

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ 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*



# VI ВСЕУКРАЇНСЬКА

студентська науково - технічна конференція

## "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ.

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

25-26 квітня 2013 р.

*(збірник тез конференції)*

ТОМ 1

*Тернопіль 2013*

ББК 72+34 (Укр)

М34

Матеріали V Всеукраїнської студентської науково - технічної конференції / В 2 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 25-26 квітня 2013 р.), 2013.- Т. 1. – 304 с.

*В збірнику друкуються матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції. Тернопіль. – ТНТУ ім. І. Пулюя (25-26 квітня 2013 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; зварювання та споріднені процеси і технології.

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, д.ф.н. Анатолій Довгань, д.т.н. Володимир Андрійчук, д.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 Маруцак, 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 437.413+66.083.2

Богаченко О.К. – ст. гр. ОБ-09В

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

***КІЛЬКІСНА ОЦІНКА СТУПЕНЯ ДЕНАТУРАЦІЇ РІДКОГО КУРЯЧОГО ЯЙЦЯ, ПРИ ЙОГО ОБРОБЦІ ВИСОКИМ ТИСКОМ***

Науковий керівник: д.т.н., професор Сукманов В.О.

Мета роботи - розробка кількісних критеріїв для оцінки ступеня впливу високого тиску на процеси денатурації білка яйця.

У якості шуканого критерію була використана величина роботи (вимірювання напруги деформації) на руйнування структури зразків яєць. Отримано серії графічних залежностей напруги зсуву від часу для зразків рідкого курячого яйця як у нативном його стані, так і частково денатурованому в результаті його обробки високим тиском.

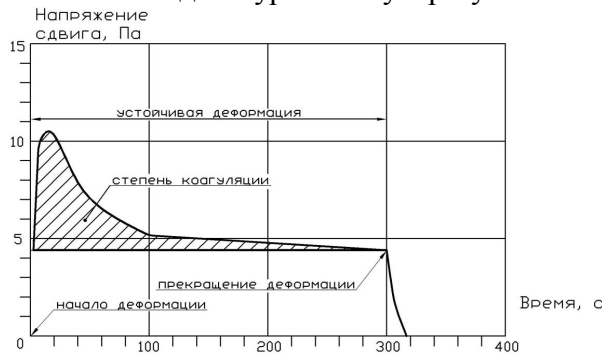


Рис.1 – Залежність напруги зсуву від часу рідкого курячого, частково денатурованого яйця у результаті його обробки високим тиском

Додаткова робота на руйнування структури зразка ( $\Delta W$ ) прямо пропорційна заштрихованій області під графіком вихід значення напруги зсуву на установлений

режим:  $\Delta W = \int (\tau - \tau_0) dt$ , де  $\dot{\gamma}$  - швидкість деформації,  $\tau$  - напруга деформації;  $\tau_0$  -

напруга деформації в рівноважному стані деформації.

У результаті даних експериментальних досліджень визначені області існування рідкого курячого яйця при різному ступені його денатурації, яка обумовлена його обробкою ВТ при певній температурі й тривалості процесу обробки. Для опису даних областей запропоновано використовувати реологічні характеристики рідкого курячого яйця – напруга деформації структури рідкого яйця.

Отримано емпіричні залежності величини додаткової роботи для руйнування структури рідкого курячого яйця із частково денатурованою структурою (функції виду  $\Delta W = -a + bt$ , де  $t$  – тривалість обробки) і визначений критичний час початку денатурації продукту при різних параметрах процесу.

Запропонований метод кількісної оцінки ступеня денатурації рідкого яйця й визначено граничні умови параметрів процесу для одержання продукту заданої консистенції.

Денатурація білка рідкого курячого яйця при його обробці ВТ у діапазоні від 100 до 400 МПа і температурах 5, 25 і 45<sup>0</sup>С описана залежністю

$$P = ae^{-(\tau-d)/c} + be^{-(\tau-d)/g}$$

УДК 66.664

Буряк М. – ст. гр. ХО–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРОТИРАЛЬНИХ МАШИН**

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

Аналіз функціонування технологічного обладнання, що входить до складу технологічних ліній з переробки плодоовочевої сировини на консервних підприємствах засвідчує, що основні машини, які визначають продуктивність і економічність використання лінії потребують удосконалення. Не виключенням є обладнання для подрібнення, протирання й поділу, тобто відділення маси плодоовочевої сировини від кісточок. Основною вимогою до роботи таких машин є забезпечення якості поділу маси на напівфабрикат і відходи, висока питома продуктивність, мінімум відходів, низькі питомі витрати енергії, однорідний і тонкий дисперсний склад протертого напівфабрикату, максимальна ступінь подрібнення.

На продуктивність таких машин впливають: розподіл подрібненої маси (пульпи) по довжині решета протирального барабану залежно від лінійної швидкості руху витків шнеку (бичів), зазору бич-решето, числа бичів барабану, діаметру отворів решета протирального барабану; величина втрат пульпи у виході «шкірка» залежно від лінійної швидкості протиральних бичів і їх числа, величина зазору бич-решето, діаметри отворів решета; енергоємність установки залежно від режимних параметрів.

До недоліків протиральних машин слід віднести невисоку експлуатаційну надійність, зумовлену нерівномірним зносом і швидким виходом із ладу сіток; нерівномірні навантаження на ротор внаслідок неоднакового зазору між бичем і сіткою циліндра; низька питома протиральна здатність.

Конструкції протиральних машин постійно удосконалюються. Схеми з обертовим сітчастим барабаном і нерухомими бичами-шкребками на сьогодні є найбільш перспективними. Їхні раціональні конструктивно-технологічні параметри залежать від чинників, що найбільшою мірою впливають на якість виконання технологічного процесу і піддаються регулюванню. При високій питомій продуктивності режим протирання в таких машинах м'який, тому отриманий протертий напівфабрикат за дисперсним складом і харчовою цінністю набагато краще отриманого на машинах класичного типу при одних і тих же параметрах процесу.

Водночас такі конструкції дуже складні у експлуатації, ремонті і обслуговуванні. Так робоче сито барабанів протиральних машин має найменший термін служби в порівнянні з терміном служби всіх елементів. У машинах класичного типу робоче сито складається з двох напівциліндрів, виготовлених зазвичай з перфорованих листів нержавіючої сталі. Проста технологія виконання та монтажу таких сит визначає їх низьку якість - велику конусність і еліпсність. У тих випадках, коли сітчастий барабан виготовлений разом з каркасом, до нього погано прилягає робоче сито, в окремих місцях є зазор між ситом і каркасом. Наявність зазначених дефектів сітчастого барабана спричиняє збільшення зазору між робочою поверхнею і бичами. Без урахування кута випередження бичів цей зазор дорівнює 2 ... 7 мм. При великому зазорі знижується питома продуктивність машини. Тому рекомендують виготовляти жорсткий каркас і зварне циліндричне робоче сито з поясом жорсткості. Тоді конструкція не піддається вібраційним коливанням. Практика показує, що сита товщиною 0,4 ... 0,5 мм в сітчастих барабанах з жорстким каркасом при самих строгих режимах можна експлуатувати протягом року без заміни. Тільки при попаданні сторонніх предметів таке сито стає несправним.

УДК 631.361.9:635.25

Василець І.В. – ст. гр. М-20

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ**

Науковий керівник: к.т.н., асист. Дмитревський Д.В.

Перспективним напрямком вдосконалення процесу очищення цибулі ріпчастої є розробка нових спеціалізованих апаратів, принцип дії яких заснований на комбінуванні процесів термічного та механічного впливу на продукт, що обробляється. Проаналізувавши сучасні проблеми очищення овочевої сировини, було запропоновано перспективний апарат для ефективного здійснення процесу очищення. В основу роботи даного апарата покладено принцип комбінованої дії попередньої термічної обробки цибулі ріпчастої парою та її наступне механічне очищення. Характерною особливістю апарату є поєднання процесу термічної обробки та процесу механічного очищення цибулин в одній робочій камері, що суттєво спрощує та інтенсифікує процес їх очищення, дозволяє зменшити габарити апарата, тим самим забезпечуючи його застосування у закладах ресторанного господарства.

Використання запропонованої конструкції апарата призначеної для харчової промисловості та ресторанного господарства надасть можливість підвищити якість очищення цибулі ріпчастої, інтенсифікувати технологічні процеси її переробки, заощадити матеріальні ресурси під час виготовлення самого апарата та знизити його енергоємність, поліпшити умови праці персоналу.

Першочерговим завданням під час дослідження процесу очищення цибулі ріпчастої є визначення параметрів процесу очищення і характеристик сировини, які вплинуть на процес відділення луски. До характеристик продукту відносяться: початкова вологість, форма, розмір, товщина шару луски, маса, товщина насипного шару цибулі ріпчастої. Параметрами, які характеризують процес очищення, є температура пари для попереднього пропарювання, час пропарювання, частота обертання барабана-камери, коефіцієнт завантаження, розміри отворів перфорації, форма отворів. Однією із стадій комбінованого процесу очищення цибулі ріпчастої є процес попередньої термічної обробки цибулі пором. Для забезпечення потрібної глибини термічної обробки необхідно встановити раціональну тривалість обробки цибулі пором. Проведені дослідження дозволили з'ясувати, що під час процесу механічного очищення глибина термічної обробки цибулі ріпчастої буде істотно впливати на відсоток втрат сировини, а зусилля відділення луски впливати на відсоток очищених цибулин і тривалість процесу механічної їх очищення. Кінцевою стадією комбінованого процесу очищення цибулі є проведення процесу його механічного очищення. Для того щоб підвищити якість очищення і мінімізувати втрати сировини, необхідно визначити всі фактори, що впливають на даний процес. Безпосередній вплив на процес механічного очищення матиме тривалість проведення цього процесу. Збільшення тривалості процесу механічної очистки призводить до підвищення втрат сировини. Але, зменшення тривалості може призвести до погіршення якості очищення продукту. Для того, щоб мінімізувати втрати сировини і одночасно поліпшити якість очищення поверхні цибулі ріпчастої, виникає потреба в проведенні досліджень по визначенню тривалості проведення процесу механічної очистки, в залежності від зусилля відділення луски. Результати експериментальних досліджень впливу тривалості термічної обробки та механічної очистки на поверхневий шар цибулі дозволять в подальшому встановити раціональні параметри проведення комбінованого процесу очищення. Використання раціональних параметрів проведення комбінованого процесу очищення цибулі ріпчастої надасть можливість знизити втрати сировини, покращити якість очищення, а також значно інтенсифікувати та механізувати процес очищення.

УДК 62.521

Гаврон О.З. – ст. гр. КТМ-51, Козбур І.Р. – ас. каф. АВ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ ПРИ ДОЗУВАННІ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Науковий керівник: к. т. н., доц. Микитишин А. Г.

При дозуванні і фасуванні рідких та рідко-в'язких харчових продуктів важливе місце займає контроль їх в'язкості. Адже від цього параметру залежить якість продукту і продуктивність технологічного процесу в цілому.

На даний момент найпоширенішими методами такого контролю є ротаційна та вібраційна віскозиметрія. Проте в них є певні недоліки. Безпосередній контакт чутливого елемента віскозиметра із вимірним середовищем призводить до його передчасного зношування і відповідно зниження точності вимірювань. Розробка безконтактних методів контролю в'язкості дозволить уникнути вище перелічених недоліків.

Даний метод базується на вимірюванні параметрів поширення ультразвукових хвиль у контрольованому середовищі, а саме, визначенні їх швидкості та коефіцієнту затухання. Відповідно, в'язкість розраховують за формулою Муні, –  $Mh = Z_1(\rho\alpha c^3 / \omega^2 [1 + (\frac{\alpha c}{\omega})^2])^2 Z_2$ , де  $Mh$  – в'язкість по Муні;  $Z_1, Z_2$  – const;  $\rho$  – густина контрольованого середовища;  $\alpha$  – коефіцієнт затухання;  $c$  – швидкість коливань;  $\omega$  – частота коливань.

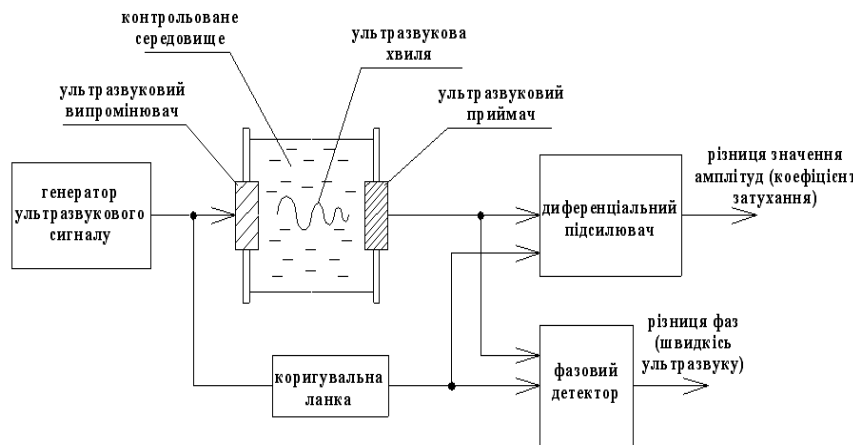


Рис. 1. Функціональна схема

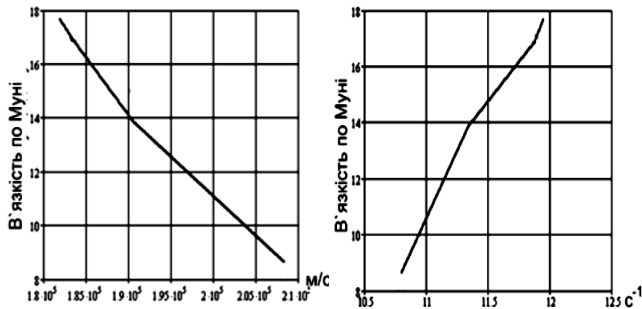


Рис. 2. Залежність коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку в середовищі від в'язкості контрольованого продукту

Функціональну схему установки для визначення коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку зображено на рисунку 1. Залежності коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку в середовищі від в'язкості контрольованого продукту по Муні представлені на рисунку 2.

Визначене значення в'язкості дозованого і фасованого продукту застосовують для коригування умов технологічного процесу та функціонування системи автоматичного контролю та управління, що забезпечить максимальну продуктивність і точність дозування. Крім цього, контроль в'язкості продукту дасть можливість оцінити його якість перед завершальним пакуванням, що відповідно зменшить кількість браку продукції.

УДК 637.5.039

Гербіш Ю. – ст. гр. ХОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МАСУВАННЯ М'ЯСА**

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

Процес масування є різновидом інтенсивного перемішування і базується на терті шматків м'яса один до другого і до внутрішніх стінок апарату. Всі існуючі типи масажерів можна конструктивно розділити на чотири групи:

- I група - пристрої, що представляють собою вертикальні ємкості прямокутної або циліндричної форми, оснащені всередині обертовими лопатями.

- II група - представлена горизонтальними обертовими барабанами, на внутрішній поверхні яких закріплені лопаті й які при обертанні зачіплюють шматки м'яса і підносять їх на певну висоту, після чого вони падають вниз барабану і при падінні вдаряються.

- III група масажерів – жорстко закріплені в горизонтальній площині ємності, всередині яких обертається вал з лопатями або шнек.

- IV група - масажери циліндричної форми або з конічним днищем і внутрішніми ребрами жорсткості, вісь обертання яких нахилена на 40-60 °. При обробці сировини в пристроях даного типу шматки м'яса в нижній частині ємності піддаються стиску, у верхній - розтягуванню. Чергування стиснення і розтягування створює ефективну дію на структуру м'язової тканини, поверхня шматків фактично не пошкоджується; при цьому забезпечуються кращі умови для дозрівання сировини і формування якісних характеристик готової продукції.

Механічний вплив на сировину в установках різного типу має ряд відмінностей як у швидкості перерозподілу розсолу, так і в зміні технологічних властивостей м'яса. Зокрема, дослідження, виконані на зразках попередньо нашприцьованої розсолом (25% до маси сировини) яловичини на трьох типах масажерів, показали, що:

- в пристроях циліндричного типу (з внутрішніми ребрами) після 3-5 хв. обробки відбувається повне вбирання розсолу. Після 10-12 хв. безперервного масування (швидкість обертання барабана - 20 об / хв.) поверхня м'яса ставала липкою; після 30 хв. масування на поверхні шматків з'являлася біла піна; після 1 год масування шар піни покривав всю поверхню м'яса;

- в пристроях конусного типу (усічений конус) зміни були аналогічними, однак зсунутими за часом: поверхня ставала липкою тільки після 20-22 хв. масування; видиме утворення піни відзначається після 1 год масування, а рясне утворення піни - після 3 год безперервного масування;

- в пристроях роторного типу або в мішалках зі спіральними лопатями повне вбирання розсолу відбувалося після 12-15 хв. обробки; утворення липкого шару - через 30 хв., піна не утворюється. Після 1 год масування поверхня шматків сильно разволокняється, після 3 год відбувається розрив шматків.

Існуючі моделі масажерів відрізняються не лише за конструктивним виконанням, але й залежно від: частоти обертання робочого органу (від 4 до 20 об / хв.); характеру обробки сировини, тобто апарати можуть працювати як в безперервному, так і в циклічному режимах (масування - 10-40 хв., вистій - 20-50 хв.); напрямку руху робочого органу (односторонній або реверсійний після періоду вистою).

Вибір конкретних параметрів механічної обробки залежить від виду сировини і типу обладнання і, як правило, здійснюється на кожному підприємстві індивідуально.

УДК 664.951

Гончарова К.М. – ст. гр. ГРС-32

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

## **ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ПРАЛЕНЬ**

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

Останнім часом дуже стрімко розвивається туристична індустрія та готельно-ресторанної справа в Україні. Після проведення Євро – 2012 року, Україна очікує тисячі туристів з різних куточків світу, в тому числі і розвинутих країн, що знають ціну якісному обслуговуванню та гостинності, а, отже, і готелям та підприємствам ресторанного господарства, що взмозі достойно прийняти іноземних гостей і надати послуги відповідної якості.

Активно будуються нові підприємства готельного і ресторанного бізнесу, а також оновлюються існуючі, оскільки найбільшими споживачами білизни є готелі, то проблема прання для них постає особливо важливою.

Не у всіх готелях є можливість організувати побутове обслуговування гостей та надавати їм повний перелік послуг. Але всюди повинні прагнути до того, щоб набір послуг повністю відповідав запитам гостей. Така відповідність не тільки полегшить гостю його проживання в цьому готелі, але і принесе додатковий прибуток.

Тому дослідження проблеми відкриття пральні та визначення критеріїв підбору устаткування для неї є актуальним.

При організації пральні слід чітко знати, на кого будуть розраховані її послуги. На сьогоднішній день в Україні можна виділити такі види пралень:

- індивідуальна пральня (прання білизни, прийнятого від населення);
- пральня самообслуговування;
- пральня для організацій (масових замовлень);
- пральня при готелі (готельно-ресторанному комплексі).

Існують також некомерційні пральні, які обладнуються при великих заводах, фабриках, санаторіях, готелях, лікувальних закладах, діяльність яких спрямована на виключно внутрішнє обслуговування.

Дослідивши ринок прального устаткування, ми визначили оптимальний перелік устаткування, яке найчастіше використовується під час оснащення пральні:

- прально-віджимні машини;
- прально-віджимні гігієнічні машини бар'єрного типу;
- сушильні машини (барабани);
- прасувальне устаткування (прасувальні катки, прасувально-сушильні катки (каландри), прасувальні столи, прасувальні преси, пароманекени);
- віджимні центрифуги;
- допоміжне устаткування для пральні.

Результатами проведення наукової роботи є визначення ряду критеріїв підбору устаткування для пралень. А саме:

- потужність;
- категорія готелю («зірковість»);
- кількість та якість оброблюваної білизни;
- вид енергоресурсу, що буде використовуватися;
- вид конструкції пральної машини;
- ступінь автоматизації прання;
- вибір постачальника.



УДК 504.06

Грушицький О. - ст. гр. МК-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНОВИЩА В ТЕРНОПОЛІ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОКРАЩЕННЯ**

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

Тернопіль — це один із найчистіших обласних центрів України. Це пояснюється тим, що в місті немає великих машинобудівних, металообробних, хімічних заводів, теплових і гідроелектростанцій, а також не розвинена гірничовидобувна промисловість. Це дозволяє зберігати навколишнє середовище достатньо чистим, а отже і умови для життя людей кращими. Проте, не зважаючи на відсутність великих екологічних забруднювачів, на території міста все ж є деякі проблеми, що в певній мірі впливають на екологічний стан місцевості.

Перш з все потрібно відмітити неналежний стан водойм, які впадають у Тернопільський став. Це проявляється у тьмяному кольорі води, сторонніх предметах, що плавають у водоймах, а головне неприємному запаху, який добре відчувається у теплу погоду. Друге це перезавантаженість вулиць, які не мають високої пропускної здатності, через інтенсивність руху автомобілів. Через велике скупчення машин, які постійно утворюють затори у певних точках міста, тим самим тривало діють на довкілля шкідливими вихлопними газами. Варто зазначити, що особливо загазовані місця є також і людними, крім того не рідко біля дороги нелегально продаються продукти харчування, які стоячи на повітрі вбирають у себе шкідливі домішки. Третьою і найбільш неприємною проблемою міста та і більшої частини країни є низька екологічна культура населення. Тут йдеться про більшу частину населення, а не про всіх людей. Виражається ця проблема у недотриманні екологічної культури та нехтуванні правил захисту природи. Вже неодноразово були помічені свідомі прояви забруднення території, що проявлялись у засміченні території парків та житлових зон, пошкодженні зелених насаджень та спалюванні сміття, яке потрібно утилізувати іншим чином.

Як бачимо, основною проблемою екології Тернополя є низька екологічна свідомість великої частки населення. Щоб зробити свою місцевість чистішою, потрібно починати з себе: не викидати у водойми непотрібні предмети та не виливати шкідливі речовини, сміття викидати у спеціально призначені урни, які дозволяють відділити паперові та скляні матеріали, що потім переробляються, більше ходити пішки, або ж використовувати велосипед, що дозволяє зменшувати кількість автотранспорту на дорогах, а значить і зменшує шкідливі викиди в атмосферу. Після цього потрібно робити зауваження іншим людям, на своєму прикладі показуючи як потрібно робити. І, як стало віднедавна популярним - проводити суботники та соціальні акції по прибиранню. Яскравим прикладом таких масових прибирань є акція “Зробимо Україну чистою” в рамках міжнародного соціального проекту «Let's Do It!», що вже вдруге весною проводиться на Тернопільщині. Цього року об'єктом прибирання став парк “Загребелля”. Подібні акції дозволяють прибрати місця відпочинку для людей та покращити екологічне становище території.

Контроль захисту навколишнього середовища здійснюють Мінприроди України і санепідемстанція. Проте, якщо ми самі не захочемо щось змінити, то на підтримку вищезазначених органів не варто розраховувати. Екологію краю мають покращувати його мешканці, адже це те де ми жевемо і що залишимо своїм дітям.

УДК 621.326

Гурський М.–ст. гр. ХОмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРНОЇ МАСИ**

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

Одним із важливих характеристик сиру є його консистенція. Для визначення консистенції сирної маси не існує прямих методів вимірювання, тому в багатьох випадках її визначають органолептично, що вносить значну суб'єктивність у вирішальну оцінку.

Значно більшу точність і достовірність оцінення консистенції можна одержати через відносні величини. Такими відносними величинами для сирної маси можуть бути зсувні властивості, тобто опір сирної маси дотичним напругам зсуву.

Для вимірювання зсувних властивостей сирної маси найчастіше використовуються ротаційні віскозиметри та пенетрометри, які мають сферичний, конічний чи трубчатий індикатор.

Як реологічне тіло сирну масу відносять до псевдо пластичних матеріалів і для оцінки зсувних властивостей використовують ефективну в'язкість, яка залежить від швидкості зсуву.

При дослідженні структурно-механічних властивостей за допомогою ротаційних віскозиметрів важливе значення має правильний вибір розмірів робочих органів приладу, врахування впливу торця циліндра. В літературі на даний момент відсутня загальна думка щодо цього, але можна сформулювати наступні рекомендації:

- Товщина зазору повинна бути на порядок вищою за розмір частинок, для забезпечення рівномірної зміни градієнта швидкості;
- Швидкості зсуву, які використовують в ротаційному віскозиметрі повинні включати швидкості дії зсувних зусиль окремих видів технологічного обладнання;
- Поверхня ротора повинна бути виготовлена таким чином, щоб виключити обертання продукту разом з ротором, або обертання ротора при нерухомому продукті.

УДК 637.524

Деркач А.В.-ст. гр. ХО-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Науковий керівник: к.т.н. доц. Стадник І.Я.

Гречка – універсальний компонент здорового харчування. У її зернах міститься: до 16% легко засвоюваних білків (в їх числі такі амінокислоти, як аргінін та лізин); до 30% вуглеводів і до 3% жирів, велика кількість мінеральних речовин (кальцій, залізо, мідь, фосфор, йод, цинк, бор, кобальт, нікель). Щоб отримати всі ці корисні речовини зерно гречки попередньо проходить обробку. Початковою обробкою є очистка зерна від домішок.

Очистка зерна від домішок і сортування його на фракції проводиться за наступними основними ознаками: розмірами (довжині, ширині, товщині), аеродинамічними властивостями, по формі і стану поверхні, фракційним властивостям, кольору, пружності та ін. Принципи очистки і сортування на фракції зерна гречки покладені в основу різних способів сепарування, які розрізняються по своїм напрямкам. Відповідно до принципу побудови технологічного обладнання застосовуються: пневмовібраційне сепарування; сепарування на решетах; сепарування на трієрах; сепарування на пневмовібраційних столах; сепарування на електромагнітних установках; фотоелектронне сепарування.[1]

Так в машинах, скальператорах барабанного типу марки А1-Б32-0, для первинної очистки зерна основною проблемою є вібрація і методи її гасіння. За рахунок високих частот обертання барабану вібрація виникає на валу, а отже передається на підшипники, що впливає на скорочення терміну експлуатації та надійність машини. Основною задачею для покращення умов роботи привідного валу є зменшення вібрацій, що впливають на корпус підшипників на привідному валу.

Усунення вище згаданих недоліків можна провести за рахунок якісних монтажних і пусконаладжувальних робіт.

Монтаж скальператора барабанного марки А1-Б32-0 необхідно проводити в такій послідовності:

- встановити нижні перехідники в отвори підготовані в перекритті;
- встановити машину горизонтально на фундамент і закріпити анкерними болтами. Basis для урівня є верхня горизонтальна поверхня корпусу машини;
- закріпити болтами всі перехідники із спусками;
- змонтувати привід барабана;
- підключити машину до контуру заземлення;
- провести електромонтажні роботи з підключення електродвигуна;
- перевірити на холостому ході правильність напрямку обертання барабану при відкинутій щітці;
- перевірити наявність масла в корпусі редуктора.

Після монтажу провести обкатку машини на холостому ході протягом 2 годин.[2]

1. Соколов А.Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. М.: Колос, 1975.-495с.
2. Технічний паспорт скальператора барабанного марки А1-Б32-0.

УДК 664.002

Желізняк М. – ст. гр. ХО–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОБОТУ ДОЗУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ**

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

У харчових виробництвах широко застосовують обладнання, що призначене для відмірювання рідких середовищ. Найчастіше такі машини називають розливними або фасувальними автоматами або дозаторами. Їх застосовують на технологічній стадії виробництва не тільки для розфасовування продукції у тару, але й для забезпечення потрібних за рецептурою компонентів або подачі реагентів, необхідних для здійснення окремих процесів. Слід зазначити, що на деяких виробничих підприємствах передбачено лише розлив вже готового продукту, при цьому дозуюче устаткування стає основним.

Важливим параметром, що визначає основні розрахункові характеристики таких машин, є їхня продуктивність, яка залежить від кінематики механізмів, гідравлічних параметрів системи, особливостей конструктивних елементів.

За умови розливу за рівнем і під атмосферним тиском кількість рідини, що наливають в тару, визначається ємністю цієї тари та положенням отвору на газоповітряній трубці, яке буде залежати від коливання рівня рідини в напірному баку і тривалості заповнення тари рідиною. За умови розливу продукту під вакуумом кількість наливої в тару рідини буде визначатися ємністю тари і положенням трубки чи отвору на ній. У цьому випадку виключається вплив коливання рівня в напірному баку, а також швидкість наливання. У порівнянні з розливом під атмосферним тиском розлив під вакуумом забезпечує стабільний рівень рідини в тарі.

На точність роботи автомату і стабільність дозування будуть впливати й умови його експлуатації: коливання під час руху чи відхилення від вертикальної осі циліндра ковшового дозатора в результаті зношення втулок направляючих; перехоплення і заїдання в сальнику циліндра дозатора, у результаті чого порушується меніск рідини на вінцях циліндра дозатора, заїдання і перекося в поплавковій системі напірного баку, що призводить до різкого коливання рівня рідини в баку, а отже, й у повітряній трубці. Недостатня герметичність повітряної трубки в камерних дозаторах також призводить до неточності дозування. Під час наповнення за рівнем з надлишковим тиском чи розрідженням суттєво впливає на зміну рівня рідини в пляшці недостатня герметизація разливального тракту, приладу і пляшки.

Отже для розробки обладнання для дозування слід враховувати особливості виробництв, що випускають готові продукти, які визначають додаткові вимоги до обладнання для дозування, а саме: універсальність до виду продукту, тобто один і той же дозатор повинен мати можливість фасувати воду, негазовані напої, соки, молоко і молочні продукти та інші харчові рідини, що легко течуть; мати можливість переналаштування на різні дози продукту; мати можливість дозування, як за об'ємом, так і до зазначеного рівня; переналаштовуватись на різні типи тари (пляшки, банки, флакони), на різні розміри і форми; устаткування має бути довговічним і здатним до ремонту.

УДК 664.143

Захарченко Ю. – ст. гр. ХО – 42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПОМАДИ**

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

Помадну отримують трьома способами: з помадного сиропу шляхом його охолодження і збивання, в плівковому апараті і "холодним" способом.

Перший метод отримання помади є найпоширенішим. Отримання помади складається із двох основних операцій: охолодження і збивання помадного сиропу. Помадну отримують як безперервним, так і періодичним способом. При безперервному способі отримання помади здійснюється в неперервнодіючих помадозбивальних машинах, в яких одночасно зі збиванням помадного сиропу відбувається і його охолодження. У конструкції одних машин передбачено охолодження лише корпусу машини по секціях; в конструкції інших - охолодження і корпусу, і шнека. Гарячий помадний сироп з паровідділювача надходить в приймальну воронку помадозбивальної машини, куди подається повітря для охолодження сиропу. Охолоджений сироп поступає в корпус збивальних машини. Одночасне охолодження і велика частота обертання шнека призводять до утворення помади. Конструкція шнека передбачає одночасне збивання сиропу і просування готової помади до виходу з машини. Періодичний спосіб приготування помади застосовують для одержання невеликої кількості помади. Охолодження сиропу здійснюють на металевих столах з бортами. Його знімають металевими лопатками в переносну ємність і подають на збиття в періодично діючу лопатеву збивальну машину. Збивання триває до утворення однорідної білої маси. Готову помадну вивантажують в металеві переносні ємності, вистояють і подають у темперуючу машину.

Другий метод – це отримання цукрової помади в плівковому апараті-кристалізаторі роторного типу. Помадний сироп готують у відкритому варочному казані. Отриманий сироп, безперервно подається знизу в змієвиковий підігрівач типу "труба в трубі", а пар зверху. З підігрівача помадний сироп направляється у верхню частину вертикального плівкового апарату на розподільний диск. Плівковий апарат-кристалізатор роторного типу являє собою металевий циліндр, що має дві секції з водяним охолодженням поверхні. Усередині циліндра проходить вертикальний вал, по довжині якого на ділянці робочої зони закріплені лопаті, на кінці яких приварені скребки. Шкребки забезпечують стікання помади, що утворюється, вниз в прийомний збірник. При обертанні ротору засмоктується повітря і проходить через робочу зону знизу вгору назустріч помадному сиропу. Повітря нагрівається і забирає з собою вологу, яка через паровідділювач виводиться з апарату. Помадний сироп, надходячи в апарат, розподіляється тонким шаром по його поверхні. При цьому відбувається видалення вологи і часткова кристалізація сахарози.

В основу третього способу – приготування помади "холодним" способом – покладено процес перемішування при кімнатній температурі дрібнокристалічної цукрової пудри з водою, патокою, інертним сиропом та іншими добавками. Приготування помади здійснюють в одну стадію, при цьому відпадає необхідність в приготуванні і уварюванні сиропів, охолодженні і збиванні, причому поєднуються технологічні стадії одержання помади і помадної цукрової маси. "Холодним" способом готують також і помадні маси на основі порошкових – цукрово – патокових напівфабрикатів.

УДК 631.362.1

Зборівський В. – ст. гр. ХО-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ЩІТКИ РОТОРНОГО ПРОСІЮВАЧА

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

Щітки просіювача представляють собою суцільний дерев'яний стержень, який у поперечному перетині має форму прямокутника і знаходиться в одній площині з віссю обертання ротора. При обертвовому русі стержень може здійснювати коливальні рухи під впливом деяких сил. Такі коливання можна розглядати як поперечні. Примикаючи до сита, щітки також визвуть в ньому коливання, які призведуть до інтенсифікації його очищення.

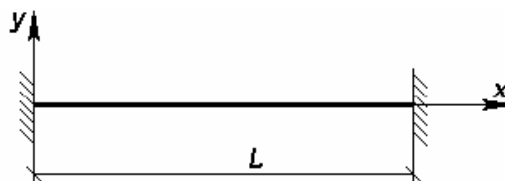


Рисунок 1 Схема жорсткого закріплення кінців щітки

Для складання диференційного рівняння кінцевих коливань прямого стержня необхідно прийняти такі допущення:

1. Пружна вісь стержня прямолінійна і співпадає з лінією центрів тяжіння поперечних перетинів стержня і цю вісь приймають за координатну вісь „X”, від якої відлічують відхилення елементів стержня при поперечних коливаннях.
2. Рахують, що відхилення окремих точок вісі стержня відбувається перпендикулярно до вісі „X” і паралельними переміщеннями відносно вісі нехтують.
3. Припускають, що відхилення точок вісі стержня проходить в одній площині.
4. Такі відхилення рахують малими, тобто відновлюючі сили залишаються в межах пропорційності.

Тоді відхилення точок вісі стержня при поперечних коливаннях подають у вигляді функції двох перемінних:

$Y = Y(x, t)$ , де  $x$  – координата;  $t$  - час.

При вільних поперечних коливаннях функція „Y” задовільняє лінійному диференційному рівнянню в приватних похідних четвертого порядку.

Для його побудови вводимо позначення:

$\mu$  - маса одиниці довжини стержня, кг·сек./см.;

$E$  – модуль пружності, кг/см.;

$J$  – момент інерції поперечного перерізу стержня, см<sup>4</sup>;

$EJ$  – жорсткість на прогин.

Кінцеве рівняння має наступний вигляд:

$$y(x, t) = \frac{4gqL^4}{pgF} \cdot \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{i\pi x}{L}}{i(i^4\pi^4 c^2 - \omega^2 L^4)} \sin(\omega t).$$

УДК 66.664.

Зоря А. – ст. гр. ХО<sub>3</sub>-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВАКУУМУВАННЯ Й ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ ДЛЯ ШПРИЦЮВАННЯ ФАРШУ В ОБЛОНКИ**

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

Аналіз стану сучасної м'ясопереробної промисловості підтверджує поглиблення кризи науково-технічного розвитку. На сьогодні близько 40 % підприємств перебувають у жахливому стані. Вкрай низький рівень автоматизації технологічних процесів, застосування сучасних машин і апаратів, і навіть автоматизованих технологічних ліній. Розвиток галузі гальмується фізичним і моральним зносом технологічного обладнання.

Технологічний процес виготовлення ковбас складається з таких стадій: приймання сировини; забій і знекровлення; обвалювання, жилкування; попереднє подрібнення сировини; соління м'яса; дозрівання; тонке подрібнення й приготування фаршу; шприцювання фаршу в оболонку; в'язання батонів і навішування в раму; термообробка (обжарювання, коптіння і варіння); охолодження і збереження.

Зазвичай для здійснення шприцювання фаршу, застосовуються шнекові нагнітачі, що володіють цілим рядом переваг у порівнянні з іншими видами нагнітачів. Технологічні можливості шприців обумовлюються характеристиками фаршу, що подається і наявністю в ньому повітряних пір. На них впливає швидкість подачі фаршу, його температура і структура. При цьому слід зазначити, що найбільшу продуктивність має роторно-лопатєва система подачі фаршу.

У роботах Азарова Б.М., Горбатова А.В., Мачихіна Ю.А., Арета В.А., Бермана Г.К., Груздева Н.Е., Назарова Н.І. проведено ґрунтовний аналіз машинного оформлення процесу нагнітання харчових мас. Авторами встановлено, що шнекові нагнітачі в порівнянні з поршневыми, ексцентриками-лопатєвыми, шестерними, роторно-поршневыми володіють компактністю, безперервним характером роботи, універсальністю застосування, високими експлуатаційними показниками. При структурному аналізі було встановлено, що подальше їхнє вдосконалення повинно йти в напрямку підвищення продуктивності за рахунок збільшення коефіцієнта подачі маси, поділу живильної і нагнітальної ділянок шнеків, забезпечення досконалої вакуумної обробки фаршу і отримання високих тисків.

Встановлено, що із збільшенням величини тиску в формувальній головці структурно-механічні характеристики фаршу поліпшуються. Це пов'язане з його інтенсивним ущільненням у міжгвинтовій поверхні шнека і зворотним перепуском продукту в ділянку живлення. Слід зауважити, що особливу увагу слід приділяти якості сировини та її рецептурі, тому що якість м'яса, рецептура і кількість вмісту жиру в фарші впливають на структурно-механічні властивості й вихід продукції. Вміст вологи, білка та жиру в фарші залежить від їхнього кількісного співвідношення і властивостей білкових компонентів. Досліджено, що вакуумування фаршу в межах 75—80 кПа поліпшує аромат і смак готових виробів, а також збільшує густину фаршу при підвищенні його вологості й використанні м'яса нижчої якості, що дає змогу одержати продукт, який відповідає стандартним вимогам.

Вакуумування фаршу стає невід'ємним елементом процесу шприцювання, що обумовлюється рядом переваг. По-перше, робот високошвидкісного обладнання для подрібнення супроводжується аерацією фаршу, що негативно впливає на його якість (з'являються пори, порушується щільність структури, зменшується густина). Вакуумування знімає ці проблеми, призводить до ущільнення фаршу на 5-10%, уповільнює процес окислення ліпідів і пігментів, пригнічує розвиток аеробних мікроорганізмів. Внаслідок цього готова продукція набуває інтенсивний і стійкий колір і довше зберігається.

УДК 639.385

Зубрев А.С. - гр.М-20

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОЧИСТКИ РИБИ ВІД ЛУСКИ**

Наукові керівники: к.т.н, проф. Постнов Г.М.,  
к.т.н., асист. В.М.Червоний

Проблема зняття луски без пошкодження шкірного покриву риби та розробка апарату для видалення луски – актуальна практично для всіх рибопереробних підприємств. Враховуючи, що сучасні підприємства прагнуть зробити безвідходні виробництва, то потрібно прийняти найбільш ефективний і маловитратний спосіб, а саме видалення луски без механічних пошкоджень і безвідходний спосіб переробки сировини. Нами були поставлено задачу – аналіз способів зняття луски риби без механічних пошкоджень і без необхідності доочищення тушок вручну. Метою досліджень є створення способу комплексної переробки риби, який дозволить максимально раціонально використовувати всі частини риби.

Всі операції з обробки риби на підприємствах ресторанного господарства проводяться вручну. Частково видаляються окремі ділянки шкіри, але луска видаляється повністю, при цьому відбувається погіршення зовнішнього вигляду. У процесі первинної обробки риби на переробних підприємствах накопичується значна кількість луски, промисловою переробкою якої підприємства не займаються. Також при переробці риби не використовуються з'єднувальні частини, а саме колаген, кісткова фракція та шкірний покрив риби, що не дає змогу комплексної переробки риби.

У рибній промисловості використовуються лускоочисні машини, які обробляють рибу поштучно та машини (лускоочисні барабани), які не потребують ручного орієнтування та поштучної подачі риби. Проте, дані пристрої засновані на принципі грубого механічного впливу на лусканий покрив тушок риби за допомогою металевих фрез або абразивної поверхні. До недоліків цих пристроїв відносять: пошкодження шкірного покриву тушок, окремі ділянки тушок залишаються не доочищеними і вимагають значних трудовитрат. Такі недоліки знижують продуктивність роботи, звужують галузі їх використання. Використання рибочисток в закладах, де рибу очищають вручну, може спричинити, по-перше, травмування людини та погіршення товарного виду, по-друге, у ході експлуатації крайки, що ріжуть, згодом затуплюються, що спричиняє додаткові витрати, по-третє, під час роботи відбувається розкид луски.

Розроблені також способи видалення луски повітрям, водою та змішаним струменем. Проте широке застосування даних способів не доцільне через високий тиск в пристроях, а також неможливість рівномірно обробляти тушки риби водно-повітряним струменем. Існує спосіб ферментативного видалення луски разом зі шкірою і нутрощами шляхом впливу на шматочки риби протосубтіліна. Проте, при реалізації даного способу втрачається цінна технічна сировина як шкіра риби. Відомі також термічні способи видалення луски разом зі шкірою. Аналіз показав, що їм властиві такі недоліки: шкіра втрачає харчовий та технічний потенціал і потрапляє у відходи, втрачається шар жиру та поверхневий шар риби починає варитися.

Нами запропоновано використання ультразвуку з метою ефективного очищення риби від луски, що може підвищити продуктивність праці, скоротити енерговитрати, поліпшити якість готової продукції і збільшити термін зберігання.



УДК 637.2.024

Івахів В.М.–ст. гр. ХОмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА В МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧІ ТИПУ Л5-ОМП

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

В результаті механічної обробки вершків при їх збиванні в масловиготовлювачі повністю руйнується жирова емульсія. Кульки жиру остаточно позбавляються оболонки (готове масло містить незначну кількість жиру у вигляді емульсії), агрегати кристалів жиру (мікрозерна) об'єднуються спочатку в дрібні, а потім у більш великі грудочки - масляні зерна, які піддають подальшій механічній обробці. Існує декілька теорій, що пояснюють освіту масла при збиванні вершків, - флотаційна, гідродинамічна та інші. Одна з найбільш поширених пов'язує утворення масла зі здатністю вершків давати стійку піну - дисперсну систему, що складається з бульбашок газу (повітря), розподілених в рідині. В процесі утворення і руйнування піни втягуються кульки жиру, при цьому вони втрачають свої оболонки, укрупнюються і утворюють далі масляні зерна.

При розробці пристроїв для отримання вершкового масла виникає необхідність у зміні технічних характеристик спроектованого масловиготовлювача.

З параметрів, що характеризують вершки, в гідродинамічні рівняння (рівняння Нав'є-Стокса) входить тільки  $\nu$  - кінематична в'язкість, м<sup>2</sup>/с. Тоді як невідомі функції  $\nu$  - швидкість, м/с; та  $P$  - тиск, Па. Крім того, течіння рідини залежить від граничних умов, форми і розмірів рухається в рідині тіла і його швидкості. Оскільки форма тіла вважається заданою, то його геометричні властивості визначаються одним якимось лінійним розміром,  $l$ , м. Дані величини входять до критеріїв  $Re_{\Pi}$  та  $Fr_{\Pi}$ .

Для опису роботи масловиготовлювача пропонується застосувати критеріальне рівняння типу

$$N = c \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5 \cdot f(Re_{\Pi}, Fr_{\Pi}),$$

де  $c$  - емпіричний коефіцієнт пропорційності.

З врахуванням того, що відношення потужності  $N$  до величини  $\rho \cdot n^3 \cdot d^5$  є критерієм потужності  $K_N$ :

$$K_N = \frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot d^5} = c \cdot f(Re_{\Pi}, Fr_{\Pi})$$

Дані залежності дозволять виконати дослідження залежності технічних характеристик спроектованого масловиготовлювача залежно від режимів його роботи та характеристик робочого середовища.

УДК 637.523

Качуровська М.- ст. гр. ХОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛУЩИЛЬНО-ШЛІФУВАЛЬНОЇ МАШИНИ МАРКИ А1-ЗШН-3**

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

Зернова промисловість є однією з важливих галузей харчового виробництва, адже крупа користується великим попитом у населення тому для забезпечення максимальності продуктивності і якості продукту при найменших затратах ресурсів створюють та реконструюють вже існуюче технологічне обладнання. Її широко використовують в громадському харчуванні, харчово – концентратній і консервній промисловості, а також для дієтичного і дитячого харчування.

Луцильно-шліфувальна машина А1-ЗШН-3 призначення для луцення зерна жита і пшениці при помелах на млинах, шліфування та полірування зерна при виробництві крупи крупи і забезпечує ефективність луцення до 80%[1]. Машина безперервної дії. Окрім круп'яних заводів, машини ЗШН в даний час широко застосовуються на борошномельних заводах для луцення зерна (головним чином жита) при виробництві житнього борошна.

Машина являє собою конструкцію, що містить привід, приймально-відвідні механізми, аспіраційну систему і робочу камеру в якій міститься перфорований циліндр і абразивні диски, що й здійснюють обробку зерна. Принцип обробки сировини в машині заснований на одночасному терті зерна об обертаючі абразивні круги і нерухомий перфорований циліндр, а також за рахунок тертя зерна між собою [1].

В результаті проведення процесу луцення зерна, що надходить в машину, має бути отримано два продукти - ядро і лузга. Процес луцення повинен забезпечити можливе більш повне відділення оболонки від ядра зерен, що надійшли в луцильні машини. Однак повного відділення плівок у всіх зерен жодна луцильна машина практично не забезпечує. Крім того, при луценні бажано зберегти цілими якомога більше ядер. Однак через недосконалість процесу отримують напівфабрикат - суміш, що включає п'ять різних по добротності продуктів: ядро, плівки зерна, лузгу, подрібнене ядро і мучку. Це стає причиною зменшенню якості вихідної сировини.

Тому для усунення цього недоліку пропонується встановлення просіювального блоку в конструкцію луцильно-шліфувальної машини марки А1-ЗШН-3. Принцип роботи модернізованої луцильно-шліфувальної машини буде наступним: зерно через прийомний патрубок поступає в робочу порожнину між обертаючими абразивними кругами і перфорованим циліндром, де, завдяки інтенсивному взаємному тертю зерна до випускного патрубка, проходить відділення верхніх покривів зерна, основна маса яких видаляється через кільцеву камеру за межі машини. З випускного патрубка зерно поступає у просіювальний блок, де буде проходити процес відділення цілих ядер зерна від розколотих. Просіювальний блок представляє собою сито, яке приводиться в коливальний рух від клинопасової передачі і коливача [2]. Таким чином за рахунок економії енергоресурсів покращиться якість вихідного продукту, яка буде полягати в тому, що зарахунок коливача і додаткових сил буде проходити розділ на фракції, тобто буде проводитись розділення розколотих ядер зерна від цілих.

1. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. М.: Колос, 1975. – 495с.
2. Демский А.Б., Борискин М.А., Тамаров Е.В., Чернолихов А.С. Справочник оборудования для производства муки и крупы.-М.: Агропромиздат, 1990.-397 с.

УДК 664.64.014

Коневич М. – аспірант

Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

## ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ТІСТА В ПРОЦЕСІ ЙОГО БРОДІННЯ

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

Процес замішування тіста полягає в змішуванні муки, води, дріжджів, солі, цукру, жиру і інших компонентів в однорідну масу та надання цій масі фізичних і механічних властивостей. В результаті замішування утворюється пружньопластична капілярно-пориста маса, в якій активно протікають фізичні, колоїдні, мікробіологічні і ферментні процеси.

Бродіння тіста починається з початку замісу і продовжується в період знаходження тіста в бродильних ємкостях і під час наступних технологічних операцій. Під час визрівання тіста відбувається спиртове бродіння, розвиток кислотоутворюючих бактерій і накопичення органічних кислот. Внаслідок фізичних процесів, які відбуваються в тісті під час бродіння, відбувається насичення тіста діоксидом вуглецю, збільшується його об'єм і температура підвищується на 1-2°C, змінюються структурно-механічні характеристики тіста. Внаслідок механічної дії на тісто під час замісу тіста і наступної механічної обробки клейковинна структура зміцнюється, а внаслідок ферментативного протеолізу послаблюється. Актуальною темою є і залишається визначення зміни густини тіста за період його дозрівання.

Для визначення густини тіста проведено натурні експерименти на пекарні смт. Гусятин методом запропонованим О.Т. Лісовенком. Суть даного методу полягає у визначенні густини тіста після замішування через об'єм кульки тіста, яку вручну округлили, та у процесі бродіння, за формулою:

$$V=0,513d_c^2hk,$$

де,  $d_c$  – середній діаметр кульки тіста, м;  $h$  - висота кульки тіста, м;  $k$ - коефіцієнт, який залежить від сорту борошна.

Для обґрунтування і визначення складових формули зроблено стенд який складається із гладкої поверхні (фторопласт), до якої прикріплено штангенциркуль, за допомогою якого визначались діаметри і висота досліджуваної кульки тіста, яка була попередньо обкатана (рисунок 1).

Дана методика підтверджує, що густину тіста можна визначати, у цей спосіб оскільки похибка складає 15 % (таблиця 1).

Таблиця 1 – Зміна густини кульки тіста

Номер досліду	Час після замісу, с	Густина, кг/м <sup>3</sup>
1	0	1428
2	600	1232
3	1200	1020
4	1800	1000
5	3600	685



Рисунок 1 - Визначення розмірів кульки тіста

УДК 664.8.036.2+663.252.2/6

Крістя Д.О. - ст. гр. ОБ-09 Б

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

## **АПАРАТУРНЕ ОФОРМЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З ВИЧАВОК ВІНОГРАДУ В СЕРЕДОВИЩІ СУБКРИТИЧНОЇ ВОДИ**

Науковий керівник – д.т.н., професор Сукманов В.О.

Екстрагування в середовищі надкритичної або субкритичної води є в цей час найбільш перспективним методом вилучення біологічно активних речовин з виноградних вичавків. Основним елементом в апаратурній схемі реалізації флюїдних технологій є робоча камера, що дозволяє вести процес при високих температурах і тисках, що приводить до виникнення в корпусі більших напруг.

Мета роботи – розрахунки, моделювання і експериментальні дослідження напружено-деформованого стан корпуса експериментальної установки автоклава. Запропонована методика розрахунків, що дозволяє врахувати геометрію камери; залежність коефіцієнтів теплопровідності, лінійного розширення, модуля Юнга й коефіцієнта Пуассона від температури; нелінійна зміна температури між зовнішньої й внутрішньої поверхнями стінок автоклава. Завдання вирішене в рамках теорії пружності методом фізичних середовищ при вісесиметричній постановці завдання. При побудові кінцево-елементної моделі використовували 12100 елементів. Дискретизація проведена за допомогою твердотілого 8-вузлового теплового елемента PLANE77 для рішення теплового завдання і сумісного з ним структурного PLANE82 для виконання структурного аналізу. Граничні умови для теплового завдання: температура на внутрішній поверхні – 293 К, на зовнішній – 673 К.

Отримано залежності радіальних і еквівалентних напруг від радіуса автоклава як рішення отриманих аналітичних залежностей, так і в результаті чисельних розрахунків, виконаного в ANSYS. Аналіз експериментальних даних включав порівняння коефіцієнтів  $a$  – поправочного коефіцієнта до тиску для води (виправлення на недоступний об'єм – непроникність молекул, що приблизно замінює точну картину сил відштовхування) і  $b$  – поправочного коефіцієнта до об'єму для води (виправлення на «внутрішній тиск» - на вплив сил міжмолекулярного притягання) з довідковими даними для субкритичної води.



У результаті досліджень створена камера для субкритичних технологій з параметрами: тиск при кімнатній температурі – до 40 МПа; температура в камері – до 400°C; потужність тенів – 6 кВт; номінальний об'єм – 0,68л; чутливість системи реєстрації температури -  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ; чутливість реєстрації тиску  $\pm 0,01\text{МПа}$ .

Загальний вид автоклава наведений на рис. 1. Матеріал робочої ємності - сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Теплоізоляція - ISOVER KL 37 представляє собою мінеральну кам'яну вату яка допускає вплив температур не більш ніж 700 °С.

УДК 637.413+66.083.2

Моїсеєва В.К. – гр. ТРГ-12А, Толсторебров О.М. – гр. ОБ-09В,

Богаченко О.К. – гр. ОБ-09В

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

## **ВПЛИВ ВИСОКОГО ТИСКУ НА ПІНОУТВОРЮЮЧУ ТА ЕМУЛЬГУЮЧУ ЗДАТНОСТІ РІДКОГО КУРЯЧОГО ЯЙЦЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Сукманов В.О.

Мета роботи – дослідження впливу параметрів процесу обробки рідкого курячого яйця високим тиском (ВТ) на його піноутворюючу та емульгуючу здатності, стійкість емульсії і ефективну в'язкість.

Піна була приготовлена шляхом збивання 100мл рідких продуктів на протязі 5 хв в кухонному міксері Bosch. Піноутворюючу здатність визначали по формулі:  $ПС = (M_{ж.п} - M_{п})/M_{п} \times 100$ , де  $M_{ж.п}$  – об'єм рідкого продукту;  $M_{п}$  – об'єм отриманої піни. Стабільність піни встановили шляхом спостереження за дренажем рідини із піни при кімнатній температурі ( $22 \pm 0,5^{\circ}C$ ). Піна об'ємом 5мл була заповнена у піпетку діаметром 5мм. Стабільність піни вимірювалась через 20хв дренажування по формулі:  $СТ = (M_{п.н} - M_{п.к})/M_{п.н} \times 100$ , де  $M_{п.н}$  - маса піни початкова;  $M_{п.к}$  - маса піни після дренажування. Стійкість піни установили при температурі ( $22 \pm 0,5^{\circ}C$ ) методом Лурье по формулі:  $СП = (V_{п}^{60}/V_{п}) \times 100$ , де  $V_{п}^{60}$  – висота піни після (60х60)с відстоювання, см;  $V_{п}$  - початкова висота піни, см. З метою дослідження емульгуючих властивостей 2мл дослідницького зразка і 10мл масла соняшника, були збиті (8000об/хв) на протязі 20с в гомогенізаторі, після чого було добавлено 10мл дистильована вода і далі гомогенізували при швидкості 8000 об/хв на протязі 1хв.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що шукані залежності можуть бути описані наступними функціями:

$y = a + be^{x/c} + de^{x/g}$  – для стійкості піни яєчного білка, піноутворюючої здатності яєчного білка, стійкості емульсії з яєчного жовтка;

$y = a + be^{-x/c} + de^{-x/g}$  - для ефективної в'язкості емульсії з яєчного жовтка, і піни з яєчного білка;

$y = a + be^{-x/c} + de^{-x/g} + he^{-x/k}$  – для емульгуючої здатності емульсії з яєчного жовтка, де  $x$  – величина тиску;  $a, b, c, d, g, k$  і  $h$  – коефіцієнти рівнянь, що залежать від температури продукту і тривалості процесу його обробки ВТ.

Експериментально досліджений вплив ВТ на піноутворюючу і емульгуючу здатності рідкого курячого яйця і встановлено, що: піноутворююча здатність яєчного білка, при його обробці ВТ зростає на 3,6 – 8,3 % і досягає максимального значення при тиску 300 МПа; при тривалості обробки ВТ 20х60с стійкість зростає на 9% і становить 93%; емульгуюча здатність емульсії з яєчного жовтка, обробленого ВТ при  $t = 5^{\circ}C$  і збільшенні тиску до 300 МПа незначно зростає - на 2% при тривалості обробки 10х60с і на 6,8% при тривалості обробки 20х60с.; стійкість емульсії з яєчного жовтка, обробленого ВТ при  $t = 5^{\circ}C$  незначно зменшується: при тривалості обробки 10х60с стійкість емульсії зменшується на 10% і при тривалості обробки 20х60с стійкість зменшується на 3% і становить 92%; ефективна в'язкість піни з яєчного білка і емульсії з яєчного жовтка, залежно від параметрів процесу незначно зменшується.

УДК 664.607

Новосад А. І – ст. гр. ХОМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕРНІЗАЦІЯ НАГНІТАЛЬНОГО ВУЗЛА ТІСТОПОДІЛЬНОЇ МАШИНИ МАРКИ А2-ХТН

Науковий керівник: д.т.н, професор. Стадник І.Я.

Основним якісним показником роботи тістоподільної машини є точність маси шматків тіста. Від точності роботи тістоподільної машини залежить випуск стандартної продукції, скорочення виробничих втрат і виявлення можливостей відхилень у технологічних параметрах приготування тістових напівфабрикатів. Тому по масі готових виробів важко встановити, на якому етапі технологічного циклу відбулося наднормативні зміни маси. Максимальне відхилення маси десяти одночасно зважених виробів не повинно перевищувати  $\pm 2,5\%$  номінальної маси, а відхилення одного виробу - не більше  $3,0\%$ . [1]

В робочій камері тістоподільної машини марки А2-ХТН процес поділу тіста здійснюється циклічно за порівняно короткий час, що обчислюється секундами або їх частками. При аналізі треба враховувати лише ті процеси, які за час робочого циклу подільника істотно впливають на властивості тіста або сам процес. Короточасний вплив тиску та механічного перемішування, які мають місце в робочій камері тістоподільника, істотно впливають на структуру, фізико-механічні властивості тіста.

Однак при виборі раціонального значення робочого тиску тістоподільника необхідно враховувати той факт, що при зниженні робочого тиску з 0,2 до 0,1 МПа досягається краща комбінація показників якості тіста, знижуються потужність привідного електродвигуна та витрати енергії приблизно на 30 %, майже вдвічі зменшується об'єм максимальних навантажень на всі рухомі елементи машини, значно підвищуються довговічність та безвідмовність роботи тістоподільника. [1] Для зменшення впливу лопаті на перемішування, транспортування тіста запропоновано змінити конструкцію нагнітальної лопаті (рис.) Суть конструкції полягає в збільшенні площі самої лопаті, але зменшення об'єму робочої камери, що веде до зменшення робочого тиску в ній.

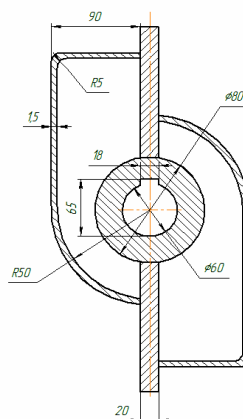


Рисунок 1. Нова конструкція нагнітальної лопаті тістоподільника марки А2-ХТН

1. Лісовенко О.Т. Руденко-Грицюк О.А Технологічне обладнання хлібопекарних і макаронних виробництв. Київ Наукова думка 2000. 280с.

УДК 637.523

Ониськів В.М. -ст. гр. ХО-42,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕРНІЗАЦІЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Науковий керівник - к.т.н., доц. О.В. Закалов

За останні роки істотно підвищилися вимоги саме до якості продукту. Якщо вчора, як типова, ставилося завдання підвищити вихід продукту марки "Люкс" по ГОСТ Р 51652-2000, то сьогодні низкою підприємств як обов'язкові умови висуваються підвищені вимоги до фізико-хімічними та органолептичними показниками товарного продукту і стабілізації його якості.

У ряді випадків можна обійтися модернізацією обладнання, зберігши типову трьохколонну систему БРУ (БК + ЕК + РК). Стандартні колони: бражна (БК), епіюраційна (ЕК), ректифікаційна (РК) колони можуть забезпечити випуск спирту марки "Люкс" по ГОСТ Р 51652-2000 з виходом 90 ... 92%. Відбір головної фракції при цьому з ЕК становить 4 ... 8%; відбір проміжної фракції етилового спирту з РК становить 2 ... 5%. Підвищивши ефективність ЕК до 70 тарілок, а РК до 100 ... 110 тарілок можна зменшити відбір головної фракції до ~ 2%, а проміжної - до 1,5 ... 2%. Однак трьохколонна схема для задоволення сучасних вимог не є оптимальною[1].

Для забезпечення високих і стабільних показників якості, мінімізації втрат спирту з відходами виробництва, зниження питомих енерговитрат, необхідно використовувати високоефективні колони, а також таку технологічну схему, яка забезпечує гарантований висновок домішок з промислового циклу і виключає їх накопичення, що призводить до нестабільності якості товарного продукту.

Для гарантованого видалення домішок з промислового циклу з одночасною мінімізацією втрат спирту нами пропонується використовувати насадочні ефірну колону (для виведення легколетучих домішок в концентрованому вигляді) і насадочні або комбіновану сивушних колону СК (для виведення проміжних домішок в концентрованому вигляді). Дані технологічні рішення успішно впроваджені нами на цілому ряді спиртових заводів і показали свою високу ефективність і надійність, забезпечивши поліпшення органолептичних показників товарного продукту і підвищення його виходу до 98,5 ... 99% (відбір концентрованої головної фракції становить 0,2 ... 0,5% , відбір концентрованої проміжної фракції - 0,4 ... 0,6%).

У той же час для забезпечення індивідуальних вимог замовника (наприклад, підвищені в порівнянні з ГОСТ Р 51652-2000 вимоги до якості товарного продукту по 2-пропанолу (не більше 1 мг/дм<sup>3</sup>) з одночасним зниженням вмісту метанолу (не більше 0,003%)) може знадобитися схема БРУ, що включає в себе шість (БК, ЕфК, ЕК, РК, СК, МК) або сім (БК, ЕфК, ЕК, РК, СК, КОО, МК) колон. Метанольна колона служить для виведення метанольної фракції з промислового циклу в концентрованому вигляді і дозволяє уникнути зацікловки по метанолу при використанні глибокої гідроселекції на стадії епіюрації. Колона остаточного очищення працює в режимі повторної епіюрації. При використанні семиколонної схеми може бути забезпечено зміст метанолу до 0,0003%.

Для одночасного забезпечення високих показників якості і виходу потрібні такі ефективності колон: ЕК - 60 ... 70 тарілок, РК - 105 ... 120 тарілок, СК - 110 ... 120 тарілок, ЕфК - 90 тарілок, КОО - 80 тарілок, МК - 90 тарілок.

Запропоновані технологічні схеми та апаратурне оформлення гарантовано забезпечують така умова: всі поворотні потоки мають якість вище, ніж потоки, в які

вони вступають, таким чином, виключається можливість накопичення домішок в промисловому циклі. Це є обов'язковою умовою забезпечення стабільності роботи БРУ.

Реалізувати запропоновані технологічні рішення можна як за допомогою тарільчатой апаратури, так і з використанням насадок колон.

На спиртових заводах традиційно використовують тарілчасті колони з ковпачковими тарілками [2]. До їх основних недоліків відносяться невисока ефективність, великі габарити і металоємність, висока вартість. Тарілчасті колони мають значну затримку з рідкої фази, що створює сприятливі умови для генерації побічних домішок в зонах з одночасно високою концентрацією етилового спирту і альдегідів. До таких зон відносяться: верхні частини епюраційні, ректифікаційної і сивушної колон, колони остаточного очищення і ефірна колона. Зниження часу перебування рідкої фази в цих зонах покращує умови виділення домішок.

Тому одночасно з оптимізованою технологічною схемою ми пропонуємо використовувати сучасні насадочні колони нового покоління з регулярною насадкою. Насадочні колони мають менші габарити і вагу, що істотно знижує капітальні витрати при будівництві будівлі апаратної і вартість монтажних робіт. У той же час, при рівній висоті насадок і тарілчастих колон, колони з регулярною насадкою мають в 1,5 ... 2 рази більшу ефективність, що дозволяє відокремлювати мікропроцеси що містяться в етиловому спирті і суттєво впливають на органолептичні показники і вести процес при менших питомих енерговитратах. Крім того, використання насадок колон з регулярною насадкою, що мають набагато меншу затримку по рідкій фазі в порівнянні з тарілчастими (в 5 ... 8 разів) дозволяє істотно поліпшити умови поділу і знизити небажані побічні реакції, що протікають в тарілчастих колонах.

На багатьох спиртових заводах впроваджені насадочні колони і модулі діаметрами 200 мм, 300 мм, 400 мм, 500 мм, 600 мм, 700 мм, 800 мм, 900 мм, 1100мм,1400мм.

В практику модернізації спиртових заводів введені насадочні колони практично для всіх стадій: ефірні, сивушні, епюраційні, колони остаточної очистки.

У той же час на підприємствах вже є тарілчасті колони (ЕК, РК, іноді СК і КОО). Тому при модернізації виробництв дані колони рекомендується виконувати комбінованими: нижня частина тарілчаста, верхня – насадочні.

#### Література:

1. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т “Інноваційні технології спиртової промисловості” – Київ, 2010, -503с.
2. Українець А. Спиртова галузь на шляху до інноваційного розвитку/А.Українець, Л. Хомічак, П. Шиян, С. Олійнічук // Харчова і переробна промисловість. – 2007. - №12.



УДК 637.383

Остапчук К.В. - ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ ВАННИ МАРКИ Я5-ОФИ**

Науковий керівник: к. т. н. доц. Шинкарик М.М.

Для подальшого розвитку молочної промисловості в Україні необхідно удосконалювати процеси виготовлення продукції, забезпечити максимальну продуктивність виробництва та підвищувати контроль за якістю продукції і санітарно-гігієнічним станом виробництва. Одним із способів покращення цих показників є створення нового технологічного обладнання або модернізація вже існуючого.

У виробництві твердого брускового сиру типу голандський для формування його головки певних розмірів використовуються формувальні апарати. В апаратах для формування відбувається відокремлення сироватки від сирного пласту, порціонування його на бруски певних розмірів і вивантаження з апарату.

При невеликих об'ємах виробництва сиру використовують апарати типу Я5-ОФИ. Формувальний апарат, продуктивністю 500÷1000 кг, являє собою прямокутну ванну з обманним дном. Над ванною встановлена траверса, на якій закріплені пресувальні плити з приводом. Обманне дно ванни виконане у вигляді окремих перфорованих плит. На виході із апарата розміщені ножі для поздовжнього розрізання пласту і гільйотинний ніж для поперечного розрізання. Пресувальна плита опускається до пласту, займає горизонтальне положення і тиск на пласт здійснюється від пневмоциліндрів.

Одним із недоліків конструкції формувальної ванни марки Я5-ОФИ є застосування ручної праці при поперечному розрізанні сирного пласту та складність конструкції. Тому для поперечного розрізання пласту встановлюємо пневмоциліндр, який приводить в дію гільйотинний ніж. Сигнал на пневмоциліндр надходить тоді, коли пласт перемістився на задану величину і натиснув на кінцевий вмикач. Зворотній рух поршня забезпечує пружина, при цьому буде зменшено використання споживання енергоносіїв для подачі необхідної кількості повітря в пневмоциліндр.

Механізм переміщення пресуючої плити, який складався із зубчастих і гвинтової передачі, які забезпечували розкривання пресуючи плит та опускали їх у ванну, змінено пневмоциліндром, який при цьому ще буде створювати тиск на сирне зерно. Така заміна конструкції приводу пресування дозволить спростити роботу формувальної ванни, зменшить споживання електроенергії та матеріаломісткість формувальної ванни, оскільки така заміна конструкції виключає необхідність використання електродвигуна, редукторів, ланцюгової передачі та передачі гвинт-гайка, також це здешевить апарат.

Після модернізації формувальної ванни марки Я5-ОФИ покращаться санітарні умови виробництва, оскільки над сирним пластом не буде передач, які обертаються.

Перспективною в модернізації формувальної ванни марки Я5-ОФИ також є заміна дна ванни. В такому випадку 12 перфорованих плит можна замінити на конвеєр, який буде безперервно подавати сформований сирний пласт на розрізання, при тому він буде омиватись з низу, тим самим буде забезпечено відповідний санітарний стан стрічки конвеєра. При такій конструкції дна ванни можна встановити зверху конвеєр для пресування, з можливістю регулювання кута нахилу. Тиск на сирне зерно буде поступово збільшуватись вздовж пласту пласту. Таке рішення дозволить забезпечити безперервне формування сирного пласту та його розрізання, та дозволить покращити якість продукції.

УДК 665.3.061.3

Паробок Г. – ст. гр. ХО–21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗЧИННОЇ КАВИ**

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

Відомо, що вилучення необхідних компонентів з кавових зерен відноситься до масообмінних процесів в системі тверде тіло – рідина. Процеси екстрагування зазвичай є дуже повільними і енергоємними, тому потребують удосконалення.

Виробництво розчинної кави відбувається на трьох основних стадіях: підготовка сировини, екстрагування, подальша обробка кавового розчину. На першій стадії для підвищення ефективності виробництва використовують:

- обсмажування з ефектом вибухового набухання для збільшення питомої поверхні і створення розвиненої пористості;
- зволоження зерна, що призводить до набухання;
- подрібнення зерен;
- використання пом'якшеної води.

Всі ці методи дозволяють збільшити площу контакту фаз при подальшому екстрагуванні зерна.

На другій стадії для удосконалення екстрагування використовують:

- перемішування маси;
- ротаційну екстракцію за допомогою центрифуг.

Ці методи дозволяють значно збільшити швидкість екстрагування.

На третій стадії основною метою є збереження всіх властивостей готового продукту. Для цього використовують сублимаційне сушіння та мембранне фільтрування

З метою інтенсифікації таких процесів у харчовій промисловості також широко використовують технології пов'язані із обробкою сировини рослинного походження за допомогою енергії НВЧ. Таке оброблення має ряд переваг, які полягають в тому, що електрична енергія безпосередньо перетворюється в енергію коливального руху рідини. Використання НВЧ у процесі виробництва розчинної кави надає такі переваги: прискорення процесу екстрагування за рахунок збільшення коефіцієнта конвективної дифузії; забезпечує селективне та об'ємне нагрівання середовищ, яке призводить до значного збільшення міжфазних поверхонь, послаблення міжклітинних і внутрішньоклітинних зв'язків і порушення цілісності клітини, внаслідок чого відбувається максимальна віддача БАР. Дія поля НВЧ на полярні молекули екстрагента також призводить до утворення бульбашок газової фази, що супроводжується створенням ударних хвиль з акустичною частотою. Поле механічних коливань, що виникає таким чином, інтенсифікує дифузію екстрагента в клітини сировини за рахунок підвищення проникності клітинних мембран. В результаті полярний екстрагент просочує рослинні тканини швидше. Попадання полярного екстрагента всередину рослинних клітин, що постійно перебувають під впливом поля НВЧ, призводить до закипання полярного екстрагента усередині клітин рослинного матеріалу і різкого збільшення внутрішньоклітинного тиску і температури сировини. Крім того, утворення і спливання в екстракційній суміші бульбашок газової фази призводить до її інтенсивного перемішування, що підвищує значення чисел Біо, тобто рівномірності розподілу екстрактних речовин за об'ємом екстрагента, і прискоренню процесу оновлення поверхні контакту фаз, тобто до зростання числа Рейнольдса. Відомо також, що акустичні коливання широкого спектру частот і амплітуд, що виникають в рідині, значно скорочують час процесу екстрагування і підвищують вихід біологічно активних речовин. Низькочастотна компонента коливань сприяє підвищенню швидкості обтікання, тобто зниженню зовнішнього дифузійного опору. Високочастотна компонента коливань сприяє усуненню екранування частинок, що екстрагуються, інертними твердими або газоподібними домішками або продуктами реакції.

УДК 637.523

Пацинський Д.Е. - гр. ХО-42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИПРОБУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПЕЧЕЙ**

Науковий керівник: асистент Погорілець І.Г.

Теплові випробування пічних агрегатів проводять з метою виявлення техніко-економічних і технологічних показників у відношенні якості виробу, асортименту, виходу продукції, зручність обслуговування і надійності роботи агрегату, питомої витрати палива, технологічної пари, електроенергії та інше.

За точністю вимірів і визначення балансу тепла теплові випробування діляться на парадні, експлуатаційні і тренувальні.

Парадні випробування проводяться при гранично можливих оптимальних умовах зазвичай на перших зразках печей нової конструкції чи реконструйованих. При цьому ставиться мета отримати повну прив'язку всіх елементів витрати тепла, яке виділилося в топці в результаті горіння з зіставленням повних характеристик додаткового обладнання.

Експлуатаційні випробування проводяться з метою виявлення недоліків і дефектів пічної установки, визначення оптимального режиму роботи, виявлення і оцінки ефекту від впровадження раціоналізаторських рішень та інше.

Експлуатаційні випробування можуть бути скороченими і повними, в залежності від поставлених до них вимог. При спрощених випробуваннях достатньо визначити корисно витрачене тепло на випікання хліба і втрату тепла з газами, а також від хімічної і механічної неповноти згорання.

Тренувальні випробування проводяться для перевірки роботи вимірювальних приладів, навчання наглядців і отримання попередньої характеристики роботи пічного агрегату і допоміжного обладнання. Дефекти виявлені в роботі пічного агрегата при тренувальних випробуваннях, усувають до проведення основних досліджень.

При всіх видах випробування, досліди потрібно дублювати, приймаючи за основу середнє їх значення.

Тривалість випробування в залежності від теплоємності масиву пічного агрегата визначається в кожному окремому випадку:

- для печей з великою акумуляцією (жарові, ХПЛ та інші) не менше 16 годин.
- для печей з середньою акумуляцією (ФТЛ-2, АЦХ, ХВЛ і ХВК ) не менше 10-12 годин.
- для печей з малою акумуляцією (печі з внутрішнім спалюванням газу, електропечі та інші) не менше 8 годин.

Приступити до парадних чи експлуатаційних випробувань можна лише при встановленому тепловому режимі печі, тобто коли температура виміряна в одній точці пекарної камери протягом 8 годин при випіканні виробів одного виду і ваги, коливається в межах  $\pm 5\%$ .

Для печей великої акумуляції такий стан, за даними Н.А.Голубова, настає через 25 суток після початку розігріву печі, для печей середньої акумуляції – через 15 і малої – через 6 суток.

Зархованим асортиментом, який дозволяє віднести пічний агрегат до типу печей, які випікають широкий асортимент виробів, являється житній формовий хліб, міська булка і український хліб.

Цей асортимент обов'язковий при парадних випробуваннях і визначення технологічної спеціалізації пічного агрегату.

При проведенні випробувань необхідно:

1. Сорт муки перевіряти відповідно до сертифікату і даним аналізу лабораторії.
  2. Тісто приготувати згідно рецептурі, яка затверджена технологічним планом заводу.
  3. Проби тіста для визначення кислотності відбирають при малій потужності печей із розрахунку двох проб на кожну діжу, а середньої і більшої потужності – по одній пробі із кожної діжки і при неперервному замісі – через кожні 3 години. Для визначення вологості тіста проби потрібно відбирати не менше трьох раз протягом випробування.
  4. Нерівномірність і вага кускового тіста допускається в межах  $\pm 2,5\%$  для штучних виробів і  $\pm 4\%$  для вагового хліба.
  5. Не допускають скоринок і тріщин на поверхні кусків тіста.
  6. Попередньо встановлюють температуру, вологість пароповітряної суміші і довжину випікання сорту виробів.
  7. Щоб не було притисків при посадці тістових заготовок для черневих сортів виробів інтервали між торцями кусків залишають не менше 35 мм, а між боковими сторонами для мало штучних виробів вагою до 0,2 кг – 20 мм, від 0,4 до 0,8 кг – 30 мм і від 1 кг і більше – 35 мм.
  8. Зразки хліба для аналізу відбирають три рази протягом випробувань: на початку, середині і кінці. Число зразків повинно бути не менше дванадцяти, половину із них слід перевіряти в лабораторії за фізико-хімічними і органолептичними показниками (кислотність, вологість, зовнішній вигляд, смак, колір, запах).
  9. Зразки хліба маркують з вказівником на ярлику номера зразка, часу і місця відбору, довжини випікання і для зразків, які відібрані на вологість гарячого хліба, - вага і їх момент виходу з печі.
  10. Упікання в печах з стаціонарними і видовженими черенами визначають в п'яти точках черену через кожні 40 хвилин, а в конвеєрних печах через кожні 20 хвилин в одній точці по довжині люльки або через кожні 40 хвилин в трьох точках.
- Аналіз димових газів характеризує якість паливного процесу і дозволяє робити висновок про коефіцієнт надлишку повітря. про підсосування зовнішнього повітря в канали а також про хімічну повноту згоряння.
- При експлуатаційних дослідженнях достатньо проводити ручним газоаналізатором аналіз газів тільки на процентний вміст  $RO_2$  та  $RO_2+O_2$ .
- В якості поглиначів використовують:
- для визначення  $RO_2$  – розчин їдкого калію KOH, або їдкого натрію NaOH;
  - для поглинання  $O_2$  – лужний розчин пірогалової кислоти  $C_6H_3(OH)_3$ .
- Склад для поглинання триатомних газів ( $RO_2$ ) приготувати наступним чином: 50 г їдкого калію або 25 г їдкого натрію розчиняють а  $100\text{ см}^3$  дистильованої води.
- Для поглинання кисню 15 г пірогалолу розчиняють в  $30\text{ см}^3$  гарячої дистильованої води і додають  $80\text{ см}^3$  50%-ного розчину їдкого калію. При використанні замітника пірогалолу – (пірогалолу А) для приготування  $175\text{ см}^3$  (на одну зарядку газоаналізатора) 5,8 % - ного розчину розчиняють 24 г пірогалолу А в  $160\text{ см}^3$  21% - ного водного розчину їдкого натрію.
- Якість палива визначається в лабораторії хлібозаводу шляхом аналізу палива на вологість і зольність з подальшим підрахунком нижчої теплотворності робочого палива за допомогою табличних даних гарячої маси палива.
- Усі дані досліджень заносять у журнал дослідження хлібопекарної печі.

УДК 628.322

Петрина Г. – ст. гр. ХО-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАЛКІВ ВАЛКОВИХ ВЕРСТАТІВ НА ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ.**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Закалов О.В., асистент Погорілець І.Г.

Зробивши огляд літератури, було виділено ряд конструктивних параметрів валкових верстатів, які впливають на ефективність процесу подрібнення.

До кінематичних параметрів, які впливають на ефективність процесу подрібнювання, відносяться: величина колової швидкості швидкообертового валка  $v_{ш}$ ; величина колової швидкості повільно обертового валка  $v_n$ ; відношення колових швидкостей валків

$$K = \frac{v_{ш}}{v_n}.$$

Як показує вивчення даного питання, діаметр  $D$  і довжина  $L$  валків, як геометричні параметри нерозривно зв'язані, і цей взаємозв'язок диктується забезпеченням необхідної твердості валків, тобто мінімально припустимим їхнім прогином під час роботи. Щодо технологічного значення діаметра валків то є суперечливі думки. Так, С. Д. Хусид у результаті проведених досліджень прийшов до висновку про те, що при постійному міжвалковому зазорі  $b$  з збільшенням діаметра рифлених валків  $D$  підвищується вихід крупок, дунстів і борошна, трохи знижується зольність цих продуктів, а питома витрата енергії залишається незмінною. Це пояснюється збільшенням шляху обробки продукту в робочій зоні валків при збільшенні їхнього діаметра.

А. В. Панченко, Г. Д. Гальперін Л. И. Котляр вивчали процес подрібнювання пшениці II групи скловидності на валковому верстаті з набором різних діаметрів валків ( $D=75-300$  мм) в умовах I драної системи. У результаті проведених досліджень було встановлено, що зменшення діаметрів валків  $D$  від 250 до 100 мм викликає підвищення виходу крупок і дунстів, а також незначне збільшення їхньої зольності. Витрата енергії при цьому практично не змінювався. Автори пояснюють це явище підвищенням швидкості деформування і зниженням розпірного зусилля в робочій зоні валків меншого діаметра.

До зменшення діаметра валків  $D$  призивав також П.А.Козьмін. Я. Н. Куприц приводить матеріали про високу ефективність процесу подрібнювання на одному із закордонних млинів, обладнаного верстатами з діаметром валків  $D=175$  мм і довжиною валків  $L=600$  мм.

Зі зміною діаметра валків  $D$  істотно змінюються умови силового навантаження часток продукту, що подрібнюється, у робочій зоні, оскільки змінюються геометричні розміри зони деформування (рисунок 1.) яка характеризується вхідним  $a$  і вихідним  $b$  міжвалковими зазорами і довжиною шляху обробки продукту  $l$ , що визначається кутом захоплення продукту  $\alpha$ . Відносна швидкість зсувних зусиль  $v_0$  в точці захоплення продукту спрямована перпендикулярно до лінії, що з'єднує точки захоплення з миттєвим центром обертання  $P$ . Довжину шляху обробки продукту  $l$  у робочій зоні валків можна визначити за формулою:

$$l = \frac{\pi}{360} D \alpha$$

де  $D$  - діаметр валків;  
 $\alpha$  - кут захоплення продукту.

Встановлено, що довжина обробки  $l$  прямопропорційна діаметра валків  $D$ , а кут захоплення  $\alpha$ - оберненопропорційний йому при інших однакових умовах. Значить, з зменшенням діаметра валків  $D$  довжина шляху обробки продукту  $l$  скорочується, а кут захоплення  $\alpha$  збільшується.

Зі зменшенням діаметрів валків  $D$  градієнт швидкості рушійних зусиль, збільшується в напрямку вихідного міжвалкового зазору  $b$ , що викликає підвищення швидкості деформування продукту, що подрібнюється, і збільшення ступеня його подрібнювання.

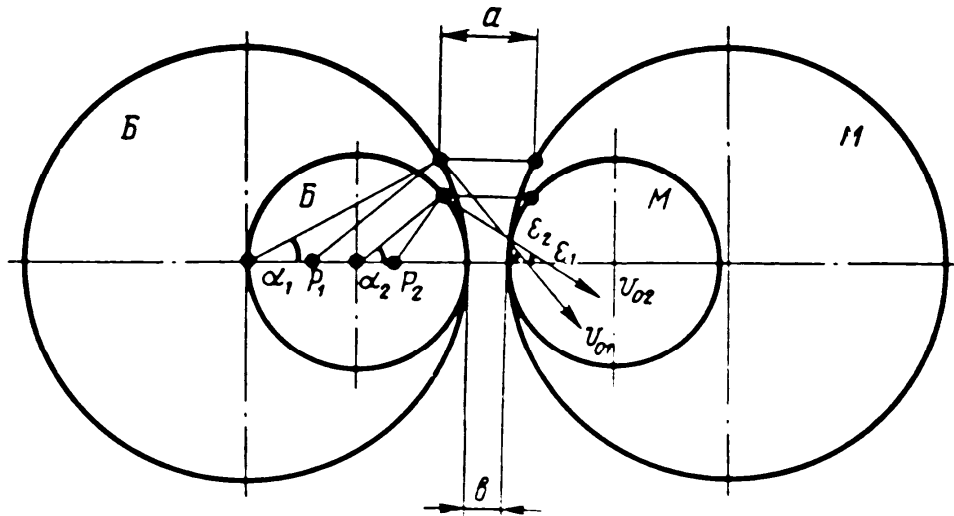


Рисунок 1. Зміна зони і умов деформування зернових продуктів при різних діаметрах валків  $D$ .

Швидкість деформування часток продукту  $W$  можна виразити, як швидкість зменшення їхніх лінійних розмірів, вважаючи при цьому, що частка продукту, що подрібнюється, змінює свої розміри від  $a$ , (величина вхідного міжвалкового зазору) до  $b$  (величина вихідного міжвалкового зазору), тоді:

$$W = \frac{a - b}{at} (1/c)$$

де  $a$  - величина вхідного міжвалкового зазору;  $b$  - величина вихідного міжвалкового зазору;  $t$  - час перебування частки в робочій зоні.

$$t = \frac{l}{v_c} = \frac{0.7\sqrt{(a - b)D}}{v_c}$$

де  $v_c$  - швидкість частинки;  $D$  - діаметр валків.

Підставивши в рівняння значення  $t$  і  $v_c$ , одержимо:

$$W = \frac{(a - b)v_c}{a \cdot 0.7\sqrt{(a - b)D}} = \frac{1.4v_c\sqrt{a - b}}{a} = 1.4v_{uu} \frac{K - 1}{2K} \sqrt{\frac{1 - b}{aD}}$$

Швидкість деформування часток продукту за інших рівних умов обернено пропорційна діаметрові валків  $D$ .

УДК 663.059

Сагаль В. – ст. гр. ХО – 42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ РОЗЛИВУ ТА ФАСУВАННЯ ХАРЧОВИХ РІДИН**

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

Устаткування розливу призначене для фасування харчових рідин (питної, газованої, мінеральної води, горілки, вина, пива, квасу, чаю, слабоалкогольних напоїв, молока, соків, ліків і т.д.), а також нехарчових рідин (шампунів, рідкого мила, паливно-мастильних матеріалів і т.д.) Залежно від типу тари в яку проводиться розлив продукції обладнання може бути для розливу в скляні пляшки, пластикову ПЕТ тару, а також в алюмінієві банки. За типом розливу лінія розливу може бути лінійного або «карусельного» типу. При лінійному розливі на автомат розливу надходить кілька пляшок, вишикованих в ряд, для одночасного розливу, на відміну від «карусельного» розливу при якому пластикові пляшки послідовно надходять по одній.

Вітчизняне обладнання за своїми технічними характеристиками здебільшого не поступається світовим аналогам, а ціни на нього значно нижчі, таке обладнання виготовляють у стислий термін з урахуванням індивідуальних додаткових вимог покупця.

Сучасні розливочні автомати для розливу в скляну тару є в основному пристроями карусельного типу, в яких на нерухомій станині з розташованими на ній механізмами встановлений обертовий видатковий резервуар для прийому рідини з розливними приладами і поплавковою системою підтримування при фасуванні постійного рівня продукту. Порожні пляшки підводяться до розливного автомата пластинчастим конвеєром і завантажувальною зірочкою подаються на підйомні столики. Підйомні столики піднімають пляшки до фасувальних пристроїв, пляшки при цьому центруються дзвіночками.

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, джеми та інше. Існують автомати, призначені для стерильного розфасування продуктів у тару з полімерних, картонних і комбінованих матеріалів. Стерильне розфасування забезпечується стерилізацією тари і створенням стерильних умов у зоні роботи обладнання. Основні переваги розливу в асептичну картонну упаковку: простота використання; тривалий термін придатності продукту. Простота зберігання для наступної поставки в супермаркети і кінцевому споживачеві; гарантія високої гігієнічності; не потрібна охолоджувальна система. Крім того, асептичні упаковки запобігають ризику забруднення продукту без втрати якості, смаку і поживних властивостей. І в той же час для вітчизняних виробників це дорогий вид упакування.

Установка для фасування молока УФАС-1200М відіграє суттєву роль у виробничому процесі виробництва молокопродуктів, забезпечуючи товарний вигляд тари. Надійності роботи і швидкості ремонту даного типу обладнання надається суттєвого значення. УФАС-1200М – установка для фасування молока, соків, кефіру, ацедофіліну, ряжанки, біфідопродуктів, сметани, кислого молока, йогуртів, вершків із збільшеним терміном зберігання в сучасні ламінуючі, у тому числі фольговані, картонні пакети типу "PURE-PAK" або "TETRA-REX" об'ємом 0,5л, 1,0л. Процес фасовки і запечатування на автоматі УФАС-1200 відбувається в чистому повітряному або захисному (газовому) середовищі класу 10 або 100. Знезараження пакетів здійснюється високоінтенсивним імпульсним ультрафіолетовим випромінюванням з ефективністю не менше 99,97%..

УДК 664.002

Сиротюк О. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИБІР ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРНИХ КОНВЕЙЄРНИХ ПЕЧЕЙ.**

Науковий керівник: асистент Погорілець І.Г.

Наведемо вибір температурних режимів на прикладі печі марки ФТЛ-2. Після просушування, огляду і пробної обкатки пічного конвеєра з навішеними люльками, піч розпалюється з доведенням робочої температури в пекарній камері.

Спочатку необхідно провести в печі пробні випічки хліба і хлібобулочних виробів, передбачених проектом заводу до вироблення на цій печі, протягом трьох діб безперервної роботи печі на декількох сортах. При цьому визначається для кожного виду виробів робоча температура пекарної камери, режим ведення процесу паління, періоди очищення камери згорання і газоходів. Перевіряється прогрітість водогнагрівних казанків і наявність циркуляції між ними і центральними баками. Перевіряється працездатність системи зволоження і параметри підведеної пари.

Перевіряється пропікання виробів зверху і знизу. Якщо буде виявлено, що знизу хліб пропікається більше, ніж зверху, то ні в якому випадку не можна вистилати верхній лист радіаторної коробки з боку пекарної камери азбестовим листом, так як при цьому тепловіддача від аркуша набагато зменшується, температура аркуша сильно зростає і з часом лист вигоряє. Не слід робити цього і з нижнім листом.

У таких випадках необхідно перевірити правильність монтажу радіаторних коробок за технічними умовами. Якщо монтаж виконаний правильно, то вирівнювати пропікання виробів слід регулюванням процесу паління шляхом збільшення або зменшення коефіцієнта надлишку повітря в камері згорання, збільшенням товщини вистилки нижнього листа радіаторних коробок з боку руху газів шляхом розкидання на лист битої шамотної цегли з подальшим підсіпанням шамотного порошку і т.д. Можна частково застелити азбестовим листом склепіння нижнього каналу. Якщо все це не усуне нерівномірного пропікання, то частину газів можна перепустити вздовж радіаторних коробок.

При виявленні різниці температур по ширині пекарної камери (температурного перепаду) необхідно заслінками відрегулювати кількість газу, що підводиться на кожну сторону. Після цього слід провести визначення пропікання по ширині пекарної камери.

При роботі печі необхідно тримати щільно закритими дверцята оглядових люків і аварійного люка, а при наявності нещільностей-замазати їх глиною. Ритм роботи печі потрібно встановити, використовуючи наявне у печі реле часу, залежно від часу випічки даного сорту продукції.

Для печей ФТЛ-2 можна використовувати люльки шириною 350 мм. При випічці формових виробів на люльку вкладається 8 секцій. Вони розташовуються впоперек люльки. При такому розташуванні форм на люльку одержуємо нерівномірне пропікання середніх і крайніх буханців. Середні буханці, як правило, мають слабкі скоринки і більш високу вологість. Пропікання крайніх і середніх буханців неоднакові. При такому положенні 67% хліба випікається, як правило, перепеченим, а 33%-недопеченого. Необхідно відмовитися від застосування багаторядного розташування форм з тістом на люльки, перейшовши на однорядне, для цього застосовуються люльки шириною 220 мм і кроком 280 мм (через дві ланки). Це дозволяє поліпшити якість випікається фірмових виробів і підвищити продуктивність печі на 10-12%.



УДК 628.322

Сиротюк О. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВАРИАНТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРНИХ КОНВЕЙЄРНИХ ПЕЧЕЙ.**

Науковий керівник: асистент Подгорілець І.Г.

Піч ФТЛ-2 є найпоширенішою і випікає різноманітну продукцію. Піч ФТЛ-2 вперше була створена в 1940 р. Прагнучи пристосувати піч до місцевих умов і продукції, яка випікається, можна запропонувати кілька модернізацій, основною метою яких було збільшення продуктивності печі та покращення зволожувального режиму, що приведе до покращення якості хлібо-булочних виробів.

Конструктивне рішення поставлених завдань проводилося в двох напрямках:

1) створення кращого режиму зволоження паром в I зоні випічки і збільшення продуктивності печі шляхом встановлення третього валу з зубчатими колесами  $Z = 16$ ;

2) подовження зони зволоження шляхом опускання привідного валу на висоту до 900 мм від рівня фундаменту.

Нижче наводяться два варіанти реконструкції печі.

1. Сутність модернізації полягає в наступному:

- зона зволоження буде відділена від пекарної камери екраном в результаті чого зменшиться вентиляція камери; в передній частині печі влаштований «паровий мішок» без обігріву, перекритий металевим склепінням, виконаним із сталевих листів (2-5 мм) з зварюванням стиків суцільним швом, що забезпечить герметичність цієї зони.

- конвеєр печі потрібно подовжити на 7 люльок, і встановити третій вал з двома ланцюговими блоками. Всього в печі стане 27 люльок. Радіаторну коробку подовжити до 1900 мм. Вистилка нижнього листа радіаторних коробок виконати товщиною 65 мм. Для зволоження середовища пару подати через отвори  $d = 10$  мм (крок 50 мм) у двох парах труб  $d = 100$  мм, розташованих по обидва боки люльки.

- у вертикальних каналах встановити заслінки для регулювання потоку газів, що проходять в верхній канал, оминаючи радіатор, витяжний канал служитиме для випуску пари при випічці формового житнього хліба.

2. Модернізація печі ФТЛ-2 з установкою 24 люльок полягає в наступному:

- товщина задньої стінки печі зменшується до 210 мм (вертикальні канали в задній стінці не викладаються), задній вал зміщується до сторони палильної камери на 420 мм;

- передня стінка нижче посадкового гирла розбирається і замінюється металевим листом, причому цей лист робиться шириною 2300 мм і висотою 1600 мм;

- передній вал опускається на 340 мм і зміщується на 250 мм до переду печі.

Перестановка валів дозволяє подовжити конвеєрний ланцюг на 1680 мм (12 ланок), що дає можливість додатково підвісити 4 люльки.

- для отримання додаткового тепла в пекарній камері поверхню радіаторних коробок збільшується шляхом подовження її в бік заднього валу на 430 мм, загальна довжина коробки при цьому становить 1960 мм. Вистилка нижнього листа радіаторної коробки у другій її половині не проводиться.

Вертикальні бічні газоходи модернізації не підлягають.

З метою механізації вивантаження черенового хліба з печі встановлюється пристрій, який складається з копіра, установлюваного на швелері рами і призначеного для перекидання люльок.

УДК 621.322

Сиротюк О. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УМОВИ СТІЙКОЇ РОБОТИ ІНЖЕКЦІЙНИХ ПАЛЬНИКІВ.**

Науковий керівник: асистент Погорілець І.Г.

В камерах згорання хлібопекарських печей в основному застосовуються три типи газових пальників: блок інжекційних пальників низького тиску, інжекційні пальники середнього тиску і пальники внутрішнього змішання з примусовою подачею повітря.

Інжекційні пальники низького тиску відрізняються простотою пристрою, обслуговування їх нескладно: вони можуть працювати на низькому тиску газу, не вимагаючи спеціальної установки і витрати енергії на подачу повітря. Коефіцієнт надлишку в зазначених пальниках коливається від  $\alpha = 1,2$  до  $\alpha = 1,5$  і більше, що цілком задовольняє умови спалювання газоподібного палива в камері згорання, де відсутня «пряма» віддача тепла поверхням нагрівання.

При роботі зазначених пальників необхідно мати на увазі, що при зменшенні подачі повітря швидкість горіння суміші буде знижуватися, а полум'я збільшуватися, і кінчик факела стане жовтого кольору. Цей момент відповідає найменшій подачі повітря, при якому полум'я світиться. При подальшому зменшенні подачі повітря полум'я збільшується в кілька разів і цілком стає жовто-солом'яного кольору, в цьому випадку отримати повне згорання газу буде важко.

Потемніння полум'я і поява на його кінцях червонуватого відтінку і кіптяви - явні показники неповного згорання (хімічний недопал).

При збільшенні подачі повітря понад нормою полум'я зменшиться, стане більш прозорим і почне відриватися від пальника, при цьому пальник буде сильно гудіти. Відрив полум'я буває неповний, коли газоповітряна суміш горить на деякій відстані від пальника. При такому горінні газу також виходить великий хімічний недопал. При повному відриві полум'я настає небезпечне становище, коли можливої загазованості в камері згорання і каналів печі.

Необхідно пам'ятати, що підвищувати тиск газу перед пальником вище встановленого для даної верхньої межі неприпустимо, щоб уникнути відриву полум'я. Не можна допускати і зниження тиску нижче дозволеного, так як це негайно приведе до проскакування полум'я в пальник.

Інжекційні пальники середнього тиску по пристрою і принципу роботи в основному не відрізняються від інжекційних пальників низького тиску. Ці пальники працюють на принципі інжекції (підсосу) необхідного для горіння повітря.

Повне згорання газу забезпечується при мінімальному надлишку повітря ( $\alpha=1,05$ ). Однак для оберігання футерування топків хлібопекарських печей коефіцієнти повітря слід збільшити до  $\alpha=1,45 \div 1,5$  шляхом підсосу вторинного повітря в топку.

Пальники внутрішнього змішання з примусовою подачею повітря працюють при тиску газу від 0,5 до 2 кПа і тиску повітря від 0,5 до 4 кПа. Повітря для горіння подається вентилятором.

При подачі повітря в кількості необхідного для згорання палива, спалювання газоповітряної суміші слід проводити в тунелях. Цей захід забезпечить більшу стійкість роботи пальників і більш повне згорання газу. Поряд із застосуванням тунелів для отримання стійкого і повного згорання газоповітряної суміші в цих пальниках

використовують гірки з битої шамотної цегли, на які спрямовують з пальника струмінь палаючої газоповітряної суміші.

Регулювання роботи пальників встановлюється зміною подачі в них газу і повітря за допомогою кранів і повітряних клапанів. За відсутності газоаналізаторів слід керуватися кольором полум'я. Полум'я повинно бути рівне, спокійне, блакитно-фіолетового кольору, з переходом у жовто-солом'яний колір, прозоре.

При нестачі повітря, полум'я темніє, стає менш прозорим, більш довгим, жовтого кольору з червонуватим відтінком. При надлишку повітря полум'я безбарвне, нестійке, при цьому пальник сильно гуде.

Щоб уникнути проскакування факела полум'я або відриву його від пальника тиск газу і повітря повинні бути в межах, передбачених експлуатаційною інструкцією для даної конструкції пальника.

Умови стійкої роботи газових пальників. З викладеного вище зрозуміло, що безпечно і економічне спалювання горючих газів неможливо без стійкості полум'я пальників. Тому варто коротко повторити ті основні положення, які спрямовані на забезпечення стійкості полум'я пальників і повинні лягти в основу їх обслуговування.

Щоб уникнути відриву полум'я від пальників, слід:

- не допускати роботи пальників з перевантаженням, тобто при більшому тиску газу і повітря ніж це передбачається інструкцією з експлуатації;

- збільшення подачі газу і повітря в пальники проводити поперемінно, невеликими порціями, шляхом повільного відкриття кранів, засувки, дроселів і повітряних шайб;

- не допускати роботи пальників із зайвим шумом, гудінням, відривами нестійкого полум'я, що свідчить про занадто велику вихідну швидкість газоповітряної суміші або надлишку повітря;

- в пальники під час їх розпалу не давати повітря більше 50-60% від необхідного для горіння газу до тих пір, поки тунелі або гірці не встановиться температурний режим;

- збільшення навантаження пальників до повної потужності проводити тільки при розігріві футеровки камери згорання до червоного розжарювання, припинити роботу пальників при руйнуванні футеровки;

- не проводити різкого збільшення сили тяги в камері згорання, особливо при застосуванні пальників низького тиску; при відриві полум'я від пальника потрібно припинити подачу газу в пальник. Запалювання пальника допустимий тільки після вентиляції камери згорання протягом 10-15 хв.

Щоб уникнути проскакування полум'я, слід:

- 1) не допускати роботи пальників з недовантаженням, тобто при тиску меншому, ніж передбачено інструкцією з експлуатації;

- 2) збільшуючи навантаження пальників, спочатку збільшувати подачу газу, а потім повітря; при зменшенні навантаження пальників, навпаки, спочатку зменшити подачу повітря, а потім газу;

- 3) запалювання пальників проводити на вторинному повітрі; первинне повітря в цей момент повинно бути закритим і надходження його в пальник дається після загорання газу;

- 4) при гасінні пальників зменшити їх навантаження до мінімального, допустимого згідно з інструкцією, і перш ніж зовсім закрити надходження газу, припинити подачу повітря;

- 5) не допускати роботи пальників з відкладеннями бруду всередині змішувачів, з пошкодженими краями вихідних насадок пальників.

УДК 664.002

Терещук В. – ст. гр. ХОмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИМОГИ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ НОВИХ МАШИН В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.**

Науковий керівник: асистент Погорілець І.Г.

Високі темпи розвитку вітчизняного машинобудування та поява складних високопродуктивних машин, автоматів і потокових ліній, зупинка яких навіть на короткий час призводить до значних втрат, порушення ритмічності виробництва і скорочення випуску продукції, поставили перед наукою і виробництвом проблему підвищення надійності та довговічності машин.

Надійність і довговічність - це ті властивості машини, які характеризують її роботу в часі, тобто визначають ступінь і характер змін її параметрів в результаті експлуатації (робота, ремонт, зберігання, транспортування, випробування, встановлення). Визначення надійності і довговічності виробу базується на понятті про його працездатності. Працездатністю називається стан виробу, при якому він здатний виконувати задані функції з параметрами, встановленими технічними вимогами.

Надійність - це властивість виробу виконувати задані функції при збереженні своїх експлуатаційних показників у заданих межах протягом необхідного проміжку часу. Якщо розглядати деталь, то характеристикою її працездатності є термін служби або напрацювання. Термін служби - це календарна тривалість експлуатації деталі (виробу), напрацювання-тривалість роботи деталі (виробу) в одиницях часу або інших одиницях, що характеризують тривалість її роботи (обсяг роботи, число циклів і т. п.).

Основним показником надійності є ймовірність безвідмовної роботи виробу. Безвідмовність - це властивість виробу безупинно зберігати працездатність, тобто не мати відмов протягом певного терміну служби (роботи) за певних умов експлуатації.

Відмова є така подія, яка полягає в порушенні працездатності машини або її елемента, наприклад, поломка пружини закупорювального механізму, порушення точності дозування.

Під певними умовами експлуатації виробу розуміються, зокрема, вказані в технічній документації параметри матеріалу, що переробляється, технологічного процесу, допоміжних матеріалів і т. д.

При оцінці безвідмовності машини цікавий сам факт припинення нормального функціонування машини, а не час чи кошти, необхідні для відновлення втраченої працездатності.

Безвідмовність роботи машини характеризується також напрацюванням на відмову, або середнім часом її роботи між послідовними відмовами; інтенсивністю відмов, або ймовірністю відмов, виробу який не підлягає ремонту за одиницю часу після даного моменту часу за умови, що відмова до цього моменту не настала.

Будь-яка машина складається з окремих елементів (деталей, складальних одиниць), що знаходяться в складній взаємодії, і відмова будь-якого з них відбивається на правильному функціонуванні машини в цілому.

Найбільш характерний випадок, коли відмова одного елемента виводить з ладу всю систему, як це має місце при послідовному з'єднанні елементів. Велика частина приводів машин і механізми передачі підкоряються цій умові. Якщо, наприклад, в

приводі машини вийде з ладу зубчасте колесо, підшипник, муфта, насос, електродвигун, то весь привід перестане функціонувати. При цьому окремі елементи не обов'язково повинні бути з'єднані послідовно.

Ймовірність безвідмовної роботи такої системи дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи елементів.

Складні системи, що складаються з елементів високої надійності, можуть володіти низькою надійністю за рахунок наявності великої кількості елементів.

Для підвищення надійності складних систем застосовують резервування, тобто створюють дублюючі елементи. При виході з ладу одного з елементів дублер виконує його функції та система не припиняє своєї роботи. Резервуванням можна значно підвищити надійність системи. Однак доцільність резервування повинна бути виправдана економічно, так як вона призводить до ускладнення системи та подорожчання. Довговічність - це властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонтів. Час роботи виробу (напрацювання) до граничного стану, вказаного в технічній документації, називається ресурсом. Граничний стан обумовлюється фізичної стійкості виробів, небезпекою його подальшої експлуатації або економічними факторами. Для багатьох машин - це час до капітального ремонту або весь період експлуатації до морального зносу.

Довговічність машини характеризує її здатність виконувати свої робочі функції з мінімальними витратами на заміну зношених деталей, ремонт і обслуговування. Чим менше сумарні витрати часу та коштів, йдуть на відновлення працездатності машини протягом усього періоду її експлуатації, тим вище її довговічність.

Час, який витрачається на ремонт і технічне обслуговування, залежить не тільки від методів експлуатації і технології ремонту, але й від конструкції виробу, його придатності для ремонту та обслуговування.

Ремонт придатність - це пристосованість виробу до попередження, виявлення та усунення відмов шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтів. Визначається вона витратами часу тобто є складовою частиною довговічності.

Довговічність і безвідмовність відображають різні сторони одного явища. Машина може бути безвідмовною, але недовговічною. В цьому випадку вона працює заданий період часу з високим ступенем безвідмовності, а потім виходить з ладу. Відновлення ж її працездатності вимагає великих витрат часу і коштів. Таким чином, машина буде мати високий коефіцієнт надійності і низький коефіцієнт довговічності.

Машина може бути довговічною, але володіти низькою безвідмовністю, якщо протягом заданого періоду часу безперервної роботи вона часто потребує підналагодження і ремонту. Однак час, який витрачається на відновлення її працездатності, невелика (наприклад, швидка заміна недорогої деталі, що вийшла з ладу). У цьому випадку машина буде мати низький коефіцієнт надійності і високий коефіцієнт довговічності.

Більш висока надійність досягається за рахунок додаткових витрат. У зв'язку з цим часто користуються поняттям «ціна надійності».

Загальні витрати на виготовлення виробу складаються з постійних витрат, що не залежать від вимог надійності, і змінної складової витрат, зумовлених вимогами надійності.

Інтенсивна експлуатація сучасних машин, їх автоматизація та насиченість різноманітними механізмами і керуючими пристроями, висока точність роботи яких повинна бути забезпечена протягом усього періоду експлуатації, пред'являють великі вимоги до показників надійності і довговічності як до одних з головних при оцінці якості машини, яка конструюється.

УДК 664

Терещук В. – ст. гр. ХОмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗОВНІШНЄ ОФОРМЛЕННЯ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ НОВИХ МАШИН В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.**

Науковий керівник: асистент Погорілець І.Г.

Останнім часом все більшого значення набувають технічна естетика і художнє конструювання при створенні нових машин, потокових автоматичних ліній. Якщо всередині цеху багато світла, повітря, якщо елементи машин і машини в цілому мають пропорційні співвідношення, приємну форму, відповідне забарвлення, то така обстановка не втомлює людину, створює гарний настрій, підвищує продуктивність праці.

Інженер-конструктор забезпечує взаємодію вузлів і деталей машини, її високі експлуатаційні характеристики і надійність, максимальний коефіцієнт корисної дії, мінімальну металоємність і високий рівень технологічності. Художник-конструктор дбає про зорової цілісності форми виробу, про правильне вираженні в формі виробу його призначення та способу користування ним, про забезпечення пропорційності виробів людині, про відображення у формі виробу ознак переважаючого в даний момент в формоутворенні виробів даного виду стилю.

Технічна естетика - це наука про закони художньої творчості у галузі техніки. Вона формує вимозі до зовнішнім якостям промислової продукції (машин, апаратів), а також до обстановки, в якій вона експлуатується або споживається. При цьому враховується як емоційний вплив цих зовнішніх якостей виробу й обстановки на людину, так і весь комплекс властивостей, притаманних цим технічним засобам.

Художнє конструювання, або дизайн - це особливий синтез матеріальної і духовної культури, синтез науки, техніки і мистецтва, заснований на специфічному єдності аналітичного та образного мислення. Художнє конструювання як новий вид професійної діяльності виникло в лоні інженерного проектування в зв'язку з розвитком масового виробництва виробів, безпосередньо призначених для використання людиною, а також у зв'язку із загальним підвищенням споживчих вимог до якості промислових виробів.

Зусилля художників-конструкторів спрямовані на створення таких промислових виробів - машин, приладів, транспортних засобів тощо, які відрізняючись високими експлуатаційними властивостями - технічними характеристиками, зручністю в користуванні, технологічністю, ремонтпридатністю і т. п., володіли б і естетичними перевагами. Інакше кажучи, вироби, які пройшли художньо-конструкторське оброблення, мають бути корисними і красивими.

Під корисністю промислових виробів мається на увазі перш за все їх соціальна корисність. Це означає, що вони повинні полегшувати людині умови праці. На практиці - це машини та прилади, які звільняють людину від важкої фізичної праці, виконання одноманітних і утомливих операцій.

Естетичний вигляд машини - це вираження в першу чергу технічної доцільності, відповідність форми технологічному призначенню та зручності обслуговування. Ясність і простота - також вимоги сучасної технічної естетики. Разом з тим на основі психологічних дослідів технічна естетика формує ряд вимог і рекомендацій виконання яких конструктором-машинобудівником сприяє створенню більш сучасних машин. Так, наприклад, машина або верстат, які добре відповідають своєму призначенню і

забезпечують високу продуктивність при високій якості продукції, але при цьому створюють сильний шум, стомлюючий і гнітючий робітника, не можуть бути сприйняті ним як красиві навіть у тому випадку, якщо їх форми і колірне рішення будуть досконало бездоганними.

Важливим фактором у справі створення гармонійного зовнішнього вигляду машини є певна пропорційність несучих конструкцій. Все має бути в міру, щоб око підсвідомо відчувало, що розміри, співвідношення об'ємів окремих частин машини гармонійні. Для технологічних стаціонарних машин як статичних споруд характерні форми, близькі до прямокутних, з м'яко закругленими гранями литих деталей. Плавні переходу форми виправдовуються з міркуваннями технології виготовлення, дозволяють уникнути небажаних концентрацій напружень, сприяють економії металу, забезпечують безпеку роботи.

Органи керування машиною повинні бути розташовані в зручних для обслуговування місцях, зручна зона їх розташування на рівні 0,6-1,3 м від підлоги. Часто органи керування зосереджують на спеціальному щиті. Однак надмірне зосередження всіх органів у в одному місці небажане.

Фарбування машини насамперед має на меті вберегти її від атмосферних впливів, корозії, корозійної дії агресивних середовищ. Разом з тим колір створює і загальне враження як про саму машину, так і про інтер'єр цеху. Забарвлення машини не повинна бути одноманітною, хоча може бути і однотонною.

Сучасні машини все частіше фарбують в кольорові тони середньої частини спектру (жовто-зелений, світло-зелений, іноді голубувато-зелений, світло-кремовий), іноді в сріблястий або навіть в білий і відтіняють окремі частини машини кілька більш яскравими або більш темними тонами. Застосовують також чорну окантовку. Аварійні кнопки, рукоятки включення і знаки «Стоп» забарвлюють у червоний колір. Виділяють особливої забарвленням головки маслянок, маховички, таблиці, сигнали, невеликі захисні кожухи і т. д.

Колір поверхонь, що знаходяться в полі зору робітника, не повинен стомлювати його очей і тому не повинен бути дуже світлим або занадто яскравим. На поверхні робочої зони не повинно спостерігатися також і відблисків.

Органи керування машиною повинні бути виділені в полі зору робітника так само чітко, як і оброблювана деталь або оброблюваний продукт. Звичайно, перш за все органи керування повинні бути доцільно розташовані і мати раціональну форму. Колір повинен давати лише додатковий акцент, і особливо чіткий в тих випадках, коли два однакових за формою і близько один від одного розташованих органах використовуються для впливів, протилежних за своїми результатами, наприклад рукоятки пуску і зупину.

Необхідно враховувати, що не всі кольори однаково добре розрізняються у всьому полі зору. Краще за всіх в цьому відношенні жовтий колір.

Червоний колір погано розрізняється у периферії поля зору, але в його центрі є найбільш активним, особливо добре видимим на зеленому тлі, так як зелений колір складає з червоним дуже сильний контраст. Синій колір добре помітний як в центрі, так і по краях поля зору, він часто використовується в якості фону для білих знаків і зображень.

Вибір кольору для фарбування різного роду технологічного обладнання повинен підпорядковуватися загальному колірному рішенню цеху, так як в протилежному випадку можна буде гарантувати естетично повноцінне кольорове рішення всього цеху.

УДК 637.413+66.083.2

Толсторебров О.М. – ст. гр. ОБ-09В

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІДКИХ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ, ОБРОБЛЕНИХ ВИСОКИМ ТИСКОМ

Науковий керівник: к.т.н., Іванченко О.В.

Мета роботи – дослідження оптичної щільності рідкий курячий білок, жовток і їх суміш «білок+жовток» до, і після їхньої обробки високим тиском (ВТ) 200 МПа при температурі  $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і тривалості обробки 15 хвилин. При даних значення параметрів ще не настає візуально видимої денатурації продукту, але вже відбуваються зміни його фізичних властивостей, зміни будови білка, які приводять до зміни технологічних властивостей продукту.

Дослідження оптичної щільності зразків рідкого яйця проводили на спектрофотометрі PGS-2 «Carl Zeiss». Підготовка зразків здійснювалась по стандартній методиці для даного спектрофотометра. Дослідницькі зразки поміщали в стандартну оптичну кювету з товщиною шару зразка 0,6 мм.

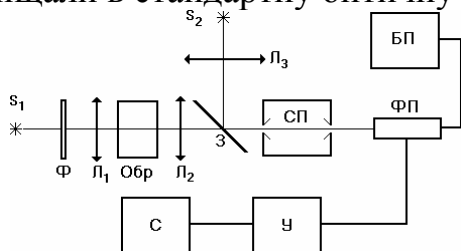


Рис. 1. Схема експериментальної установки

$S_1$  - лампа розжарювання; Ф - поглинальний фільтр; Обр - дослідний зразок;  $L_1, L_2, L_3$  - система конденсорів; СП - спектрограф; ФЕП (ФП) - фотоелектронний помножувач; БП - блок живлення; У - компенсаційний посилювач струму; С - електронний автоматичний потенціометр; З - плоске дзеркало.

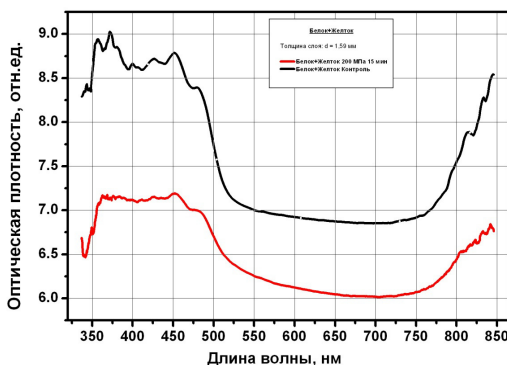


Рис.2. Оптична щільність шару рідкого курячого яйця (суміш «білок+жовток») «до» і «після» обробки ВТ

Аналіз результатів дозволив прийти до висновків: оптична щільність білка, після обробки ВТ у діапазоні довжини хвиль від 350 до 500 нм збільшується практично на 30% (з 0,4 до 0,6 від. од.); при довжині хвилі 700-750 нм щільність білка «до» і «після» обробки практично однакова і становить 0,025 від. од. і надалі, при збільшенні довжини хвилі щільність обробленого білка знову зростає з 0,25 до 0,55 від. од.; оптична щільність жовтка, після обробки ВТ у діапазоні довжини хвиль від 350 до 500 нм незначно зменшується (з 5,4 до 5,3 від. од.) і при довжині хвилі, починаючи з 750 і далі, до 850 нм щільність жовтка практично не змінюється; оптична щільність рідкого курячого яйця після обробки ВТ практично у всьому діапазоні довжини хвиль суттєво знижується на 11-13%.



УДК 637.433+66.083.2

Толсторебров О.М. – гр. ОБ-09В, Богаченко О.К. – гр. ОБ-09В

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

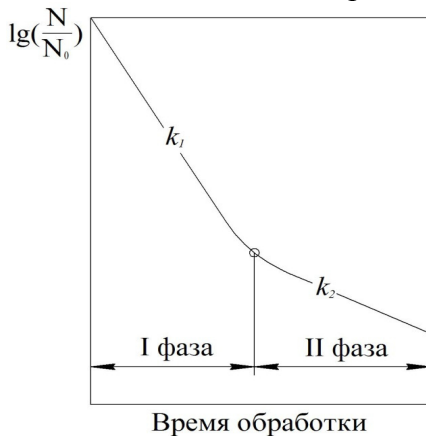
## МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РІДКОГО КУРЯЧОГО ЯЙЦЯ, ОБРОБЛЕНОГО ВИСОКИМ ТИСКОМ

Науковий керівник: к.т.н., Іванченко О.В.

Виходячи з медико-біологічних вимог і санітарних норм, у зразках рідкого курячого яйця контролювали: КМАФАнМ, бактерії групи кишкова паличка (БГКП), патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонела й три види психрофільних бактерій.

Встановлено, що залежність швидкості інактивації мікроорганізмів кишкової палички при 250С і різноманітних значення тиску може бути описана лінійною залежністю.

Для опису кінетики інактивації кишкової палички при 5<sup>0</sup>С застосована двохфазна модель першого порядку, що складається із двох частин, які додержуються самостійній кінетики першого порядку.



Виживаючи мікроорганізми під час  $t$  є сумою окремих частин:  $N(t) = N_1(\tau) + N_2(\tau)$

Кожна частина даної інактиваційної моделі виражена як:  $\frac{dN_1}{dt} = -k_1 \cdot N_1(t)$ ,  $N_1(0) = N_{01}$  і

$$\frac{dN_2}{dt} = -k_2 \cdot N_2(t), N_2(0) = N_{02}$$

де  $N_1$  і  $N_2$  - кількість мікроорганізмів у першій і другій частині,  $\tau$  - час обробки;  $k_1$  і  $k_2$  - константа швидкості інактивації.

Мікроорганізми які вижили під час  $t$  є сумою окремих частин:  $N(t) = N_1(\tau) + N_2(\tau)$  і рішення даного рівняння презентовано у вигляді:  $N(t) = N_0(f \cdot e^{-k_1 \cdot t} + (1 - f) \cdot e^{-k_2 \cdot t})$ , де  $N_0$  - початкова кількість мікроорганізмів і  $f$  - початкова пропорція першої частини ( $N_{01}/N_0$ ).

Залежність констант швидкості інактивації від тиску була проаналізована. Залежність тиску й константи швидкості інактивації  $k$  моделлю Arrhenius-типу:

$$\left(\frac{\partial \ln k}{\partial P}\right)_T = -\Delta V^* / RT$$

Для кінетичної моделі другого порядку було виконано нелінійне оцінювання з використання кусочно-лінійної регресії й отримані значення точок розриву кривих другого порядку.

Таким чином, нами вперше отримано функціональні залежності зміни відносної концентрації кишкової палички при обробці рідкого курячого яйця високим тиском при температурах процесу 5 і 25<sup>0</sup>С і різної тривалості процесу. Експериментально встановлено, що при різних температурах процесу обробки можуть бути використані кінетичні моделі як першого так і другого порядку. Отримано функції зміни констант швидкості інактивації  $\ln(k_1)$  і  $\ln(k_2)$  у залежності від тиску для кінетичних моделей другого порядку.

УДК 621.317.39

Цапик Т.Д. – ст. гр. КТМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИКОРИСТАННЯ ЄМНІСНОГО МЕТОДУ ПРИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Науковий керівник: к. т. н., доц. Муль О.В.

Вологість зерна є однією з найважливіших його характеристик, так як технологічна складова вологості впливає на ефективність ведення технологічних процесів, зберігання зерна та його переробку в борошно.

На даний момент відомо багато методів вимірювання вологості сипучих матеріалів. Найбільш поширеними з яких є: хімічний, ваговий, екстракційний та ін. Основними недоліками вищезазначених методів є те, що вони вимагають складних технічних засобів, достатньо тривалий час вимірювання.

Запропонований метод базується на залежності значення діелектричної проникності матеріалу від вмісту в ньому води. Так із збільшенням вологості матеріалу, діелектрична проникність збільшується.

Формула для визначення вологості:

$$W = k \cdot I_C = k \cdot I_{\zeta A} \cdot \cos \varphi = k \cdot \frac{U_1}{Z_{\zeta A}} \cdot \cos \varphi,$$

де  $k$  - коефіцієнт пропорційності;  $I_C$  - значення ємнісної складової струму ємнісного первинного перетворювача вологості;  $I_{\zeta A}$  - струм зразкового елемента;  $U_1$  - напруга зразкового елемента;  $Z_{\zeta A}$  - повний опір зразкового елемента;  $\varphi$  - фазовий зсув між напругами  $U_1$  і  $U_2$ .

На рис. 1 зображена структурна схема ємнісного вологоміра, на рис. 2 – електрична еквівалентна схема ємнісного вологоміра.

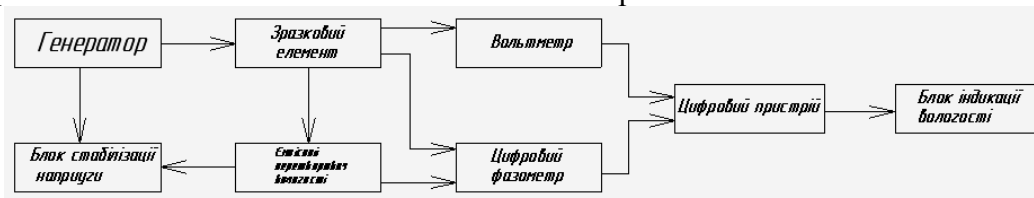


Рис.1 Структурна схема ємнісного вологоміра

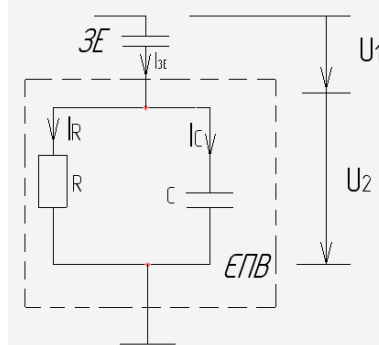


Рис.2 Електрична еквівалентна схема ємнісного вологоміра

Даний метод дає можливість вимірювати вологість метеріалу, контролюючи напругу на зразковому елемент та фазовий зсув між напругами на зразковому елементі та ємнісному перетворювачі за прямим відліком з дисплея блока індикації.

УДК 637.523

Цапак О.–ст. гр. ХО<sub>м</sub>-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ ФАРШУ НА ФАРШМІШАЛЦІ МАРКИ Л5-ФМБ**

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

Експериментальні дослідження процесу перемішування проводяться, як правило, на моделях, де змінені не тільки розміри фаршмішалки марки Л5-ФМБ (випробовувана фаршмішалка менша), але і технологічні середовища замінені більш дешевими і зручнішими в застосуванні. Тому проблема моделювання процесу є особливо важливою.

Проведені заздалегідь експериментальні дослідження були узагальнені в вигляді емпіричних рівнянь, що визначають зв'язки між окремими фізичними і геометричними параметрами, які не можуть бути правильно використані при збільшенні масштабу процесу перемішування.

Можливість з'являється тоді, коли результати випробувань почнемо використовувати у вигляді критеріальних рівнянь, що враховуються в якості змінних критеріїв подібності. Такі рівняння можуть використовуватися для розрахунку фаршмішалок різних габаритів [1].

При розрахунках процесу перемішування в фаршмішалці марки Л5-ФМБ необхідно визначити такі критерії як критерій Рейнольдса, критерій Фруда, критерій Ейлера, критерій Вебера та ін. Визначення критеріїв, що не містять швидкості обертання шнеків  $\omega$ , не відрізняються, як правило, від традиційних. Якщо в даному критерії є лінійний розмір, то найчастіше це діаметр шнеків фаршмішалки  $D$  чи діаметр місильного корита  $d$ . Наприклад, критерій Нусельта може мати в вигляді лінійного розміру діаметр корита фаршмішалки або діаметр місильних шнеків [2].

В результаті проведення розрахунків втрат потужності в малогабаритній фаршмішалці і великогабаритній фаршмішалці, при дотриманні умови  $N/V=const$ , необхідно при збільшенні параметрів фаршмішалки підвищити обертову швидкість перемішувачих органів – шнеків і значно збільшити критерій Рейнольдса. Звідси випливає висновок – при одній і тій ж швидкості обертання шнеків великогабаритна фаршмішалка (низькошвидкісна) затрачає на перемішування меншу потужність на одиницю об'єму, чим малогабаритна фаршмішалка (високошвидкісна).

1. Стренк Ф. Перемішування і апарати з мішалками/ Стренк Ф. – Санкт-Петербург: видавництво «Хімія» - 1975. – 384с.

2. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових і переробних виробництв / Закалов О.В. – Тернопіль: Видавництво ТДГУ, 2000 .- 360 с.

УДК 637.523

Цапак О.–ст. гр. ХО<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ПОХИБОК ПРИ ВИМІРЮВАННІ ПОТУЖНОСТІ,  
ЩО ЗАТРАЧАЄТЬСЯ НА ПЕРЕМІШУВАННЯ  
У ФАРШМІШАЛЦІ МАРКИ Л5-ФМБ**

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

За формою вираження похибки вимірювання поділяються на абсолютні та відносні. Абсолютна похибка вимірювання - це похибка вимірювання, виражена в одиницях вимірюваної величини. Відносна похибка вимірювання - це похибка вимірювання, виражена як відношення абсолютної похибки до дійсного чи виміряного значення. За джерелами виникнення похибки бувають інструментальні, методичні та особисті (похибки оператора). Інструментальна похибка – складова похибки вимірювання, обумовлена властивостями засобу вимірювання. Ця похибка в свою чергу може містити кілька компонентів, зокрема, систематичну похибку засобу вимірювання та систематичну похибку внаслідок взаємодії засобу вимірювання з об'єктом вимірювання. Методична похибка – складова похибки вимірювання, обумовлена недосконалістю методу вимірювання або невідповідністю об'єкта вимірювання його моделі, прийнятій для вимірювання. Похибка оператора – складова похибки вимірювання, обумовлена індивідуальними властивостями оператора [1].

Серед багатьох причин, що впливають на точність вимірювання потужності, що затрачається на перемішування у фаршмішалці марки Л5-ФМБ, в якості основних варто виділити динамічне і статичне тертя. Перший вид тертя проявляється в основних підшипниках вала фаршмішалки під час її роботи. Якщо не враховувати динамічне тертя (особливо в тих випадках, коли потужність, що затрачається на перемішування, мала), то це може викликати велику похибку вимірювань, що може досягати навіть декількох сотих процентів. Відповідно, найкраще всього вимірювати крутний момент на валу фаршмішалки за основними підшипниками. Статичне тертя (опір при пуску) проявляється в початковий момент при зміні взаємного розміщення двох взаємодіючих частин вимірювального пристрою. Це тертя виникає і при зміні взаємного розміщення дисків динамометра. Відповідне розміщення двох половин динамометра зменшує похибку вимірювань, викликану статичним тертям, до <5% [2].

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових і переробних виробництв / Закалов О.В. – Тернопіль: Видавництво ТДГУ, 2000 .- 360 с.

2. Стренк Ф. Перемішування і апарати з мішалками/ Стренк Ф. – Санкт-Петербург: видавництво «Хімія» - 1975. – 384с.

УДК 637.532

Четверікова С.О. - гр.ХО-42

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ВАФЕЛЬ З НАЧИНКОЮ**

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

В даний час для виробництва вафель застосовують потокові лінії, в яких безперервні процеси випічки вафельних листів, намазування і різання вафельних пластів зв'язані з порційним приготуванням вафельного тіста і жирових начинок.

Особливістю виробництва вафельних листів є їх формування методом відливання і випічка в порожнині між двома металевими плитами, зв'язаними із зазором 2.. .3 мм. Якість виконання цих операцій істотно залежить від точності дозування порції тіста при подачі його на формування, обумовлено низькою в'язкістю тіста. Тісто з великою в'язкістю неточно дозується, крім того, воно повільне і нерівномірно розтікається по поверхні плити форми, в результаті вафельні листи мають різну товщину і нерівномірно випікаються [1].

Властивості вафельного тіста залежать від рецептури і технології виробництва. Кількість і якість клейковини, що міститься в муці, роблять великий вплив на в'язкість тіста. Оптимальну в'язкість має вафельне тісто, приготоване з «слабкої» муки, що містить не більше 32 % слабкої клейковини. «Слабкою» вважають муку, яка при замісі тіста нормальної консистенції поглинає відносно мало води. Тісто з такої муки в процесі замісу і технологічної обробки змінює свої фізичні властивості у напрямі зниження в'язкості.

Для зниження в'язкості вафельного тіста необхідно обмежити набухання білкових речовин, що містяться в муці. Цьому сприяють те, що є у складі рецептури жиромісткі компоненти. Позитивний ефект їх застосування досягається за умови утворення жирового прошарку між найбільшим числом частинок муки, що знаходиться в тесті. Для цього необхідно диспергувати і гомогенізувати жиромісткі компоненти, тобто добитися тонкого подрібнення жирової фази і рівномірного розподілу її в об'ємі тіста.

При диспергуванні жирів потрібно не тільки подрібнити частинки жиру, але і виключити їх повторне злипання. Це досягається при введенні до складу рецептури емульгаторів — поверхнево-активних речовин, що володіють здатністю при введенні в невеликих кількостях сприяти утворенню стійких жирових емульсій (сумішей води і жиру). Слід зазначити, що диспергування і гомогенізація жиромістких компонентів не тільки забезпечують зниження в'язкості вафельного тіста, але і дозволяють зменшити його вологість, скоротити кількість відтінків при формуванні і виключити прилипання випечених вафельних листів до форм.

Консистенція вафельного тіста істотно залежить від вологості, температури і тривалості замісу. Необхідна мінімальна вологість тіста, при якій забезпечується стійка дисперсна система, не твірна агрегатів з частинок муки.

При температурі вище 20 °С збільшується в'язкість тіста унаслідок, що викликає набухання білків клейковини, а при скороченні тривалості замісу тісто має нерівномірну густу консистенцію.

В процесі випічки необхідно видалити з тіста значну кількість вологи (180 % до маси сухої речовини). Унаслідок великої поверхні випаровування у вафельних формах і невеликої товщини листів процес випічки продовжується протягом 2...3 хв. при температурі поверхні плит 150...170 °С. Найбільш інтенсивна вологовіддача спостерігається на початку випічки. Вафельне тісто з перших секунд випічки повинне отримувати від грюючих поверхонь вафельної форми найбільшу кількість теплоти. Це

приведе до інтенсивного масообміну в контактному шарі і до найбільшої вологи вологи тїста[1].

Особливістю випічки вафельного напівфабрикату є те, що розпушування тїста відбувається завдяки бурхливому паротворенню. Використання хїмічних розпушувачів (гїдрокарбонату натрію) трохи впливає на утворення пористої структури листа, але дозволяє збільшити крихкість листів.

В кінці випічки, коли відбувається видалення адсорбційної зв'язаної вологи, витрати теплоти слід зменшити, оскільки інтенсивне підведення теплоти приводить до обуглювання виробів в результаті різкого підвищення температури поверхні листа, що примикає до вафельної форми. Добре випечений лист легко знімається з вафельної форми, володіє нормальним кольором і крихкістю, що і характеризує момент закінчення процесу випічки.

Велике значення для отримання вафельних листів високої якості має процес охолодження їх після випічки. На деяких підприємствах вафельні листи після випічки складають в стопки і поміщають для тривалої вистойки (до 10 год) в теплу камеру. При цьому способі вистойки всі листи скривлюються, а частина листів розтріскується. Листи такої якості можна намазувати начинкою тільки на малопродуктивних валкових машинах, що вимагають значних витрат ручної праці[1].

Охолодження вафельного листа (кожного окремо) при температурі і відносній вологості повітря в приміщенні є найбільш раціональним режимом охолодження, оскільки при цьому збільшується площа тепловіддачі і за рахунок цього тривалість охолодження скорочується до 2.. 3 хв. Цьому способу охолодження запобігає викривлення вафельних листів і дозволяє застосовувати машини для автоматизованого намазування листів начинкою.

Для забезпечення більш тривалого збереження хрустких властивостей вафельних як спосіб приготування начинки треба проводити уварювання. В уварювальний котел з мішалкою завантажують відповідно до рецептури яблучну підварку, інвертний сироп, лимонну кислоту. При перемішуванні нагрівають суміш до 85-90 ° С, вносять цукрову пудру, яблучний порошок, вафельну крихту. Цукрову пудру вносять невеликими порціями в 3-4 рази. Приготовлену начинку перекачують у машину для темперування і охолоджують до 50°С, вносять смакові і ароматичні добавки і подають у воронку машини для намазки вафельних листів. Приготування начинки таким способом забезпечує збереження хрустких властивостей вафельних листів при правильному зберіганні до одного місяця.

Завдяки великій поверхні вафельних плит і малій товщині тїста (2-3 мм), температура вафель при випічці в лічені секунди перевищує 100 ° С. Волога в тїсті миттєво перетворюється в пару. Виникає значний градієнт тиску пари, який і зумовлює характер вологовіддачі. При випічці вафельного тїста не спостерігається період постійної швидкості видалення вологи, а стадія прогрівання тїста дуже незначна. Найбільш інтенсивний масообмін в контактному шарі спостерігається на початку випічки з поступовим зниженням швидкості вологовіддачі. Інтенсивне пароутворення в тїсті при його випічці зумовлює пористість вафельних листів. Для підвищення якості вафель, після їх випічки, їх піддають вистойці.

Вафлі завертають у вологостійких, жиро- і маслонепроникні пакувальні матеріали: пергамент, пергамін, полімерна або комбінована плівка і ін. Термін зберігання вафель з жировими начинками складає від двох до шести місяців залежно від властивостей вживаного жиру і виду упаковок

Література:

1. Л.С.Кузнецова, М.Ю.Седанова. Технології приготування мучних кондитерських изделий.-М.:Академія,2007.-319с.

УДК 664.1

Шпира В- ст. гр. ХОм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОТРИМАННЯ БУРЯКОВОЇ СТРУЖКИ ПЛАСТИНЧАСТОЇ ФОРМИ

Науковий керівник: зав.каф. к.т.н., доц. Закалов О.В.

Хороша бурякова стружка являє собою довгі тонкі смужки буряка жолобчастого або V подібного перетину.

Ширина смужки жолобчастої стружки хорошої якості 4-6 мм, а товщина її бічної грані 0,1 мм. Пластинчаста стружка має вигляд плоских смужок прямокутного перерізу шириною 2,5-3,0 мм і товщиною 1,2 - 1,5 мм.

На рисунку 1 наведено у вигляді кривих дані, отримані П. С. Січовим, про ступінь неоднорідності по товщині пластинчастої стружки, отриманої при відцентровому різанні. Криві 1, 2, 3 відносяться до звичайних фрезерувальних ножів при правильній їх установці, а крива 4 - до спеціальних ножам конструкції П. С. Січового.

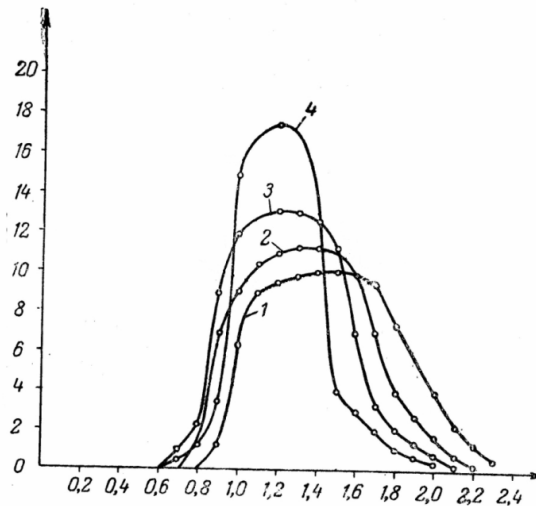


Рисунок 1 - Криві ступеня неоднорідності стружки

Таким чином для отримання якісної бурякової стружки пластинчастої форми слід використовувати конструкцію ножів розроблених П. С. Січовим. Ці ножі також потребують менше часу на ви встановлення і вивірку ножів в ножових рамах і рам в барабані бурякорізки

Для оцінки ступеня проникності стружки в Швеції застосовується так званий фактор стружки; цей чинник є відношенням ваги стружки, що має довжину більше 5 см, до ваги стружки, довжина якої коротше 1 см.

Використання конструкції цих ножів збільшує Шведський фактор на 20%. Стружка отримується гладкою, рівномірною і без задирів що є дуже важливим при подальшому екстрагуванні

1. Гребенюк С. М., Плаксин Ю. М., Малахов Н. Н., Виноградов К. И., Технологическое оборудование сахарных заводов. – М.: Колос, 2007-520с.

2. Белик В. Г., Зозуля С. А., Жарик Б. Н., и др. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов. – К.: Техніка, 1982.-304с.

Секція:

## Інформаційні технології

УДК 004.5

Басюк Г. – ст. гр. СН – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

### **ВИКОРИСТАННЯ FLASH ТЕХНОЛОГІЙ У РОЗРОБЦІ САЙТУ**

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

Сучасна технологія "Flash" дозволяє створювати анімації на сторінках кожного web-сайту. Добре зроблена анімація на сайті оживляє web-сторінку, покращує сприйняття інформації і підвищує інтерес відвідувачів до рекламованих продуктів або послуг. Барвисте представлення інформації змусить звернути увагу на монітор з підготовленою презентацією. Звук, анімація і інтерактивність - можливості, розраховані на додаткову зручність користування даним "Flash" продуктом.

Розробка flash сайтів отримала широке поширення в Інтернеті серед підприємців, які здійснюють у мережі продаж товарів, послуг і формують певний імідж своєї компанії.

Завдяки тому, що засоби розробки flash надають можливість у одному сайті поєднати і ефектний зовнішній вигляд, і якісне інформаційне наповнення, флеш сайт є найбільш практичним рішенням для сайту компанії, для невеликої фірми чи дизайн центру. Провівши огляд веб технологій та оцінивши всі переваги та недоліки було прийнято рішення у дипломній роботі використовувати флеш засоби.

При створенні сайту для початку необхідно визначити як він буде відображатися у веб-браузері, як виглядатиме його дизайн та інтерфейс. Для розробки сайту було використано програмне середовище Adobe Flash CS4. Використавши мову програмування Action Script 3.0 було створено сторінки сайту та наповнено їх інформацією та фото.

За допомогою меню користувач може потрапляти у різні розділи веб-сайту. З головної сторінки можна потрапити на різні сторінки сайту. Кожна сторінка відкривається у центральному блоці. Верхній блок з логотипом розроблений засобами Adobe Photoshop CS5, а також меню залишаються незмінними на всіх сторінках сайту.

Було створено сторінки та перетворення їх у movie clip. Реалізовано функцію пошуку фотографій та інформації, розроблено дизайн інтер'єру. Редагування фотографій проводилось у Adobe Photoshop. На основі підбраної інформації спроектовано структуру сторінок сайту. Сформульовано вимоги до організації роботи сайту. Здійснено наповнення сайту фотографіями та інформацією з врахуванням встановлених обмежень. З метою розширення функціональності сторінок створено відповідний програмний код.

Підсумовуючи, необхідно сказати, що використання технології Adobe Flash CS4 для даного сайту забезпечує його зручний перегляд з різними анімаційними ефектами. Розроблений зручний та простий інтерфейс, що полегшує роботу користувача.

Переглядати сайт можна на будь-якому комп'ютері, на якому встановлений додаток Adobe Flash Player. Результати тестування сайту підтвердили, що він буде коректно відображатися у будь-якому браузері.



УДК 004.4

Бігун І. – ст. гр. СН – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА САЙТУ ДЛЯ ПП «ЯНОВЕЦЬ»**

Науковий керівник: старший викладач Яскілка Володимир Ярославович

Останні десять років ознаменувалися стрімким розвитком Internet і нових засобів спілкування між людьми. Щодня в цьому новому комунікаційному середовищі відкриваються тисячі нових сайтів, а споживачам пропонуються нові види послуг. Природно, що інформація на таких сайтах повинна бути достатньо впорядкованою, інакше пропадає вся інформативна цінність.

Все більше і більше набуває актуальність створення Web-сайтів для малого та середнього приватного бізнесу. Такі сайти забезпечує ряд додаткових можливостей: зростання іміджу компанії чи підприємства, розширення кола клієнтів та географії ринку збуту, забезпечення прямих продажів. В процесі розробки дипломного проекту був створений Web-сайт деревообробного ПП «Яновець», с. Руська Мокра з використанням CMS Joomla.

Звернувшись до інтернет-ресурсів [2] CMSMagazine.ru і [3] CMSList.ru, можна побачити, який величезний сьогодні ринок систем управління сайтом. Тому мною було виділено найбільш функціональні і легкі в управлінні CMS: Drupal (має великий набір модулів в стандартному наборі), WordPress (орієнтована на ведення блогів), TYPO3 (володіє величезною кількістю модулів і зручним графічним інтерфейсом), Joomla (простота використання, надійність і легкість установки). З вище перерахованих було обрано останню.

«Joomla» – це система управління контентом, написана на мові PHP і використовує як сховище змісту базу даних MySQL. «Joomla» є вільним програмним забезпеченням, захищеним ліцензією GPL. Однією з головних особливостей «Joomla» є відносна простота управління, надійність і гнучкості при розробці сайтів. CMS «Joomla» включає в себе різні інструменти для виготовлення web-сайту. Важливою особливістю системи є мінімальний набір інструментів при початковій установці, який збагачується в міру необхідності.

Одна з основних складових успішності сайту – це його дизайн, основу якого складає графічне оформлення. Саме воно визначає, наскільки привабливими будуть Web сторінки. В даному сайті графічне оформлення розроблялися засобами Adobe Photoshop CS5 Portable.

Сайт складається із графічного заголовку і логотипу, верхнього допоміжного меню під заголовком, з лівого боку сайту – навігаційного меню, контентної області та нижньої частини. В процесі розробки сайту був використаний стандартний шаблон і редагований згідно бажання замовника. Сайт оформлений в зелено-білому стилі з додатково коричневими елементами нагадуючи тирсу чи деревний матеріал. Сайт пройшов перевірку на кросбраузерність і коректно відображає інформацію у найпоширеніших сучасних браузерах.

### *Література:*

1. [http://cmsku.com/kоротki\\_oglad\\_runky\\_cms.html](http://cmsku.com/kоротki_oglad_runky_cms.html). 06.03.2013.
2. <http://CMSMagazine.ru>. 10.03.2013.
3. <http://CMSList.ru>. 10.03.2013.
4. [http://toplutsk.com/articles-article\\_456.html](http://toplutsk.com/articles-article_456.html). 16.03.2013.

УДК 003.26.09:004.032.24-004.272.3

Білорус С.П. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ 3GPP LONG TERM EVOLUTION**

Науковий керівник: асистент кафедри КС Жаровський Р.О.

Мережі четвертого покоління 3GPP Long Term Evolution (LTE), методи побудови та технічні аспекти яких досліджувались в даній доповіді, є досить актуальним питанням сьогодення, доказом цього є їх широке впровадження по всьому світі.

Проект 3GPP LTE є стандартом з вдосконалення UMTS для задоволення майбутніх потреб в швидкості доступу та пропускній здатності мобільних мереж пакетної передачі даних. Мережі четвертого покоління на основі стандарту LTE здатні працювати практично за всією шириною спектра частот від 700 МГц до 2,7 ГГц, що говорить про неприв'язаність технології до певного частотного діапазону та гнучкість можливого їх впровадження. Швидкість завантаження даних за стандартом 3GPP LTE в теорії досягає до 326,4 Мбіт/с (завантаження), і до 172,8 Мбіт/с на віддачу (відвантаження), в залежності від використання апаратного рішення для побудови та наявного радіочастотного ресурсу.

Головними перевагами мереж мобільної передачі четвертого покоління над мережами 2G/3G є :

- велика мобільність абонентів(LTE працює на швидкості руху абонента до 350км/год);
- набагато менші затримки, ніж в мереж 2G/3G, що є великим важливим для сервісів, які повинні працювати в режимі реального часу;
- гнучкість використання радіоспектру, оскільки в Україні та світі радіочастотний ресурс насичений різними видами зв'язку;
- сумісність з мережами 2G/3G. Модернізувавши транспортну мережу та ядро мобільних мереж 2G/3G, та додавши базові станції eNode LTE, ми можемо отримати мережу 2G/3G/4G, що значно спрощує та здешевлює розгортання мереж LTE.
- високі пропускні здатності та велика спектральна ефективність, як наслідок більш продуктивніше використання радіочастотного ресурсу в порівнянні з мережами 2G/3G.

Основні функціональні елементи:

-SAE Gateway, або Serving Gateway (SGW) - шлюз мережі LTE. Замінює MSC, MGW та SGSN мережі UMTS.

-Public Data Network (PDN) SAE Gateway, або PDN Gateway (PGW) - шлюз до/з мереж інших операторів. Якщо інформація передається з/в мережі даного оператора, то вони маршрутизуються саме через PGW.

-Mobility Management Entity (MME) - вузол керування мобільністю.

-Home Subscriber Server (HSS) - сервер абонентських даних.

-Policy and Charging Rules Function (англ.) (PCRF) - вузол виставлення рахунків абонентам за надані послуги зв'язку.

В доповіді буде досліджено методи та засоби впровадження мереж четвертого покоління, методи за засоби адаптації та модернізації мереж 2G/3G до мереж четвертого покоління. Також буде більш детально розглянуто питання розгортання мережі LTE в діапазоні частот 1700-1900 МГц(частоти DCS-1800).

УДК 004.4

Болгар А.–ст. гр. СІмс-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ АРХІТЕКТУР ПЗ**

Науковий керівник: к.т.н. Яцишин В.В.

Більшість методів багатокритеріальної оптимізації передбачають виділення оптимального рішення безпосередньо з множини всіх рішень. У зв'язку з цим доцільно проаналізувати методи, щоб визначити правильність одержання ефективного рішення проблеми стосовно вибору оптимальної архітектури ПЗ під конкретні задачі, і якщо ні, то спеціально передбачити можливість поліпшення виділеного рішення до ефективного.

На практиці досить широко використовують такі методи багатокритеріальної оптимізації, як метод простого алгоритму вибору, метод Сааті та метод Коггера і Ю.

Застосування методу Сааті для вибору оптимальної архітектури ПЗ передбачає побудову деякої матриці попарного порівняння. При цьому коефіцієнти, які знаходяться над головною діагоналлю матриці, визначаються експертним шляхом, а інші є власними значеннями матриці. На основі вагових множників матриці попарних порівнянь можна отримати вектор, який є власним вектором матриці та відповідає визначнику (максимальному числу) цієї матриці. Однак застосування цього методу вимагає розв'язку ряду додаткових завдань, що виникають в процесі дослідження.

Метод Коггера і Ю відрізняється від методу Сааті тим, що для знаходження вектора вагових коефіцієнтів використовується не система рівняння  $\bar{S}_\alpha = \lambda_{\max} \alpha$ , а система вигляду  $TS_\alpha = \alpha$ , де  $S$  - трикутна матриця попарних порівнянь. При використанні даного методу матриця попарних порівнянь має трикутний вигляд, а це дозволяє полегшити процес вирішення задачі вибору оптимальної архітектури ПЗ.

У випадку отримання недостовірної та суперечливої інформації щодо ваги атрибутів архітектури ПЗ пропонується використовувати простий алгоритм вибору. На відміну від методу Сааті, такий підхід до визначення вагових множників атрибутів не потребує побудови матриці попарних порівнянь, а базується на принципі порівняння ваги попереднього та наступного атрибутів. В такому випадку вагу одного атрибута над іншим виражають таким чином, щоб визначити наскільки перший атрибут важливіший за другий і т.д.

Використання простого алгоритму вибору може застосовуватись ефективніше за метод Сааті або Коггера і Ю, оскільки кількість порівнянь, які необхідно виконати в першому випадку менша, ніж в другому. Крім того, при використанні простого алгоритму вибору для вибору архітектури ПЗ немає необхідності розв'язувати лінійні системи рівнянь і шукати власні числа матриць.

УДК 004.415.5

Бучковський Н. – ст. гр. СІ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СТАНДАРТ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ WiMAX

Науковий керівник: асистент кафедри КС, Жаровський Р.О.

WiMAX від англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access Стандарт IEEE 802.16 — стандарт безпроводного зв'язку, що забезпечує широкосмуговий зв'язок на значні відстані зі швидкістю, порівняною з кабельними з'єднаннями.

WiMAX підходить для вирішення наступних завдань:

1. З'єднання точок доступу Wi-Fi одна з одною та іншими сегментами Інтернету.
2. Забезпечення бездротового широкосмугового доступу як альтернативи виділеним лініям і DSL.
3. Надання високошвидкісних сервісів передачі даних (до 3Мб/с) і телекомунікаційних послуг.
4. Створення точок доступу, не прив'язаних до географічного положення.

WiMAX дозволяє здійснювати доступ в Інтернет на високих швидкостях, з набагато більшим покриттям, ніж у Wi-Fi мережі. Це дозволяє використовувати технологію в якості «магістральних каналів», продовженням яких виступають традиційні DSL-і виділені лінії, а також локальні мережі. В результаті подібний підхід дозволяє створювати високошвидкісні мережі в масштабах цілих міст.

WiMAX Forum розробив архітектуру, яка визначає основні аспекти роботи WiMAX мереж: взаємодію з іншими мережами, розподіл мережесих адрес, аутентифікація та багато іншого.

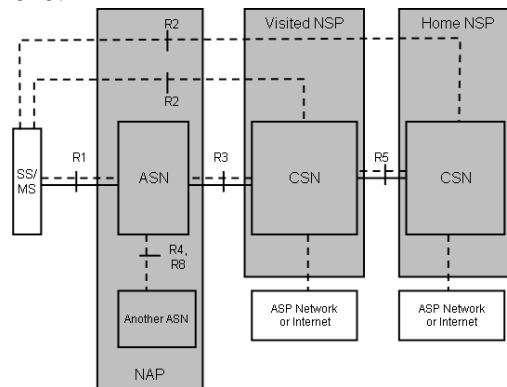


Рисунок 1 - WiMAX Архітектура

Слід зауважити, що архітектура мереж WiMax не прив'язана до якоїсь певної конфігурації, володіє високою гнучкістю і масштабованістю.

Багато телекомунікаційних компаній роблять великі ставки на використання WiMAX для надання послуг високошвидкісного зв'язку. По-перше, технології сімейства 802.16 дозволяють економічно більш ефективно (у порівнянні з провідниковими технологіями) не тільки надавати доступ в мережу новим клієнтам, але й розширювати спектр послуг і охоплювати нові важкодоступні території. По-друге, бездротові технології для багатьох простіші у використанні, ніж традиційні дротові канали. WiMAX і Wi-Fi мережі прості в розгортанні і по мірі необхідності легко масштабуються. Цей фактор виявляється дуже корисним, коли необхідно розгорнути велику мережу в найкоротші терміни.

В сумі всі ці переваги дозволять знизити ціни на надання послуг високошвидкісного доступу в Інтернет як для бізнес-структур, так і для приватних осіб.

УДК 004.031

Ваврикович В.І. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОГЛЯД ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: асистент Назаревич О.Б.

Розвиток інформаційних технологій на базі обчислювальної техніки, створення автоматизованих, високопродуктивних робочих станцій, банків даних і баз знань, а також обчислювальних мереж привело до появи геоінформатики, в основі якої лежать геоінформаційні системи і геоінформаційні технології.

Інформація – те, що не відповідає принципам збереження маси-енергії, її можна продавати не втрачаючи і збільшувати нічого не додаючи. Інформація – добре упакований товар, безмитна торгівля і прозорі границі. У наше століття буму інформаційних технологій можна спостерігати масове впровадження обробки просторової інформації. І дуже суттєву роль у цій справі грають географічні інформаційні системи (ГІС).

ГІС забезпечує могутній інструментарій, для вирішення проблем, зв'язаних з географією і навколишнім середовищем. ГІС дозволяє нам упорядковувати інформацію про дану місцевість чи місто у вигляді комплекту карт. У кожній карті представлена інформація про якусь одну характеристику місцевості. (наприклад річкова мережа, авто та залізні дороги, комунікаційні лінії, ізотерми, кількість населення та інші) Кожна з цих окремих карт називається шаром (слоем). Кожен шар точно накладений на інші так, що місце розташування будь-якого об'єкта в точності відповідало його розташуванню на всіх інших картах. Самий нижній шар найбільш важливий, тому що він представляє сітку координатної системи (широту і довготу). Це дозволяє аналізувати і порівнювати інформацію у всіх шарах комбінуючи їх на власний розсуд.

Геоінформаційні системи впроваджені й успішно працюють у таких областях, як автоматичне картографування, керування ресурсами і господарством. Об'єкти, які представляються в ГІС, мають крім геодезичних даних, ще і технологічні характеристики, що представляються у виді різноманітних баз даних. Головна мета впровадження інформаційної системи це організація загального рішення проблем з збільшення ступеня автоматизації графічних робіт, збору і систематизації інформації у виді баз даних, схем і карт, ефективного збереження і пошуку інформації у виді електронних архівів. Крім цього система повинна забезпечуватися постійним розвитком функціональних можливостей для рішення нових задач. Довідково-інформаційні і нормативно-технічні дані повинні представлятися на реальному картографічному матеріалі з можливістю видачі "твердої копії" як графічної, так і текстової інформації. Відповідно до цієї задачі, необхідно вводити данні в комп'ютер, прив'язувати їх до географічних об'єктів, і відслідковувати будь-які зміни що відбуваються.

Майже кожне рішення, що ми приймаємо, так чи інакше зв'язано з географічним фактором і, тому, ГІС мають тісні зв'язки з такими науковими дисциплінами як географія, картографія, геодезія, будівельна справа, лісове господарство, лісоінженерна справа, сільське господарство, медицина, військова справа, комп'ютерні науки і багатьма іншими напрямками соціальних, природних і інженерних наук.

УДК 003.26.09:004.032.24-004.272.3

Вітрук І.В.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКОВИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Луцків А.М.

Алгоритми Grain, Trivium, Bivium-B, HiTag2 та Crypto1, криптостійкість яких досліджуватиметься у даній науковій доповіді, є представниками потокових алгоритмів шифрування.

Потоковим шифром називають симетричний шифр, в якому кожен символ відкритого тексту перетворюється в символ шифрованого тексту в залежності не тільки від використовованого ключа, але і від його розташування в потоці відкритого тексту. Потоковий шифр реалізує інший підхід до симетричного шифрування, ніж блокові шифри.

Актуальність використання потокових шифрів зумовлена низкою переваг у порівнянні з іншими видами алгоритмів шифрування, а саме: простотою апаратної реалізації, високою швидкістю шифрування (важливо при шифруванні великих потоків інформації), відсутністю ефекту розмноження помилок, який присутній в блокових шифрах.

Потокові шифри мають широке застосування, наприклад:

- у системах захисту інформації комп'ютерних мереж [1];
- у системах стільникового та супутникового зв'язку;
- автомобільних охоронних системах;
- системах аутентифікації осіб на основі RFID-карт тощо.

Алгоритми HiTag2, Grain, Crypto1 застосовуються у системах автомобільної та охоронної сигналізації, смарт-картах та деяких протоколах безпроводних мереж.

Оскільки, використання потокових алгоритмів шифрування є таким популярним, практичним та актуальним, то важливою задачею є перевірка їх надійності — криптоаналіз.

Криптоаналіз – це наука, що займається вивченням криптостійкості алгоритмів шифрування. Криптоаналіз потокових шифрів можна здійснювати багатьма методами: силові атаки, статистичні атаки, аналітичні атаки тощо.

Одним з найбільш ефективних для потокових шифрів є метод алгебраїчного криптоаналізу [2,3]. При алгебраїчному криптоаналізі завдання полягає в знаходженні початкового стану інформаційного повідомлення, заданого деякими ключовими потоками бітів. Метою атаки є відновлення вихідного стану  $(k_0, \dots, k_{n-1})$  з деякими  $m$  послідовними бітами  $b_0 \dots b_{m-1}$ , шляхом розв'язання багатовимірних рівнянь (швидкі алгебраїчні атаки вимагають послідовних бітів).

В даній науковій доповіді буде досліджено криптостійкість актуальних та важливих в практичній реалізації алгоритмів потокового шифрування, зокрема, методом алгебраїчного криптоаналізу.

1. Криптоанализ алгоритма поточного шифрования RC4 :зб. текстов 8 всерос. научно-практ. конф. / МИФИ. – С., 2001. – 83 с.
2. Mate Soos – CryptoMiniSat2 [Електронний ресурс] - Режим доступу: URL: <http://www.msoos.org/cryptominisat2> - Назва з екрану.
3. Grain - A Stream Cipher for Constrained Environments / Martin Hell [and oth.] // International Journal of Wireless and Mobile Computing – 2007 – №1 – С. 86-93.

УДК 681.3

Волощук О. – ст. гр. СП - 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ІНФОРМАЦІЙНА WEB-СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ ДЛЯ ПІЦЕРІЇ - КАФЕ

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Головатий А. І.

Web- систему розроблено з використанням наступних програмних засобів і технологій:

- Для створення web – сайту системи використано програмний комплекс Denwer, який дає змогу запустити повноцінний веб - сервер Apache з підтримкою PHP, Perl і сервера MySQL на комп'ютерах з ОС MS Windows 2000/XP/Vista/7. Цей комплекс є досить зручним як для навчання основам веб-програмування, так і для створення інтерактивних веб - сайтів і веб – програм з підтримкою БД MySQL і скриптових мов програмування PHP і Perl.
- Гіпертекстові документи створено на мові HTML (Hyper Text Markup Language - мова розмітки гіпертекстових документів), що надає широкі можливості для форматування і структурної розмітки документів, організації зв'язків між різними документами, включення графічної та мультимедійної інформації.
- Для опису структурованих даних в текстовій формі використано розширювану мову розмітки XML (eXtensible Markup Language). XML дозволяє описувати та передавати такі структуровані дані, як: окремі документи; метадані, що описують вміст будь-якого вузла Internet; об'єкти, що містять дані і методи роботи з ними (наприклад, елементи керування ActiveX або об'єкти Java); окремі записи (наприклад, результати виконання запитів до баз даних); Web-посилання на інформаційні та людські ресурси Internet (адреси електронної пошти, гіпертекстові посилання тощо).
- Для управління контентом web - сайту використано відкриту систему Joomla!. Joomla! створена на мові PHP по MVC - архітектурі. Для збереження інформації по замовленнях і клієнтах використано базу даних MySQL. Joomla! дозволяє відображати інтерфейс фронтальної та адміністративної частини будь-якою мовою. Каталог розширень містить безліч мовних пакетів, які встановлюються штатними засобами адміністрування.

На рис. 1 зображено інтерфейс розробленої інформаційної web - системи (web - сайт) для піцерії – кафе “Benedetto”.



Рис. 1. Web - інтерфейс інформаційної системи для піцерії-кафе “Benedetto”

УДК 621.314.04

Воробець Д. – ст. гр. ОКС 405

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ**

Науковий керівник: Лісовий В.М.

В сучасних мережах електроживлення найбільш часто зустрічаються наступні збої: провали напруги (87% випадків); високовольтні імпульси (7.4% від всіх збоїв живлення; повне відключення напруги (4.7% випадків); занадто велика напруга (0.7% випадків).

При високочастотних перешкодах живлення найчастіше, у персональному комп'ютері, виходять з ладу вхідні ланцюги пристрою (інвертор або фільтр). У випадку з дешевими блоками живлення бувають ситуації, коли вхідний стрибок напруги проходить фільтр і розповсюджується по всіх вузлах материнської плати, частина з яких може вийти з ладу.

Основними проблемами є те, що часто неякісні блоки живлення не містять в своїй конструкції необхідної кількості електричних фільтрів. Фільтри замінюються перемичками, що здешевлює виробництво кінцевого виробу, проте створює додаткові проблеми з блоком живлення згодом.

При роботі в режимі перевантаження блок живлення може видавати високочастотний акустичний звук, що повинно послужити сигналом до оперативних дій з тестування його вихідних характеристик.

Проблеми з блоком живлення також можуть розпочатися через те, що останній не встигає стабілізувати електрична напруга всередині системного блоку (вихід з ладу ШІМ-контролера).

Внаслідок сильного стрибка напруги в електромережі, у блоках живлення часто спостерігається розгерметизація конденсаторів, внаслідок чого виходить з ладу, власне, сам блок живлення, та компоненти системного блоку комп'ютера.

Несправність стабілізатора чергової напруги блоку живлення, який формує чергову напругу +5 V, може призводити до самовільного запуску всіх вентиляторів у системному блоці після підключення кабелю живлення, при цьому сам комп'ютер не проводить завантаження.

Проблеми стабілізації напруги особливо помітні в ситуації, коли споживана тим чи іншим компонентом комп'ютера (часто - процесором) потужність, може стрибкоподібно змінюватися. Комп'ютер при цьому починає давати збої, відбуваються мимовільні перезавантаження, появи «синіх екранів» (BSOD), виникнення на жорсткому диску секторів з помилками.

Загальною рекомендацією щодо попередження відмов роботи блоку живлення може бути регулярна профілактика системного блоку з очищенням пилу всередині останнього, а також вибір відповідного місця його експлуатації Також бажано використовувати джерело безперебійного живлення (UPS) або якісний мережевий фільтр.

Для діагностики блоків живлення використовують мультиметри та спеціалізовані тестери блоків живлення.



УДК 519.6

Вуйків В.І. – ст.гр. ПЗЗмсм-51

Тернопільський національний економічний університет

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РОЗРОБКИ ПС**

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

За десятиліття досвіду побудови програмних систем (ПС) був напрацьований ряд типових схем послідовності виконання робіт при проектуванні та розробці ПС. Такі схеми отримали назву моделей ЖЦ.

Модель життєвого циклу - це схема виконання робіт та завдань у рамках процесів, що забезпечують розробку, експлуатацію та супровід програмного продукту, і відбиває еволюцію ПС, починаючи від формулювання вимог до неї та до припинення користування нею.

Історично в цю схему робіт включають:

- розробку вимог або технічного завдання;
- розробку системи або технічного проекту;
- програмування або робоче проектування;
- пробну експлуатацію;
- супровід та поліпшення;
- зняття з експлуатації.

При виборі схеми моделі ЖЦ для конкретної предметної області, вирішуються питання включення важливих для створюваного продукту видів робіт. На сьогодні основою формування нової моделі ЖЦ для конкретної прикладної системи є стандарт ISO / IEC 12207, що задає повний набір процесів (понад 40), які охоплюють всі можливі види робіт і завдань, пов'язаних з побудовою ПС, починаючи з аналізу предметної області і закінчуючи виготовленням відповідного продукту.

Найширшого використання набули наступні моделі ЖЦ: каскадна, спіральна, інкрементна, еволюційна, стандартизована та ін.

У випадку еволюційної моделі система розробляється у вигляді послідовності блоків структур (конструкцій), вимоги встановлюються частково і уточнюються у кожному наступному проміжному блоці структури системи. Така модель застосовується для розробки нескладних і не критичних систем, для яких головною вимогою є реалізація функцій системи. Тоді розробка системи проводиться ітераційним шляхом її еволюційного розвитку з одержанням деякого варіанту системи - прототипу, на якому перевіряється реалізація вимог. Іншими словами, такий процес за своєю суттю є ітераційний, етапи розробки якого повторюються, починаючи від змінених вимог і до отримання готового продукту.

Переваги застосування даної моделі ЖЦ наступні:

- швидка реалізація деяких функціональних можливостей системи та перевірка їх роботопридатності;
- використання проміжного продукту в наступному прототипі;
- виділення окремих функціональних частин для реалізації їх у вигляді прототипу;
- можливість збільшення фінансування системи;
- зворотній зв'язок встановлюється з замовником для уточнення функціональних вимог;
- спрощення внесення змін у зв'язку з заміною окремої функції.

УДК 004.77

Гамеляк Й. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ МІРИ ПРОТИДІЇ DOS- I DDOS-АТАКАМ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Міри протидії DDOS-атакам можна розділити на пасивні та активні, а також на превентивні та реакційні. Розглянемо основні методи.

**Запобігання.** Профілактика причин, що спонукують тих або інших осіб організувати DDOS-атаки. Дуже часто атаки є наслідками особистої образи, політичних, релігійних розбіжностей, що провокує поведження жертви.

**Розосередження.** Побудова розподілених і резервних систем, які не припинять обслуговувати користувачів навіть, якщо деякі їхні елементи стануть недоступні.

**Відхилення.** Відвести безпосередню ціль атаки подалі від інших ресурсів, які часто піддаються впливу разом із безпосередньою мішенню.

**Фільтрація трафіку на маршрутизаторах** найпоширеніший метод протидії. Фільтри варто вводити ближче до джерела flood. Міжмережеві екрани та спеціалізовані antiflood засоби фільтрації найбільш ефективна міра, але й найбільш дорога. Знизити витрати можна, розділяючи такі системи між багатьма клієнтами (фільтрація на вимогу).

**Нарощування.** Якщо flood спрямований на вичерпання ресурсів, найпримітивніший спосіб протидії flood – нарощування своїх ресурсів, щоб супротивник не зміг їх вичерпати.

Сучасні засоби захисту від DDOS-атак дозволяють із досить високим ступенем ефективності виявити атаку та зменшити або запобігти втратам ресурсів операторів та їхніх клієнтів. Компанія "NVisionGroup" пропонує комплексне рішення для захисту від DDOS-атак на основі технології CiscoCleanPipes, що забезпечує оперативну реакцію на DDOS-атаки, легко масштабується, має високу надійність і швидкодію.

Технологія CiscoCleanPipes дозволяє використання модулів CiscoAnomalyDetector і CiscoGuard, а також різні системи статистичного аналізу мережевого трафіку, в основу яких покладені дані, які одержуються із маршрутизаторів за протоколом CiscoNetflow. При цьому AnomalyDetector і системи статистичного аналізу трафіку виступають як системи виявлення DDOS-атак, а CiscoGuard як засіб протидії вже виявленій атаці. У загальному випадку технологія CleanPipes припускає наявність етапу тестування (навчання), що проводиться в період відсутності DDOS-атак. На цьому етапі пристрої виявлення визначають і запам'ятовують, який трафік для захищеного ресурсу є нормальним. Ситуація, при якій поточний трафік на захищуваний ресурс різко відрізняється від нормального, вважається DDOS-атакою. При виявленні DDOS, система виявлення повідомляє оператору та активує підсистему захисту CiscoGuard.

DDOS-атаку дуже складно виявити та запобігти, оскільки "шкідливі" пакети не відрізняються від "легітимних". Мережеві пристрої та традиційні технічні рішення для забезпечення безпеки мережевого периметру, такі як міжмережеві екрани та системи виявлення вторгнень (IDS), є важливими компонентами загальної стратегії мережевої безпеки, однак самі ці пристрої не забезпечують повного захисту від DDOS-атак. Міжмережеві екрани дозволяють або забороняють проходження мережевого трафіку на підставі аналізу різних полів мережевих пакетів. Але DDOS-атака може бути успішно реалізована в рамках дозволених міжмережевим екраном потоків трафіку.

УДК 004.415.5

Герасимчук М.М. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОТОКОЛ ТУНЕЛЮВАННЯ L2TP**

Науковий керівник: асистент кафедри КС, Жаровський Р.О.

Тунелювання в комп'ютерних мережах — процес, в ході якого створюється захищене логічне з'єднання між двома кінцевими точками за допомогою інкапсуляції різних протоколів. Тунелювання являє собою метод побудови мереж, при якому один мережевий протокол інкапсулюється в інший.

Суть тунелювання полягає в тому, щоб "упакувати" передану порцію даних, разом зі службовими полями, в новий "конверт" для забезпечення конфіденційності та цілісності всієї переданої порції, включаючи службові поля. Тунелювання може застосовуватися на мережевому і на прикладному рівнях. Комбінація тунелювання і шифрування дозволяє реалізувати закриті віртуальні приватні мережі (VPN). Тунелювання зазвичай застосовується для узгодження транспортних протоколів або для створення захищеного з'єднання між вузлами мережі.

Тунельний протокол L2TP використовується для підтримки віртуальних приватних мереж. L2TP не забезпечує шифрування та конфіденційність сам по собі, він опирається на інкапсульований протокол для забезпечення конфіденційності. L2TP є протоколом сеансового рівня і використовує зареєстрований UDP-порт 1701.

L2TP використовує два види пакетів: керуючі та інформаційні повідомлення. Керуючі повідомлення використовуються при встановленні, підтримці та анулюванні тунелів і викликів. Інформаційні повідомлення використовуються для інкапсуляції PPP-кадрів, що пересилаються по тунелю. Керуючі повідомлення використовують надійний контрольний канал в межах L2TP, щоб гарантувати доставку. Інформаційні повідомлення при втраті не пересилаються повторно.

Керуюче повідомлення має порядковий номер, який використовується в керуючому каналі для забезпечення надійної доставки. Інформаційні повідомлення можуть використовувати порядкові номери, щоб відновити порядок пакетів і детектувати втрату кадрів. Всі коди надсилаються в порядку, прийнятому для мереж.

L2TP застосовує в якості транспортного протокол UDP і використовує однаковий формат повідомлень як для управління тунелем, так і для пересилання даних. L2TP в реалізації Microsoft використовує в якості контрольних повідомлень пакети UDP, що містять шифровані пакети PPP.

Для забезпечення безпеки L2TP-пакетів звичайно використовується протокол IPsec, який надає конфіденційність, аутентифікацію та цілісність. Комбінація цих двох протоколів відома як L2TP/IPsec.

Кінцеві вузли L2TP тунелю називаються LAC (L2TP концентратора доступу) і LNS (L2TP Server Network). LAC є ініціатором тунелю, тоді LNS - сервер, який очікує нових тунелів. Коли тунель встановлено, мережевий трафік між вузлами є двонаправленим. Потім, протоколи більш високих рівнів запускаються всередині тунелю L2TP. Для цього, L2TP сесія встановлюється всередині тунелю для кожного протоколу вищого рівня. Як LAC, так і LNS можуть ініціювати сесії. Трафік для кожної сесії ізолюється за допомогою L2TP, тому можливо налаштувати кілька віртуальних мереж через один тунель.

Головною перевагою L2TP є те, що цей протокол дозволяє створювати тунель не лише в мережах IP, але і в таких, як ATM, X.25 та Frame Relay.

УДК 681.3.07

Глабець І. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО ШАБЛОНУ MVC ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., ст.викл. Яцишин В.В.

Розвиток інженерії програмного забезпечення характеризується створенням нових технологій розробки програмних систем (ПС), які орієнтовані як на забезпечення якості кінцевого продукту, так і на скорочення часових рамок виконання проектів. Одним з підходів до розробки ПС є підхід, який базується на повторно використовуваних компонентах, який на рівні проектування архітектури передбачає використання патернів (шаблонів) проектування. В подальшому такі шаблони можна об'єднувати в структури – так звані каркаси. Одним з широко використовуваних шаблонів проектування архітектури є модель-представлення-контролер (англ. Model-view-controller, MVC).

Основна ідея шаблону – це розподіл відповідальності, де кожна частина архітектури MVC є чітко визначеною та автономною. Цей шаблон розділяє систему на три частини: модель даних, представлення даних та контролер, який керує обміном даними. Кожна частина виконує лише свої визначені функції:

- Модель містить або представляє дані, з якими працюють користувачі. Вона може бути простою моделлю представлення, яка тільки представляє дані, які передаються між представленням і контролером; або ж може бути моделлю предметної області, яка містить бізнес-дані, а також операції, перетворення і правила для маніпулювання цими даними;
- Представлення застосовується для візуалізації деякої частини моделі у вигляді користувацького інтерфейсу;
- Контролер обробляє запити, що надходять від користувача, виконує операції з моделлю і вибирає представлення для візуалізації користувачеві.

Мета шаблону — гнучке проектування програмного забезпечення, що дає змогу забезпечити масштабованість системи (подальші зміни чи розширення програм), а також надавати можливість повторного використання окремих компонент програми. Окрім цього, використання шаблону у великих системах призводить до певної впорядкованості їх структури і робить їх зрозумілішими завдяки зменшенню складності.

При розробці веб-застосувань шаблон MVC надає ряд переваг, основними з яких є розміщення HTML-розмітки окремо від решти частин системи, що спрощує і полегшує процеси супроводу і тестування.

УДК 519.173

Глинчак П.М., Дусин М.В. – ст.гр. ПЗЗмсм-51

*Тернопільський національний економічний університет*

## **АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ**

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

За останні роки комп'ютерні засоби моделювання та візуалізації перетворились із інструментів вирішення різного роду задач на потужний апарат дослідження суспільних явищ та технічних проблем. Вони з успіхом використовуються у таких галузях, як системний аналіз, автоматизація проектування, організація роботи обчислювальних засобів та комп'ютерних мереж.

Популярність використання об'єктно-орієнтованого підходу багато в чому обумовлена концептуальною цілісністю і кращою формою структуризації програмного забезпечення, розроблювального на його основі. У результаті з використанням цього підходу досягають швидшого і надійнішого розроблення програм, а також, можливості гнучкої модифікації існуючого програмного забезпечення при створенні нових програмних варіацій. Ці обставини є вирішальними при побудові інформаційних систем як галузі знань, що динамічно розвивається.

Застосування об'єктно-орієнтованого підходу для реалізації цієї задачі містить наступні етапи:

- Аналіз вимог та створення моделей роботи;
- Розроблення архітектури системи;
- Проектування програмних модулів та блоків;
- Реалізація проекту;
- Тестування та впровадження системи.

Розробляючи систему візуалізації даних, її представляють у вигляді двох взаємозалежних моделей: функціональної та об'єктної. Вони дають змогу адекватно представити структуру проектованої системи та визначити всі функціональні залежності між об'єктами загалом.

Об'єктна модель представляє проектований додаток у вигляді сукупності об'єктів, кожен з яких відповідає певним особливостям та виконує специфічні функції. В ній відображаються об'єкти, важливі для розроблюваного додатка, які визначають прагматику досліджуваної системи. Під об'єктами розуміють поняття, абстракції або будь-які елементи з чітко окресленими границями, які мають значення у контексті розглядуваної задачі. Окреслення об'єктів переслідує дві мети: визначення розглядуваної задачі та основ для її реалізації на комп'ютері. Отже, ціллю розробки об'єктної моделі є опис елементів, що становлять проектовану систему та встановлення залежностей між ними. Спроекована модель складається з трьох основних частин: графічного інтерфейсу користувача, ядра системи та бібліотеки класів, що реалізує основні процедури обробки зображень.

Запропонована об'єктна модель представляє статичну структуру проектованої системи. Однак її знання є недостатнім для розуміння й оцінки роботи, оскільки необхідно мати засоби для опису змін, що відбуваються з об'єктами та їх зв'язками під час роботи кожної підсистеми. З огляду на це будується функціональна модель. Для її побудови необхідно визначити вхідні і вихідні значення параметрів об'єктів моделі та побудувати схему функціональних залежностей між її елементами.

УДК 621.326

Гнатишин М. – ст. гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ ВУЗІВ**

Науковий керівник: доцент кафедри КН Марценко С. В.

Збільшення кількості сервісів і нових інформаційних технологій в освітньому процесі та системах управління вузом, створило передумови до появи корпоративних мереж. Оскільки такі мережі зазвичай об'єднують не тільки структурні підрозділи вузу із великою кількістю користувачів, але і їх регіональні представництва, виникає проблема інформаційної безпеки цих мереж.

Проблеми комплексної інформаційної безпеки корпоративних мереж вузів набагато ширші, різноманітніші і гостріші, ніж в інших системах. У такій мережі можливі як внутрішні, так і зовнішні загрози безпеки інформації, а саме:

- спроби несанкціонованого адміністрування баз даних, які містять конфіденційну інформацію;
- дослідження мереж у зловмисних цілях;
- видалення інформації;
- встановлення вірусних програм і троянських коней;
- DoS-атаки на сервери;
- спроби злому автоматизованої системи керування вищого навчального закладу;
- використання мережевих ресурсів для злому мережі інших організацій;
- спроби проникнення в системи бухгалтерського обліку;
- пошук “дірок” в ОС, Firewall, Proxy-серверах;
- спроби несанкціонованого віддаленого адміністрування ОС і т.д.;

Таким чином, результатом реалізації загрози безпеці інформації в мережі може бути витік (копіювання) інформації, її втрата (руйнування) або спотворення (підробка), блокування інформації.

Для вирішення поставленої задачі, система комплексної інформаційної безпеки повинна включати в себе політику безпеки, що передбачає наступні кроки:

- захист. Повинен обов'язково включати в себе аутентифікацію, шифрування, між мережеві екрани.
- моніторинг і реагування. Повинні виявляти порушення політики безпеки; виконувати нагляд за системи виявлення вторгнень у реальному часі; підтверджувати реалізацію безпеки на попередньому кроці.
- тестування. Визначення ефективності політики безпеки шляхом системного аудиту і сканування мережі для визначення уразливостей.
- покращення. Використання інформації, отриманої на етапах моніторингу та тестування, для поліпшення реалізації безпеки; підстроювання політики безпеки у випадку виявлення ризиків та уразливостей.

Отже, захист мережі як єдиної системи складається із заходів захисту кожного окремого вузла і функцій захисту протоколів даної мережі.

Так само, можна зробити висновок про те, що оскільки складно заздалегідь, визначити можливу сукупність загроз безпеки інформації і результатів їх реалізації, модель потенційних загроз безпеці інформації в корпоративній мережі повинна створюватися спільно власником мережі та фахівцями з захисту інформації на етапі проектування мереж. Створена модель повинна потім уточнюватися в ході експлуатації корпоративної мережі.

Недооцінка цих напрямків буде компенсуватися підвищеними фінансовими витратами на супровід корпоративних мереж вузів.

УДК 003.26.09; 519.688

Головецька О., Луцків А.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНЮВАННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ОРГАНІЗАЦІЇ**

Актуальність перевірки захищеності мережевої інфраструктури набуває дедалі більшої актуальності. Захист інформаційних автоматизованих систем державного підпорядкування регламентується цілою низкою нормативних документів: НД ТЗІ 1.1-002-99, НД ТЗІ 2.5-005-99, НД ТЗІ 2.5-006-99, НД ТЗІ 3.6-001-2000, НД ТЗІ 3.7-003-05 та іншими. Водночас є серія державних стандартів у даній предметній області.

Приватні структури (банки, великі організації, підприємства) з розвинутою інфраструктурою, як правило керуються міжнародними стандартами, наприклад: ISO/IEC 17799:2005 ( «Інформаційні технології — Технології безпеки — Практичні правила менеджменту інформаційної безпеки»); міжнародний стандарт, що базується на BS 7799-1:2005 та цілий ряд інших.

Для оцінювання захищеності мережевої інфраструктури необхідно провести аудит безпеки. Аудит безпеки передбачає перевірку захищеності системи, під якою розуміють: збір, накопичення інформації про події в інформаційній системі, аналіз записів журналів безпеки (з метою перевірки ефективності керування системою), забезпечення гарантій відповідності функціонування системи політиці безпеки та вироблення рекомендацій про необхідні зміни в управлінні, політиці та процесах безпеки.

Особливої актуальності набувають системи аналізу захищеності комп'ютерних систем, які призначені для виявлення вразливостей в програмно-апаратному забезпеченні. Прикладами таких вразливостей можуть бути неправильна конфігурація мережевих служб, наявність програмного забезпечення без встановлених модулів оновлення ( service packs, patches, hotfixes), наявність “таємних дверей” тощо.

Цілями проведення аудиту безпеки є:

- аналіз ризиків, пов'язаних з можливістю здійснення загроз безпеки щодо ресурсів ІС;
- оцінювання поточного рівня захищеності ІС;
- локалізація вузьких місць у системі захисту ІС;
- оцінювання відповідності ІС існуючим стандартам в галузі інформаційної безпеки;
- вироблення рекомендацій щодо впровадження нових та підвищення ефективності існуючих механізмів безпеки ІС.

Етапи аудиту: 1) ініціювання процедури аудиту; 2) збір інформації про об'єкт аудиту; 3) аналіз даних аудиту; 4) вироблення рекомендацій; 5) підготовка аудиторського звіту.

Для оцінювання захищеності мережевої інфраструктури використовуються певні методології, які дають змогу оцінити кількісно, а не лише якісно захищеність досліджуваного об'єкту. Такий підхід дає змогу оцінити матеріальні збитки у разі інциденту в безпеці мережевої інфраструктури та зробити більш детальні рекомендації по підвищенню захищеності досліджуваної системи. Оцінюванням об'єктів мережевої інфраструктури займаються автори даної роботи.

УДК 004.413

Грабас С. І. – ст. гр. СП-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ТЕСТУВАННЯ ШКОЛЯРІВ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ .NET ТА ТЕХНОЛОГІЇ WPF**

Науковий керівник: асист. Рогатинська Л. Р.

Ефективність функціонування системи шкільної освіти значною мірою залежить від впровадження в діяльність школи інновацій. Вони змушують всіх учасників навчально-виховного процесу визначити й проаналізувати рівень своїх знань, умінь, навичок, спрямувати свою діяльність на шлях перспективних перетворень.

Однією з інноваційних форм інформатизованої системи освіти є тестування. Комп'ютерне тестування, як особливий інноваційний вид тестування, є найбільш ефективною формою контролю, перевірки і самоперевірки знань учнів. Його перевагами є об'єктивність, простота і швидкість, з якою робиться оцінка рівня обізнаності учня по даній темі, зручність фіксації, збереження та аналізу результатів тестування, можливість створення тестових завдань, зручних для реалізації на ЕОМ.

Тестові завдання можуть складатися з використанням різноманітних комп'ютерних інструментів, починаючи від різних редакторів і програм для розробки презентацій, і до використання мов програмування і можливостей мережі Інтернет. Проте для того, щоб створити дійсно якісні тести, потрібно спроектувати більш комплексну систему, яка б задовольнила усі вимоги користувача.

Розроблений програмний комплекс дозволяє створювати тести з десятьма типами завдань: одиночний вибір, множинний вибір, встановлення правильного порядку, встановлення відповідності, вказування істинності або хибності тверджень, ручне введення числа, ручне введення тексту, перестановка букв, заповнення пропусків (MyTestXPro). У тесті можна використати довільну кількість будь-яких типів, можна тільки один, можна і все відразу. У завданнях з вибором відповіді (поодинокий, множинний вибір, вказівка порядку, вказівка істинності) можна використати включно до 10 варіантів.

Програмний комплекс складається з двох модулів: модуль тестування і редактор тестів. Система створена за допомогою платформи .Net, тому в якості мови програмування було обрано мову С# через її зручність та великий функціонал.

Для забезпечення функціонування програмного комплексу було обрано реляційну базу даних MySQL. Перевагами цієї бази даних є простота у її встановленні та використанні, підтримка необмеженої кількості одночасно активних користувачів, висока швидкість виконання команд, наявність простої і ефективної системи безпеки.

В якості графічної оболонки було обрано графічну підсистему WPF, так як за допомогою даної підсистеми можливо реалізувати привабливий, дружній та найголовніше, зручний користувацький інтерфейс.



УДК 681.3

Грабовська С. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ, ЯКІ ВИРІШУЄ STP**

Науковий керівник: старший викладач Лобур Т.Б.

Spanning Tree Protocol (STP) - мережевий протокол. Основним завданням STP є усунення петель в топології довільній мережі Ethernet. STP вирішує це завдання, автоматично блокуючи шляхи, які в даний момент для повної зв'язності комутаторів є надлишковими.

Необхідність усунення топологічних петель в мережі Ethernet впливає з того, що їх наявність в реальній мережі Ethernet призводить до нескінченних повторів передачі одних і тих же кадрів Ethernet одним і більше комутатором, від чого пропускна здатність мережі виявляється майже повністю зайнятою. Отже, в таких умовах, хоча формально мережа може продовжувати працювати, на практиці її продуктивність стає настільки низькою, що може виглядати як повна відмова мережі.

Для забезпечення можливості резервування з'єднань, протокол STP визначає граф (дерево) з мережевих комутаторів. Протокол STP, обчисливши вартість шляху для даних, блокує їх, переводячи в режим очікування. У разі, якщо сегмент мережі стає недоступним, або змінюється вартість шляху графа STP (наприклад, при зміні швидкості з'єднання), алгоритм STP перебудовує дерево і якщо потрібно, активує резервні з'єднання.

Всі комутатори в мережі LAN, що працюють з STP, обмінюються між собою інформацією, через спеціальні повідомлення. Дані повідомлення називаються Bridge Protocol Data Units (BPDU). Вони виконують функцію вибору кореневого комутатора.

Якщо всі комутатори мережі налаштовані за замовчуванням, то кореневим комутатором буде обраний комутатор з найменшим MAC-адресою (ID шлюзу). Проте, залежно від топології мережі, кількості портів, типів і швидкостей зв'язків, автоматичний вибір кореневого комутатора по найменшій MAC-адресі, не завжди є оптимальним. Можна запустити перерахунок топології STP заново, щоб вибрати більш відповідний кореневої комутатор, шляхом підвищення його пріоритету в мережі.

Отже, протокол каналного рівня STP використовується в LAN мережах для оптимізації шляху, забезпечення уникнення петель шляхом обрахунку вартості шляху та блокування резервних зв'язків.

УДК 004.942 : 519.876.5

Гупаловська О. Б. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОВИХ БІОСИГНАЛІВ МЕТОДОМ ОРТОГОНАЛЬНИХ РОЗКЛАДІВ

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

Інформаційна система, як система управління, тісно пов'язується, як з системами збереження та видачі інформації, так і з іншою - з системами, що забезпечують обмін інформацією в процесі управління. Вона охоплює сукупність засобів та методів, що дозволяють користувачу збирати, зберігати, передавати і обробляти відібрану інформацію. Метою інформаційної системи є видача потрібної інформації, створення інформаційного середовища. В інформаційній системі вирішуються задачі трьох типів: задачі оцінки ситуації (деколи їх називають задачами розпізнавання образів), задачі перетворення опису ситуації (розрахункові задачі, задачі моделювання), задачі прийняття рішень (в тому числі і оптимізаційні).

Відмінною особливістю комп'ютерних експериментів порівняно з натурними є "програвання" на ЕОМ ситуацій, що імітують функціонування об'єктів і процесів на доволі широкому діапазоні змінювання параметрів і факторів системи. Імітаційні експерименти, не потребуючи значних коштів. Відкривають унікальну можливість отримання суттєвої інформації. Імітаційне моделювання дозволяє розглядати процеси, що відбуваються в системі, практично на будь-якому рівні деталізації.

У роботі розглядаються світлові біосигнали (фотоплетизмосигнали (ФПС)) – сигнали, отримані за допомогою фотодавача, принцип роботи якого ґрунтується на реєстрації у часі ритмічних коливань оптичної густини тканин, обумовлених серцевими скороченнями. Оскільки створюване імітаційне моделювання сигналів використовує інформативні ознаки: коефіцієнти розкладу математичного сподівання ФПС за базисом дискретних експоненціальних функцій, власні числа та власні функції кореляційної функції, то імітаційна модель сигналу будується на основі методу ортогональних розкладів.

Імітаційне моделювання випадкових процесів здійснюється в рамках загального підходу, відомого як метод статистичних випробувань або метод Монте-Карло. Цей метод дає змогу побудувати модель, мінімізуючи дані, а також максимізувати значення даних, які використовуються в моделі.

На рисунку 1 наведено приклад роботи програмного забезпечення розробленої системи.

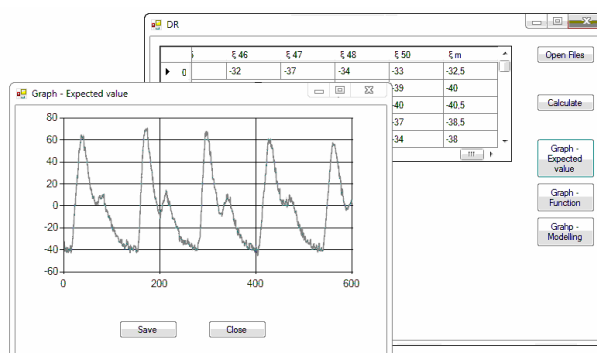


Рисунок 1 – Приклад роботи програмного забезпечення

УДК 004.056

Гурський Г. А. – ст. гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСТУ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ WEP, WPA ТА WPA2**

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

Сучасний стан розвитку засобів безпроводних комунікацій зробили реальним і доцільним широке впровадження безпроводних мереж типу Wi-Fi з метою підвищення швидкості проектування та реалізації комп'ютерних мереж, зручності їх використання в тих ділянках, де прокладання кабелю чи оптоволокна є доволі складним за затратним процесом. Проте із появою безпроводних мереж виникло і безліч проблем, пов'язаних з їхнім захистом від несанкціонованого доступу. Тому дана тематика є досить актуальною на сьогоднішній час.

Основною проблемою безпроводних мереж є те, що вони практично незахищені, адже безпроводні мережі використовують радіосигнал з чітко визначеним набором характеристик, тому будь-хто при певних затратах часу та сил зможе з легкістю знайти спосіб перехопити та прочитати дані, що в них містяться.

Цю проблему досить важко вирішити, навіть використовуючи допоміжні засоби захисту в поєднанні з протоколами безпеки WEP, WPA та WPA2. Використовуючи протокол WEP для захисту мережі, а також прихований SSID (набір основних служб), захищеність мережі від несанкціонованого доступу практично рівна нулю, адже даний захист мережі, використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення, може бути зламаний до десяти хвилин без будь-яких зусиль.

Протоколи захисту WPA та WPA2 практично ідентичні між собою, проте відрізняються підтримуваними типом шифрування. У порівнянні із попереднім протоколом WEP, у даних протоколів змінено саму систему аутентифікації користувача, а також використовується більш складне шифрування даних. Проте WPA та WPA2 також не захищають мережі на максимальному рівні, але розшифрування паролльної фрази може зайняти як від кількох секунд, так до кількох сотень років. Це все залежить від вмісту символів (цифр, букв нижнього та верхнього регістрів, символів) у паролльній фразі.

Отже, для того щоб покращити рівень безпеки безпроводної мережі із використанням протоколів WEP, WPA та WPA2 потрібно використовувати допоміжні засоби захисту, тобто включати функцію фільтрації підключених клієнтів по унікальному MAC адресу, приховувати від відображення SSID, а також використовувати довгі та складні паролльні фрази, які б містили набір невпорядкованих букв великого та малого регістру, цифри та різного роду символи.

УДК 004.4

Дацко О., Максимець О. – ст. гр. СН-21

*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна*

## **OPENGL. 3D МОДЕЛЬ В OPENGL**

Науковий керівник: Бревус В. М.

В умовах актуальності і популярності тривимірної комп'ютерної анімації росте попит на інструментальні системи її створення і розвитку їх можливостей. На даний момент існує багато програмних продуктів, які надають користувачеві можливість створювати об'єкти та анімувати їх. Одним з таких інструментів є OpenGL.

OpenGL — оптимізована, високопродуктивна графічна бібліотека функцій і типів даних для відображення дво- та тривимірної графіки. Технологія не залежить від мови програмування та має єдиний API, що робить OpenGL крос-платформним (версія 4.1 є повністю сумісною з OpenGL ES 2.0, що використовується у мобільних телефонах.). При розробці бібліотеки автори керувалися такими напрямками: 1) продуктивність; 2) ортогональність (незалежність); 3) повнота (методи роботи з апаратними засобами графічного прискорення); 4) інтероперабельність (орієнтація на роботу клієнт-сервер); 5) розширюваність (розвиток можливостей з розвитком апаратури).

Для виводу будь-якого зображення на екран, дані повинні пройти через «магістраль» апаратного забезпечення: vertex shader (позиція точок), tessellation (опціонально), geometry shader (опціонально), clipping(групування і обрізання за діапазоном видимості), rasterisation (3d примітиви розбиваються на 2d), fragment shader (ефекти об'єкта), blending(складання цілого зображення). Через високу швидкодію GPU і його паралельність рекомендується використовувати шейдери для важчих обчислень аніж цикли CPU.

Вивід зображення відбувається через буфер. При чому використовується 2 буфера (front і back). Поки користувач бачить те, що міститься у front буфері, проходить побудова зображення у back-буфері. Коли зображення готове, то буфери змінюються: front стає back і навпаки.

В OpenGL є можливість використовувати раніше створені моделі в 3ds Max, Blender тощо. Модель потрібно імпортувати в файл типу .obj. Цей файл буде зберігати усі вершини, нормалі та полігони фігури. За допомогою сторонніх або власних написаних бібліотек проходить завантаження (перетворення) моделі у дані, які можна зчитати у програмі та зберегти у відповідному класі чи структурі, а потім вже відобразити на екрані. Об'єкт буде розміщений у 3D просторі і за допомогою віртуальної камери можливо пересуватися в цьому середовищі.

Кожна модель складається з примітивів (часто трикутники). Це обумовлено тим, що трикутниками легше оперувати, будувати, отримувати і обраховувати їхні параметри. Модель може містити від кількох десятків до кількох сотень тисяч таких примітивів, що впливає на швидкість побудови зображення. Для розрахунку колізій (зіткнень), навколо моделі створюється невидима оболонка, яка також може мати різну форму (куб, сфера тощо). Саме по цій оболонці перевіряють чи модель торкнулася до якогось іншого об'єкта в певній точці. В іграх при близькому наведенні до гравця чи автомобіля можна побачити, що при ударі він зіткнувся не текстурою, а «невидимим простором» — саме це і є оболонка. Це спрощує обчислення і навантаження на CPU.

Отже, технологічно OpenGL не поступається DirectX від Microsoft. Якщо потрібна крос-платформеність, то вибір стоїть за OpenGL. Якщо ж додаток пишеться тільки для Windows OS, то варто звернути увагу на DirectX, яка на "рідній" платформі працює дещо швидше.

УДК 004.9-379.8

Денисюк Г. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВА СИСТЕМА ТУРИСТИЧНИХ МАРШРУТІВ**

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

Туризм є сьогодні однією з найперспективніших та найдохідніших галузей економіки України. Існує багато цікавих та привабливих туристичних історико-культурних пам'яток, сприятливі природні умови та інші фактори, що впливають на розвиток туризму в Україні. Інтернет-технології мають дуже важливе значення у прогнозуванні та плануванні здійснення свого бізнес-плану туристичної фірми.

Туристичний ринок є одним із найбільш динамічних та на відміну від інших ринків, характеризується великою кількістю учасників, значною їх географічною роз'єднаністю, швидким оновленням інформації.

Тези доповіді присвячені дослідженню інформаційно-пошукової системи туристичних маршрутів.

Інформаційно-пошукова система туристичних маршрутів призначена для огляду ринку туристичних послуг і швидкого пошуку та бронювання туру, доступу до відповідних баз даних, а також доступу до інформаційних ресурсів у багатьох країнах, готелях, забезпечення можливостей спілкування в on-line режимі.

Розроблена інформаційно-пошукова система туристичних маршрутів для ПП «Вікторія Тур» дозволяє:

- отримувати статистичну інформацію, та графіки продаж, які можуть бути використані для подальших кроків прогнозування;
- можливість використання системи через інтернет практично з тими самими можливостями, що безпосередньо на локальній машині;
- забезпечить гнучкість процесу пошуку туристичних маршрутів;
- надасть можливості для аналізу проведених розрахунків;
- дозволить керівникам приймати оптимальні управлінські рішення;

У результаті дослідження ефективності використання інформаційно-пошукової системи туристичних маршрутів встановлено, що змінилася стратегія пошуку інформації, значно розширився доступ до інформації туристичних послуг. А також інформаційно-пошукова система туристичних маршрутів дасть можливість керівникам контролювати та робити успішні прогнози для подальшого процвітання компанії.

УДК 612.821

Деренівський П. – ст. гр. СНм–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: Фриз М.С.

На сьогоднішній день у світі існує безліч комп'ютерів, і понад 80% з них об'єднані в різні інформаційно–обчислювальні мережі, від малих локальних мереж в офісах, до глобальних мереж типу Internet.

Такі величезні потенційні можливості, які несе в собі обчислювальна мережа і той новий потенційний підйом, який при цьому відчуває інформаційний комплекс, а так само значне прискорення виробничого процесу не дають нам право не приймати це до розробки і не застосовувати їх на практиці.

Метою роботи є дослідження якості функціонування безпроводної мережі в залежності від метеофакторів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- Провести огляд відомих методів аналізу та моделей безпроводних каналів;
- Проаналізувати можливості, а також переваги і недоліки сучасних систем передачі даних;
- Обґрунтувати метод аналізу застосування модуляції;
- Розробити вказівки та інструкції для створення безпроводних мереж.

При вирішенні питання вибору оптимальної аналітичної моделі мережі необхідно провести їх порівняльний аналіз. Розглянуто моделі, які враховують функціонування безпроводової лінії передачі. Застосування моделей, кожна з яких окремо враховує вплив завад, кореляційних збоїв (модель Джилберта) та роботу станцій не лише у режимі насичення, але і в умовах нормального навантаження (модель Маркова). Також проаналізовано вплив на продуктивність мережі таких допоміжних механізмів протоколу IEEE 802.11, як RTS/CTS (використання додаткових кадрів – запиту на передачу та підтвердження готовності) та фрагментація пакетів. Виявлено, що механізм RTS/CTS є ефективним лише при великій кількості станцій ( $N > 30$ ) і забезпечує приблизно однакову пропускну спроможність при зміні числа станцій. Фрагментацію доцільно використовувати при значенні інтенсивності завад (BER), що перевищує порогове значення  $BER = 3,9 \cdot 10^{-5}$ , в іншому випадку вона є небажаною.

Для побудови максимально наближеної до реальних умов мережі можна обґрунтовано застосувати модель Джилберта на основі кіл Маркова. Вона враховує існування завад та кореляцію збоїв каналу, а також використовує базовий доступ для всіх пакетів, оскільки він є ефективним у переважній більшості випадків.

УДК 004.796

Дзядик О.В. – ст. гр. СНм–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ФУТБОЛЬНИХ КОМАНД З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ФУТБОЛЬНИХ МАТЧІВ**

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

У сучасному футболі останнім часом спостерігається універсальність гравців, коли футболісти незалежно від їх ігрової функції виконують весь набір технічних прийомів (наприклад, нападаючий може виконувати функції захисника, і т.д.). Як показує аналіз методичної літератури та спостереження, немає загальних рекомендацій щодо методики навчання технічним приемам гравців з акцентом на їх можливу універсальність. Для того щоб провести будь-яку задуману тактичну комбінацію під час гри, гравець повинен володіти відповідними фізичними даними (витривалість, швидкість, тощо) та технічними навичками (грати добре як лівою, так і правою ногою).

Тези доповіді присвячені аналізу параметрів футбольних команд з метою прогнозування результатів футбольних матчів.

Предметом дослідження є аналіз техніки гри у футбол, тактичні прийоми гри, зокрема індивідуальна та групова тактика та стратегія футболу. Спостереження та дослідження показують, що результат будь-якої комбінації гри в цілому залежить від вмінь гравців правильно та чітко виконувати поставлені задачі, знаходити моменти, підходящі для виконання маневрів задля вигоди своєї команди.

До параметрів футболістів можна віднести фізичну підготовку, моральну та психологічну стійкість, фізичні дані та інші.

Таким чином для вдалого прогнозування результатів футбольних матчів необхідно провести аналіз, дослідити всі з вищеперерахованих кількісних та якісних параметрів як окремих футболістів, так і команди в цілому, за результатами таких спостережень можна отримати прогноз на результат запланованої гри. Можна проводити аналіз гри одного футболіста відносно іншого, одного футболіста відносно результатів команди, однієї команди відносно іншої, а також відносно рейтингових таблиць різноманітних чемпіонатів. На основі отриманих результатів можна передбачити результати тих чи інших футбольних матчів.

УДК 681.3

Євчин О. – ст. гр. СП-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОГРАМНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ І ВІДСТЕЖЕННЯ ПОМИЛОК В ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Головатий А. І.

На ринку програмного забезпечення (ПЗ) існує велика кількість програмних засобів, що дають змогу керувати станом інформаційних проектів та відстежувати в них дефекти, а саме: Bugzilla, Atlassian JIRA, Basecamp та інші. Такі програмні системи управління та відстеження помилок розроблені з метою організації продуктивної роботи над проектом, ефективного використання ресурсів, виявлення дефектів, а також відслідковування та виправлення помилок у програмному забезпеченні. Недоліком більшості таких програмних систем є висока ціна, складність в розгортанні, необхідність у адмініструванні, а їх розширення є тривалим і складним процесом.

Тому, виникає потреба в розробці якісно нової програмної системи для управління інформаційними проектами та відстеження в них помилок. Розроблена система має бути легкою у впровадженні та адмініструванні, поєднувати в собі можливості для управління проектом та відстеження в ньому дефектів, дозволяти зв'язувати виявлені помилки із завданнями та не вимагати наявності специфічного програмного забезпечення на стороні клієнта.

На основі проведених досліджень висунуто наступні вимоги до програмної системи:

- система має надавати можливість групі людей, що працюють над інформаційним проектом, сумісно вирішувати поставлені завдання;
- система має давати змогу проводити контроль над ресурсами і термінами виконання завдань;
- система має давати змогу оцінювати якість виконаних завдань;
- система повинна автоматично формувати звіти про виконанні роботи та затрати ресурсів зі сторони кожного учасника проекту.

Розроблена програмна система буде не лише програмою для управління станом інформаційного проекту з інтегрованим баг-трекером, а також системою обліку робочого часу. Вона дозволить вести облік часу, який витрачається на розробку та виправлення помилок.

Для розробки даної системи вибрано мову програмування C++ і СКБД MS Access, яку можна буде в подальшому замінити на MS SQL Server, в залежності від масштабів та вимог до використання системи. Розроблено структуру бази даних, яка зберігатиме інформацію про створену задачу та реєстрацію помилок, зв'язки між задачами та дефектами. Система реєструватиме роботу користувачів та формуватиме звіти про виконану роботу. Оскільки, вона побудована за принципом Client - Server, то можна реалізувати багатокористувацький режим роботи.

Використання такої програмної системи дасть змогу організувати ефективну і продуктивну командну роботу над проектом з врахуванням його особливостей.



УДК 004.32

Заверуха З.О. – ст. гр. СІ – 41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ЗОШ І-ІІІ СТУПЕНІВ №26**

Науковий керівник: канд. тех. наук, доцент Осухівська Г.М.

Орієнтація на нові цілі підготовки молоді до життя вимагає впровадження нових технологій навчання, особливо з використанням комп'ютерної техніки. Інформатизація освітнього процесу - невід'ємна складова модернізації сучасної школи, зокрема комп'ютеризація навчання значно підвищує його ефективність.

У документах МОНмолодьспорт України вказано, що у частини випускників шкіл є несформованість належного рівня необхідної комп'ютерної грамотності, уміння опрацьовувати інформацію, володіння вміннями користування ресурсами Інтернету. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України прийняло програму, яка передбачає подальшу комп'ютеризацію шкіл, покращення рівня комп'ютерної грамотності школярів та вдосконалення комп'ютерної обчислювальної мережі.

В даній роботі пропонується розробка комп'ютерної мережі Тернопільської ЗОШ І-ІІІ ступенів №26, що включає:

- вибір апаратного забезпечення для даної мережі;
- вибір топології комп'ютерної мережі;
- вибір протоколу розроблюваної комп'ютерної мережі;
- розробка структури розташувань точок мережевих підключень;
- розрахунок обладнання для високошвидкісного підключення до мережі Інтернет;
- налаштування та впровадження в мережу протоколів загального та обмеженого доступу.

Відповідно до вимог МОНмолодьспорт України (наказу №907 від 29 липня 2011), ДСАНПіН 5.5.6.009-98 розроблена комп'ютерна мережа Тернопільської ЗОШ І-ІІІ ступенів №26 повинна:

1. Забезпечувати передачу даних між комп'ютерами, розташованими в ній.
2. Надавати можливість використання навчальних мультимедійних програм з навчальних предметів.
3. Надавати можливість підключення і роботи в мережі Internet, з метою отримання через Internet навчальних програм, підручників, методичних матеріалів тощо.
4. Надавати можливість організації дистанційного навчання.
5. Забезпечувати надійний обмін даними і захист від зовнішніх завад при вказаних швидкостях передачі без перевищення допустимого рівня випромінюваних радіозавад.

УДК 004.93

Засідко П. – ст. гр.. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ІНТЕГРОВАНИМИ КОМП'ЮТЕРНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ**

Науковий керівник: канд. тех. наук, доцент Литвиненко Я.В.

Актуальність цієї проблеми визначена у «Концепції програми інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів, комп'ютеризації сільських шкіл», яка затверджена колегією Міністерства освіти і науки України 27 квітня 2001 року. У розділі 6.7 «Інформатизація системи управління загальноосвітніми навчальними закладами» визначені основні напрями розвитку цієї частини програми: «Інформатизація системи управління загальноосвітніми навчальними закладами передбачає: розробку та використання єдиної комп'ютерно-орієнтованої технології збирання та опрацювання управлінської інформації; використання діалогових засобів доступу до баз даних; взаємодію з міжгалузевими автоматизованими системами опрацювання інформації; створення експертних систем для прогнозування наслідків прийняття рішень щодо управління; використання засобів телекомунікації; розробку й впровадження автоматизованого робочого місця керівника навчального закладу».

Розвиток освітньої системи передбачає перехід системи, її компонентів та зв'язків між ними у новий якісний стан. Перш за все це зміна її складу і структури, а також освітні технології, які на даний час застосовуються в ній з метою одержання результатів освітньої діяльності. Окремі її компоненти та підсистеми є автономними організаціями, котрі мають власну логіку і закономірності функціонування та розвитку. Тому процес змінювання системи освіти завжди несе конкретний і локальний характер. Залежно від особливостей конкретного нововведення новий порядок може існувати локально, поширюватись в окремій підсистемі або охоплювати всю систему освіти та змінювати її властивості.

Офіційний перелік документів, обов'язкових для ведення у школі, складає 59 одиниць. Але й вони не можуть відобразити всієї багатогранності роботи педагогічного колективу, забезпечити прийняття оптимальних управлінських рішень. Це відбувається тому, що значна частина важливої інформації практично не фіксується взагалі та відповідно у повній мірі не аналізується та не використовується керівництвом навчального закладу.

На сьогоднішній день в Україні спостерігається тенденція до розробки АРМ директорів, завучів, класних керівників ЗОШ та цілих комплексів, що реалізують завдання керування школою, побудови взаємних діалогів «учень – вчитель», «вчитель – керівник», «керівник – батьки» тощо. Прикладом можуть бути АРМ створені в Київському ліцеї бізнесу, де проведена значна робота зі створення авторського програмного забезпечення для інформатизації різних сфер діяльності навчального закладу: програмні комплекси «Тестування навчальних досягнень учнів» (з 2000 року), програмні засоби «Рейтинг учнів» (з 1994 року). Щороку додаються нові програмні засоби: «Блокнот куратора», «Облік руху учнів» тощо. Однак усі вони створювались як окремі, ізольовані програми, що не передбачали обміну інформацією між ними. Сьогодні з'явилися передумови та можливості об'єднання раніше розроблених програмних продуктів воедино шляхом створення комплексної інформаційної системи ліцею «LECOS».

Аналогічні програми розробляються і у інших навчальних закладах України. Більше того, у ряді районів Київської, Харківської, Дніпропетровської областей розроблено та прийнято до впровадження цільові програми розвитку освіти (наприклад, «Каскад 2007-2009» у Ставищенському районі Київщини), що мають за мету забезпечити керований розвиток територіальної освітньої системи в умовах динамічного суспільно-економічного середовища на основі її структурної перебудови та проведення компонентів і підсистем у новий якісний стан, при якому система набуде нових властивостей і стане відповідною сучасним соціальним освітнім потребам.

УДК 519.246.8

Ілько М. – ст. гр.. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПІДСТАНЦІ «ТЕРЕСВА»**

Науковий керівник: Фриз М.Є.

Актуальність вирішення проблеми енергозбереження обумовлюється зменшенням запасів органічного палива на Землі, погіршенням екологічного стану навколишнього середовища, спричиненим шкідливим впливом енерговитратних виробництв, та низкою інших причин. Об'єктивна необхідність проведення енергозберігаючої політики в Україні підсилюється ще й значною залежністю від імпорту паливно-енергетичних ресурсів та збільшенням капіталоемності енергетики.

Чинник високої вартості енергоресурсів зумовив кардинальні зміни у ставленні до організації енергообліку не лише на державному рівні, а й окремих підприємств, організацій та житлово-комунального сектору. Проте облік „вчорашнього дня” вже застарілий тому було прийнято рішення створити інформаційну систему яка дасть змогу не тільки централізовано проводити моніторинг за електронавантаженням на підстанціях, але й прогнозувати це навантаження, що дасть змогу постачальнику спланувати ефективніше використання своїх енергоресурсів.

Метою роботи є розробка інформаційної системи для електростанції «Тересва», яка дасть змогу покращити якість збору інформації по електронавантаженні підстанції та прогнозувати ці навантаження.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз методів прогнозування;
- розробити алгоритми прогнозування навантаження з допомогою нейронних мереж;
- проаналізувати наявні програмні пакети нейронних мереж;
- розробити програмне забезпечення з реалізацією нейронної мережі для прогнозування електронавантажень;
- протестувати розроблене програмне забезпечення.

Як відомо, при побудові будь-якої моделі, в тому числі і прогнозовної, необхідно враховувати цілий ряд факторів і поряд з цим ставити чіткі обмеження. Зважаючи на те, що найбільші проблеми з енергопостачанням виникають в опалювальний період, що характеризується різкими похолоданнями, природним є прагнення вміти правильно визначати залежність електроспоживання від температури навколишнього середовища.

.Розглянувши методи прогнозування та враховуючи ряд факторів, необхідних для правильного прогнозу було прийнято рішення про використання нейронних мереж із загальною регресією, які в процесі самонавчання підлаштовуються під ті фактори.

УДК 004.728.3.057

Карнаухов А.К. – ст. гр. СНмс-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СКАНЕРІВ БЕЗПЕКИ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Сканер безпеки — це програмний або програмно-апаратний засіб, призначений для автоматизації процедури виявлення уразливостей комп'ютерних систем. Його головною функцією є з'ясування версій встановленого програмного забезпечення і помилок конфігурації, у тому числі в політиці паролів. Для цього сканер безпеки виявляє доступні на вузлі мережеві служби, намагається підключитися до них, а після цього — провести відповідний набір тестів.

Алгоритм роботи сканера безпеки полягає в наступному: оператор задає деякий набір IP-адрес або DNS-імен вузлів, які необхідно просканувати. Після цього сканер проводить перевірку доступності цього вузла, потім ідентифікує відкриті порти і визначає запущені мережеві сервіси.

Основним компонентом сканера безпеки є база уразливостей. Використовуючи її, сканер намагається перевірити вразливості мережевих сервісів, по черзі застосовуючи тести, які відповідають для цього вибраного сервісу. Сканери безпеки можуть проводити виявлення уразливостей не лише в мережевих сервісах, але і в ОС, в локальних сервісах і застосуваннях. Після завершення сканування всі зібрані дані об'єднуються в звіти різної форми. Аудитор може включати ці звіти в документи, які описують результати інструментальної перевірки.

При використанні сканерів безпеки аудитор повинен дотримуватися підвищеної безпеки, оскільки при тестуванні вони можуть реалізувати атаки на вразливі системи, що може спровокувати порушення нормальної працездатності системи.

Сканер безпеки не намагається «зламати» обстежуваний вузол, проте здійснювані тести можуть бути небезпечними в тому плані, що здатні викликати відмову в обслуговуванні. Крім того, деякі сканери, такі як LANguard Network Security Scanner, дозволяють виконувати атаку «віддалений підбір пароля» для доступу до спільних файлів і папок (в ОС сімейства Windows NTxxx це еквівалентно атаці на обліковий запис користувача).

Проаналізуємо роботу сканера Nessus. Програмна частина Nessus є вільно поширюваною, проте має ряд обмежень. Безкоштовна версія може застосовуватися лише для сканування вузлів в підмережах класу C.

Структурно Nessus складається із серверної частини, клієнтської частини і набору модулів. Серверна частина забезпечує взаємодію з мережевим середовищем, запуск вибраних тестів, а також отримання і первинну обробку їх результатів. Під'єднані модулі — це сценарії тестів, написані на мові NASL (Nessus Attack Scripting Language). Клієнтська частина забезпечує взаємодію користувача з сервером, вибір і налаштування тестів, а також генерацію звітів. Обмін між клієнтською і серверною частинами ведеться по прикладному протоколу NTP (Nessus Transport Protocol) і може бути як відкритим (без шифрування трафіка), так і закритим (з шифруванням по протоколу SSL або TLS).

Головною особливістю сканера безпеки Nessus є відкритість сценаріїв тестування і можливість написання користувачем своїх власних сценаріїв або доопрацювання існуючих. Цим Nessus кардинально відрізняється від переважної більшості комерційних сканерів, програмний код яких являється на 100 % закритим.

УДК 004.9

Кміть П.– ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРИХОВАНОЇ МАРКОВСЬКОЇ МОДЕЛІ В СИСТЕМАХ ДЕТЕКТУВАННЯ ЕМОТИКОНІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Лупенко С.А

В розроблюваній системі детектування смайлів використовується система котра за своїми характеристиками схожа на просту Марковську модель, котра ділить стрічку графем Юнікоду на суміжні ділянки, котрі в основному бувають цілі емотикони, або такі що складаються з декількох частин (знаки пунктуації та інші символи).

Отже, емотиконами, в основному, є дані нелінгвістичного характеру. Підхід забезпечує високу чутливість і повертає майже всі речення у котрих є емотикони, але має низьку точність, тому що може прийняти за смайл ділянки з великою кількістю символів пунктуації. Проста ПММ(прихована марківська модель) складається з двох станів: А(головним чином лінгвістичний) та @ (головним чином нелінгвістичний). Зважаючи на те, що існує два класи результируючих символів ПММ повинен мати дві можливості результату: одну для їхніх основних класів символів(лінгвістичних L і нелінгвістичних N) і одну для іншого класу символів.

Нелінгвістичні символи часто з'являються в лінгвістичних послідовностях. Однак, послідовність з трьох таких символів зустрічається рідко, лінгвістичні символи також часто зустрічаються в емотиконах, але кількістю не більшою за три. Оскільки, для сегмента в суміжних послідовностях з певною кількістю символів в ряд, можливість переходу зі стану А в стан @ має бути набагато нижча, чим можливість результату з однієї чи двох N зі станів А чи L зі станів @. Таким чином ми отримуємо ПММ з вісьмома параметрами (чотири для переходу і чотири для результату), котра була параметризована, щоб мати властивості перераховані вище. Таку ПММ можна використовувати для видобування нелінгвістичних послідовностей для перевірки СКВ (стохастична контекстно-вільна граматики) моделлю. Потрібно звернути увагу на те, що такий підхід має обмеження, яке полягає в тому, що будуть обрізатися певні лінгвістичні символи котрі будуть розміщуватись на периферії емотикону.

Розроблювана система виконує індукцію СКВ граматики окремо в кожному послідовність з можливими емотиконами, базуючись на простому наборі методів шаблонів правил для присвоєння значимості правил. Індукуючи невеликі, окремі для кожного прикладу СКВ граматики, переконуємося, що кожний приклад має правильній розбір без збільшення граматики до розмірів котрі будуть впливати на ефективність аналізатора.

Сформована СКВ буде містити не термінальний X , та змінні a та b будуть вибрані з вхідної послідовності. Після вибору першої змінною вхідних даних є можливість вибору елемента котрий репрезентує середній сегмент. Тобто, можна зазначити, що СКВ містить два правила, виконання першого з них є необов'язковим. Отже, визначення елемента терміналу для участі в СКВ відбувається тільки збігом його з великим набором терміналів. Це дозволяє виконувати формування емотиконів, як от таких, що складаються тільки з двох не терміналів, а також таких, котрі є одним нетерміналом.

Описана базова індукція граматики може бути покращена кількома способами не жертвуючи надійністю цього методу . Один з них це розбиття вхідних символів на окремі слова. Другий – збільшення кількості символів нетерміналів в граматиці.

УДК 004.4

Колодій Ю. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕБ-САЙТІВ**

Науковий керівник: ст. викл. Дуда О.М.

Якщо в недавньому минулому Інтернет використовувався переважно для пошуку інформації, то сьогодні ситуація сильно змінилася. Постійне збільшення кількості користувачів та нові технології перетворили всесвітню мережу в наймогутніший інформаційний інструмент. Сотні тисяч користувачів щодня шукають в Інтернет різномітну інформацію. Тому питання розкрутки і пошукової оптимізації набувають особливої актуальності.

Search engine optimization (SEO) – це оптимізація Інтернет-ресурсу за визначеними категоріями. Після такої модернізації сайту відбувається поліпшена сприйнятливості та індексація найбільш затребуваними пошуковими системами. Процес ієрархічного становлення Інтернет-ресурсу безпосередньо залежить від ступеня якості. Одним з критеріїв якого є високоякісний (унікальний) контент або вміст веб-сайту. Саме цьому показнику всі пошукові системи, віддають перевагу.

Оптимізація вже стала стандартним інструментом просування сайту навіть для невеликих компаній. Велика кількість оптимізованих сайтів призвело до високої конкуренції за результати пошуку

В процесі виконання наукової роботи проведено міграцію, веб сайту з Joomla 1.5 на Joomla 2.5 та проаналізовано комплекс заходів для розкрутки і пошукової оптимізації з метою підвищення рейтингу веб-сайту в пошукових системах. Дослідження проводились за такими критеріями:

1. Внутрішні чинники ранжування. До внутрішніх факторів ранжування при пошуковому просуванні враховувалися фактори домену, сервера, архітектури сайту та контенту.

2. Зовнішні чинники ранжування. Основним зовнішнім фактором ранжування сайту є посилання на його сторінки з сторінок інших сайтів. Для пошукових систем важливо кількість і якість посилань.

3. Релевантність посилань – це міра відповідності результатів пошуку завданню поставленому в пошуковому запиті.

4. Індексція сайту – занесення в базу даних пошукової системи інформації про сайт.

5. Підбір ключових слів. Вибір ключових слів є одним з найважливіших етапів оптимізації сайту під пошукові системи. Правильно підібрані ключові слова допоможуть користувачам легко знаходити сторінки сайту, а також підвищать їхню позицію в результатах видачі по запиті. При аналізі сторінки було розглянуто близько двох десятків ключових слів, з яких сформовано фрази з урахуванням можливостей морфологічного пошуку та розташовано слова і вирази в порядку їх відповідності тематиці сторінки.

Щоб досягти бажаного результату в оптимізації веб-сайту в першу чергу потрібно просування яке вимагає постійну SEO-підтримку. SEO-підтримка – це зовнішні заходи, які спрямовані на утримання сайту на певних позиціях в пошуковій вибірці. Як правило, це роботи по нарощуванню маси зовнішніх посилань, а також від чіткої відповідності внутрішніх і зовнішніх заходів.

УДК 004.415.5

Комарніцький М. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ РЕСУРСІВ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ IEEE 802.11 З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ WPA2**

Науковий керівник: асистент кафедри КС, Жаровський Р.О.

Стандарт IEEE 802.11 на локальні бездротові мережі WLAN розроблено Інститутом інженерів з електротехніки й електроніки (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Низький рівень безпеки є одним із головних недоліків безпроводних мереж Wi-Fi. Застосування WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2) та заснованого на портах протоколу аутентифікації IEEE 802.1X, не захистить вас від "нелегальних" пристроїв, атак типу "відмова в обслуговуванні" (denial-of-service) або іншого втручання ззовні, але забезпечить безпеку бездротових комунікацій.

Протокол WPA2 використовує новий метод шифрування – CCMP(Counter-Mode with CBC-MAC Protocol), заснований на алгоритмі шифрування AES (Advanced Encryption Standard).

WPA2 працює у двох режимах аутентифікації: персональному (Personal) і корпоративному (Enterprise). У режимі WPA2-Personal з введеною відкритим текстом паролі фрази генерується 256-розрядний ключ, що іноді називають попередньо розподіленим ключем (PreShared Key - PSK). Ключ PSK, а також ідентифікатор SSID (Service Set Identifier) і довжина SSID разом утворюють математичний базис для формування головного парного ключа Pairwise Master Key - PMK, який використовується для ініціалізації чотиристороннього зв'язку та генерації тимчасового парного або сеансового ключа Pairwise Transient Key - PTK, для взаємодії бездротового користувачького пристрою з точкою доступу.

Виконавши процедуру аутентифікації 802.1X, клієнт отримує від сервера аутентифікації головний ключ Master Key - МК, який "прив'язується" до даного сеансу аутентифікації. На основі цього ключа на клієнті і на сервері аутентифікації генерується один і той же парний головний ключ PMK. Аутентифікатор отримує ключ PMK від сервера аутентифікації за допомогою попередньо визначеного атрибута RADIUS. Володіючи ключем PMK, клієнт і пункт доступу генерують парний тимчасовий ключ PTK, практично не обмінюючись ними.

У WPA2 є три типи ключів PTK: ключ підтвердження ключа Key Confirmation Key - КСК, що застосовується для перевірки цілісності кадру; EAPOL-Key (використовується в контрольній сумі MIC); ключ шифрування ключа Key Encryption Key - КЕК, використовується для шифрування групового тимчасового ключа Group Transient Key - GTK і тимчасові ключі Temporal Keys - ТК - для шифрування трафіку.

Для аутентифікації і забезпечення цілісності даних WPA2 використовує протокол CBC-MAC (Cipher Block Chaining Message Authentication Code), а для шифрування даних та контрольної суми MIC - режим лічильника Counter Mode - CTR.

З точки зору корпоративної безпеки технологія Wi-Fi готова до широкого впровадження. Протокол WPA2 забезпечує шифрування і цілісність даних, а використання його з механізмами аутентифікації 802.1X, гарантуватиме повну безпеку передачі даних по бездротових каналах зв'язку.

УДК 004.91

Кондирев В., Сагат П. –ст. гр. БМ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ПРОГРАМУВАННЯ НА VBA ПРИ РОЗВ'ЯЗКУ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ В ТАБЛИЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ EXCEL**

Науковий керівник: ст.викладач Хоміцький Б.В.

Табличний процесор EXCEL є найкращим широкодоступним засобом при оформленні табличних документів різноманітного призначення з можливістю проведення певних розрахунків, аналізу даних, їх пошуку, фільтрації, а також представлення вибраних діапазонів числової інформації у виді графіків та діаграм.

Звичайно, прості невеликі документи краще в табличному процесорі оформляти безпосередньо. Простоту та наглядність візуального оформлення із безпосередньою організацією обчислень легко може освоїти і невідготовлений користувач.

Але досить часто інформаційна частина табличних документів зберігається на декількох аркушах робочої книги, а то і в багатьох книгах. Розрахунки доводиться проводити по досить складних алгоритмах із розгалуженнями, циклами, ітераційними повтореннями тощо. Тут доцільно використовувати можливості мови програмування пакету Microsoft Office – **Visual Basic for Application (VBA)**.

На даній мові можна створювати власні функції чи діалогові вікна, записувати макроси, призначаючи їм кнопки на аркушах робочих книг або піктограми на панелях інструментів, створювати процедури обробки робочих книг, відображаючи результати в певних діапазонах аркушів робочих таблиць. VBA – це об'єктно-орієнтована мова програмування, що має всі можливості стандарту Visual Basic (окрім поліморфізму) та доповнена рядом об'єктів: Application (додаток Excel), Workbook (робоча книга), Worksheet (робочий аркуш), Range (діапазон), Cells (клітинки) тощо. До речі використання об'єкту Application дозволяє у модулях безпосередньо звертатись до широкої палітри функцій Excel (близько 1000).

Уніфіковані модулі з наборами широко використовуваних процедур та функцій можна легко переносити з однієї книги в іншу. Можна також попередньо створити шаблони робочих аркушів, в які вноситиметься інформаційна частина (вхідні дані) та шаблони графіків чи діаграм. Тоді при наявності відповідних модулів, написаних мовою VBA, можна легко створювати табличні документи, проводити їх обробку, а також, при потребі, дані з аркушів робочої книги відображати в текстовому процесорі Word.

В якості прикладів нами створено табличні документи, в яких всі обчислення реалізовані в модулях, а діалог ведеться при допомозі відповідних екранних форм, що викликаються звичайними макросами. Це демонстраційна задача знаходження коренів трансцендентних рівнянь з побудовою графіку функції та дослідження залежності показника та фактора на основі парної лінійної регресії. Причому в багатьох літературних джерелах реалізація такого роду задач описується проведенням розрахунків безпосередньо на аркуші робочої книги. Ми ж, розміщуючи вхідні дані в електронній таблиці, всі обчислення реалізували у відповідних модулях VBA, а результати відображаємо на екранних формах та окремих аркушах діаграм.

Поряд із традиційними способами проведення обчислень в табличному процесорі EXCEL використання мови VBA значно розширює його можливості.



УДК 004.415.5

Кондратюк А., В. Яцишин В.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

Для побудови обґрунтованої процедури визначення вимог та їх зв'язку з потребами до програмної системи (ПС), необхідно провести аналіз вимог. Зазвичай, вимоги поділяють на дві групи: функціональні та нефункціональні. Функціональні вимоги призначені для опису функцій та задач, які повинна виконувати ПС. Нефункціональні вимоги задають обмеження при виконанні функцій ПС. Крім того, нефункціональні вимоги характеризують вимоги до якості виконання функцій. Для представлення функціональних вимог використовується ряд формалізованих процедур, які повністю задовольняють всіх учасників процесу розробки ПС, а нефункціональні вимоги часто трактуються по різному.

Отримання конкретних вимог – трудомісткий процес, який залежить від взаємодії тих, хто фінансово зацікавлений в успішній реалізації програмного продукту. Щоб побудувати якісну ПС, необхідно зрозуміти цілі системи. Процеси узгодження вимог і документування входять до загального процесу аналізу вимог. Зазвичай вимоги виражають, що ПС повинна виконувати, здебільшого не намагаючись сформулювати рішення для отримання цих функцій. Протягом певного часу проходили дебати кому «належать» вимоги: замовнику чи розробнику. Для рішення цього питання було розділено аналіз на два рівні: С-вимоги та D-вимоги.

С-вимоги (або вимоги замовника) – результати документування побажань і потреб замовника написані на мові зрозумілій останньому. Первинною аудиторією для першого рівня є замовники, а другого – розробники. Другий рівень повинен забезпечити документування вимог у спеціальній, структурованій формі. Ці вимоги називають вимогами розробника або D-вимогами. Хоч цільові аудиторії для С- і D-вимог відрізняються, замовники і розробники тісно співпрацюють при створенні якісних продуктів. Один із способів, який дозволяє забезпечити взаємодію зацікавлених сторін - спільна робота представників розробників і замовників.

Сучасний стан розвитку інформаційних систем (ІС) характеризується постійним зростанням їхньої складності. Це потребує залучення значних ресурсів для забезпечення ефективності їх функціонування. Наявні засоби управління проектами слабо зорієнтовані на підтримку процесу розробки та управління вимогами.

Проблема забезпечення якості вимог полягає у нечіткому їх представленні та різному трактуванні. Тому актуальною задачею інженерії програмного забезпечення є формалізація моделі представлення вимог та розробка відповідних засобів їх збору, які в комплексі дали б змогу оцінити якість вимог.

УДК 004.77

Костяк Мирослав – ст. гр. СНм – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СЕРВІС ПАРТНЕРСЬКОЇ РЕКЛАМНОЇ ПРОГРАМИ WEBDODGERS.COM З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ZEND FRAMEWORK

Науковий керівник: ст. викл. Дуда О.М.

Zend Framework (ZF) – відкритий об'єктно-орієнтований PHP-фреймворк. Випускається під ОС BSD. Zend, подібно до PHP, надає прості інтерфейси і потужну функціональність для розробки додатків, надає розширення для побудови сучасних, швидких і безпечних сайтів. Ґрунтується на концепції MVC (Model-view-controller – модель-представлення-контролер). Розробляється компанією Zend Technologies, котра є розробником PHP.

Середовище включає наступні елементи:

- засоби розробки MVC (Model View Controller);
- рівень для роботи з базами даних;
- фільтри даних, отриманих від користувача;
- класи для створення інтерактивних веб-додатків;
- засоби для роботи з електронною поштою;
- ведення логів;

MVC – схема використання декількох шаблонів проектування (див.рисунок 1), за допомогою яких модель даних додатку, користувацький інтерфейс і взаємодія з користувачем розділені на три окремих компоненти так , що модифікація одного з компонентів надає мінімальний вплив на інші. Дана схема проектування часто використовується для побудови архітектурної структури , коли переходять від теорії до реалізації в конкретній предметній області.

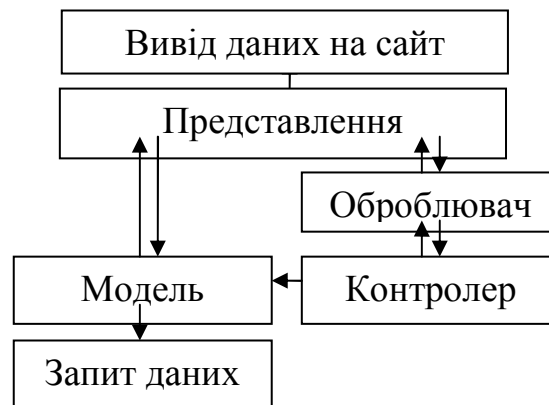


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема MVC Zend Framework

Метою наукової роботи є створення сервісу-посередника між продавцем, який продає свій продукт і хоче його рекламувати та власником сайту, який буде показувати рекламу певного продукту. Завданням сервісу є розподілення винагороди веб-майстрам за переходи користувачів на сторінку рекламованого продукту. Також реалізована детальна статистика для обох сторін за наступними критеріями: кількість показів реклами, кількість переходів, країна показу/переходу, місто показу/переходу002E

УДК 004.415.5

Кривцов С. – ст. гр. СІ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПРИНЦИПИ РОБОТИ ТЕХНОЛОГІЇ ADSL

Науковий керівник: асистент кафедри КС, Жаровський Р.О.

Технологія ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, асиметрична цифрова абонентська лінія) входить до числа технологій високошвидкісної передачі даних, відомих як технології xDSL.

Технологія ADSL забезпечує високошвидкісний обмін даними по існуючій телефонній лінії, з можливістю одночасного користування традиційними телефонними послугами. Це здійснюється шляхом організації трьох інформаційних каналів: «вхідний» потік передачі даних (від мережі до користувача), «вихідний» потік передачі даних (від користувача до мережі) і канал звичайного телефонного зв'язку POTS (скорочення від англ. Plain Old Telephone Service, старі звичайні телефонні служби). Асиметричною дана технологія є тому, що швидкість (смуга пропускання) «вхідного» потоку даних є більшою ніж «вихідного» потоку. Щоб не заважати використанню телефонної мережі за її прямим призначенням, вказані інформаційні канали розділені в частотному діапазоні (рис. 1).

Коли високочастотний сигнал ADSL-модему негативно впливає на сучасний телефон, або телефон вносить в лінію сторонній високочастотний шум, встановлюється фільтр низьких частот Splitter (з англ. частотний роздільник), що пропускає до звичайних телефонів тільки низькочастотну складову сигналу і усуває можливий вплив телефонів на лінію.

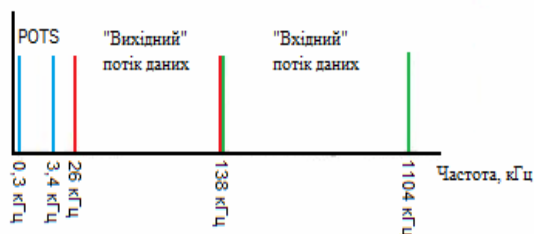


Рисунок 1 – Розподіл в частотному діапазоні

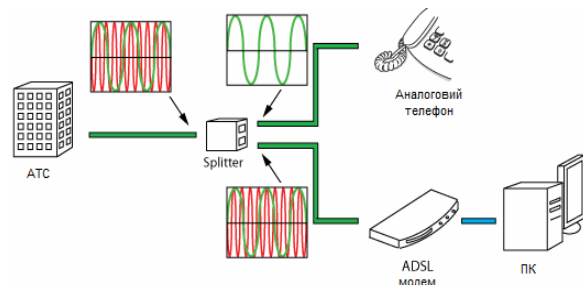


Рисунок 2 – Застосування розподільника частот

Процес одночасної передачі різних частин даних в технології ADSL називається FDM (Frequency Division Multiplexing, мультиплексування з частотним поділом). При FDM, діапазон «вхідного» потоку ділиться на один або кілька високошвидкісних і низькошвидкісних каналів передачі даних, а діапазон «вихідного» потоку ділиться на один або кілька низькошвидкісних каналів передачі даних. Крім цього, ще можливе застосування технології Echo Cancellation при використанні якої діапазони «вхідного» і «вихідного» потоків перекриваються і розділяються засобами місцевої ехокомпенсації.

Технологія ADSL забезпечує прийом даних на швидкості до 8,16 Мбіт/с, а передачу даних – до 1,216 Мбіт/с. За умови, якщо відстань від провайдера до кінцевого користувача становить не більше 1,8 км. На даний момент вже розроблені технології ADSL2, ADSL2+ з більш високим можливими швидкостями передачі даних та відстанями з'єднання.

УДК 003.26.09:004.032.24-004.272.3

Крутих М.В. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КРИПТОАНАЛІЗ СПРОЩЕНОГО АЛГОРИТМУ AES**

Науковий керівник: к.т.н, доцент Луцків А.М.

Одним з головних аспектів аудиту безпеки інформаційних систем є оцінка надійності використовуваних криптографічних алгоритмів. Криптоаналіз - наука про методи розшифрування зашифрованої інформації без призначеного для цього ключа. Спробу розкриття конкретного шифру із застосуванням методів криптоаналізу називають криптографічною атакою на цей шифр. Криптографічну атаку, в ході якої вдалося розкрити шифр, називають зломом або розкриттям.

Основні методи криптоаналізу [1]:

- Атака на основі шифротексту.
- Атака на основі відкритих текстів і відповідних шифротекстів.
- Атака на основі підбраного відкритого тексту (можливість вибрати текст для шифрування).
- Атака на основі адаптивно підбраного відкритого тексту.

Advanced Encryption Standard (AES) [2], також відомий під назвою Rijndael — симетричний алгоритм блокового шифрування (розмір блока 128 біт, ключ 128/192/256 біт), фіналіст конкурсу AES і прийнятий в якості американського стандарту шифрування урядом США. AES було обрано на основі детального аналізу алгоритму вченими-криптологами, була показана його стійкість до цілої низки атак.

З точки зору криптоаналітичного дослідження доцільно розглядати спрощену версію даного алгоритму – mini-AES [3]. Цей алгоритм може бути використаний в навчальних цілях, щоб допомогти студентам, які вивчають криптографію та криптоаналіз [4], а також краще зрозуміти концепції, що лежать в звичайному алгоритмі AES.

Mini-AES - це 16-бітний блоковий шифр з 16-бітовим секретним ключем. Він складається з 2 раундів, де кожен раунд включає 4 основні операції, а саме NibbleSub, ShiftRow, iMixColumn і KeyAddition.

Для детального вивчення цього питання необхідні програмні реалізації алгоритму mini-AES і, можливо, програми для його криптоаналізу. У даний час здійснюються дослідження цього алгоритму й ведеться розробка програмних засобів для його реалізації й криптоаналізу. Для цього використовується мова програмування Java.

### **Література:**

1. Шнайер Б. Криптоаналіз — М.: Триумф, 2002. — С. 19—22. — 816 с.
2. Federal Information Processing Standards Publication 197 November 26, 2001 Specification for the ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES)
3. Raphael Chung-Wei Phan, Mini Advanced Encryption Standard (Mini-AES): A Testbed for Cryptanalysis Students - Cryptologia, XXVI (4), 2002.
4. Raphael Chung-Wei Phan, Impossible Differential Cryptanalysis of Mini-AES - Cryptologia, Vol. XXVII, No. 4, October 2003.

УДК 004.32

Кубишин М. Я. – ст. гр. СІ – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ГІМНАЗІЇ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент Осухівська Г.М.

Широке впровадження інформаційних технологій в різноманітні сфери діяльності людини, їх майже неосяжні можливості щодо опрацювання інформації переконливо свідчать, що використання комп'ютера в навчанні – необхідний компонент освітнього процесу.

Відомо, що використання педагогічних програмних засобів навчання дозволяє більш раціонально організувати процес розвитку кожного учня, спонукати його до активної роботи з урахуванням власних особливостей.

Мета впровадження комп'ютерної техніки в навчальні заклади – розроблення методів навчання шкільних предметів, на основі сучасних інформаційних технологій.

В даній роботі пропонується розробка комп'ютерної мережі Тернопільської української гімназії імені Івана Франка, яка повинна містити такі аспекти:

- технічні вимоги до навчального комп'ютерного комплексу;
- додаткові вимоги до навчального комп'ютерного комплексу;
- технічні вимоги до навчального комп'ютерного комплексу;
- додаткові вимоги до навчального комп'ютерного комплексу;
- технічні вимоги до інтерактивного комплексу;
- додаткові вимоги до інтерактивного комплексу,

згідно наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 29.07.2011 № 907 «Про затвердження технічних специфікацій навчального комп'ютерного комплексу для кабінету інформатики, навчального комп'ютерного комплексу (мобільного) та інтерактивного комплексу (інтерактивної дошки, мультимедійного проектора) для загальноосвітніх навчальних закладів».

Комп'ютерна мережа проектується для трьох-поверхової будівлі Тернопільської української гімназії імені Івана Франка.

Відповідно до характеристик приміщень та попередніх розрахунків отримано, що в школі буде формуватися три підмережі, зокрема, учнівська, вчительська та адміністративна. Кількість робочих місць для учнів становить 32, для вчителів - 25, для адміністративних приміщень - 7.

УДК 004.9

Кубів Р.– ст. гр. СІм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ІМПУЛЬСНО-КОДОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ ГОЛОСОВОГО СИГНАЛУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

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

Для наочності роботи системи кодування голосового сигналу в комп'ютерних мережах розроблено модель засобами MatLab, за допомогою якої можна досліджувати і аналізувати проходження сигналу в контрольних точках моделі.

Структурна схема системи адаптивної диференціальної імпульсно-кової модуляції зображена на рисунку 1. На вхід системи подається аналоговий з імітований тестовий сигнал, який після аналого-цифрового перетворення подається на вхід кодера. Кодером здійснюється перетворення вхідного сигналу в сигнал із зменшеною розрядністю. Далі сигнал проходить через канал зв'язку і потрапляє на вхід декодера. При цьому здійснюється економія пропускної спроможності каналу, оскільки кодований сигнал займає удвічі меншу ширину каналу, ніж результатний. Після декодування він пропускається через фільтр низьких частот.

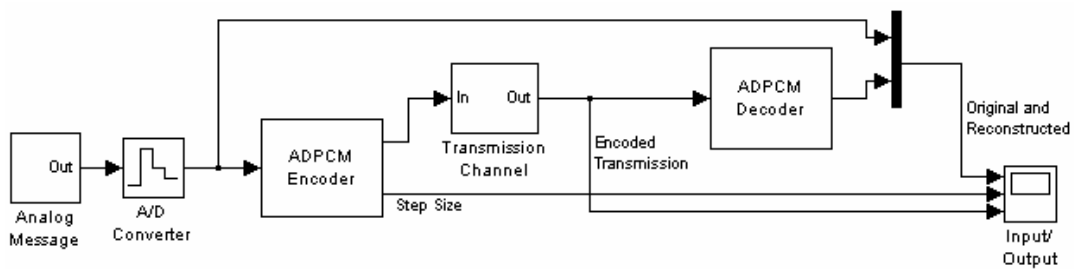


Рисунок 1 – Структурна схема системи адаптивної диференціальної імпульсно-кової модуляції

На рисунку 2 показано діаграми, отримані в результаті проходження сигналу в контрольних точках моделі.

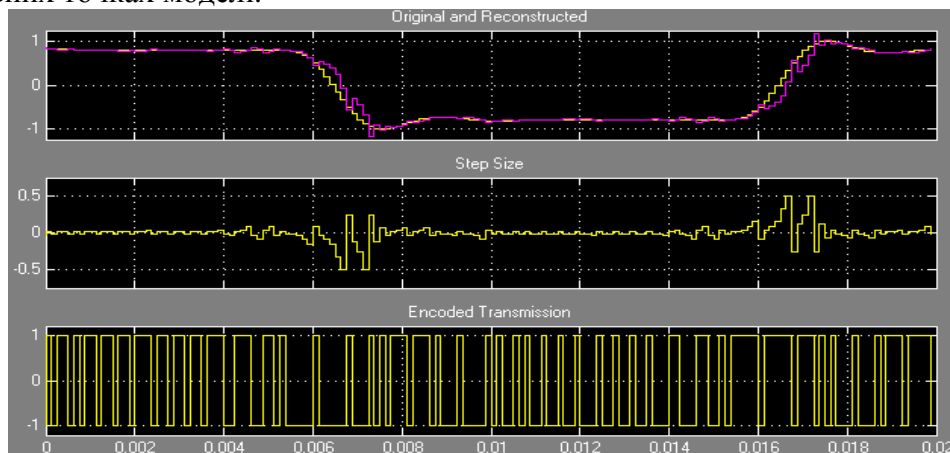


Рисунок 2 – Результати перетворення аналогового сигналу

УДК 658.15

Леспух М.В. – ст. гр. СН – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ**

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

За даними науково-практичної конференції «Розвиток підприємництва як фактор росту національної економіки» від 25.11.2010 р. [1] кожне десяте підприємство, яке здійснює підприємницьку діяльність на території України, має власний інтернет-сайт з інформацією про власну компанію та послуги чи продукцію, що реалізує. Приблизно третина цих сайтів це інтернет-магазини.

Так на початок 2011 року на території України зареєстровані та ведуть офіційну діяльність 3000 інтернет магазинів. Загальна тенденція показує, що ринок інтернет-послуг зростає щорічно на 20-40% залежно від виду діяльності [1]. Зважаючи на ці дані можна сказати що застосування можливостей Інтернет для рекламування чи продажу продукції є актуальним.

Тези доповіді присвячені особливостям розробки інтернет-магазину торгового центру «Троянда».

Доцільність використання інтенет-магазину можна охарактеризувати такими умовами: по-перше, інтернет-магазин буде виконувати роль інформаційного сайту, що дозволить популяризувати підприємство та його послуги серед користувачів Інтернету; по-друге, інтернет-магазин дозволить скоротити час на оформлення замовлення, що зменшить строк його виконання; по-третьє, інтернет-магазин дозволить розширити коло потенційних замовників продукції [2].

Зі сторони покупців інтернет магазин також має свої переваги:

– замовлення товару. У інтернет-магазині клієнт має віртуальну корзину, в яку він додає товари і замовляє їх;

– доставка товару. Найзручніший варіант – це доставки товару додому або в офіс, але це частіше стосується столиці і великих обласних центрів. Частіше, товар забирається зі складу перевізника, на пошті або в місцевому представництві, яке має інтернет-магазин;

– оплата. Частіше за все, товар оплачується при отриманні на складі перевізника чи на пошті готівкою. Також, в інтернет-магазинах практикується оплата електронними грошима Web Money т.д. і, звичайно, кредитними картками;

– доступність. Можливість покупок і замовлення товарів цілодобово [3].

При розробці інтернет-магазину важливою особливістю є розробка дизайну сайту з використанням кольорової гамми підприємства та їх логотипу, що обов'язково повинно бути узгоджено з замовником.

Звісно потрібно зауважити, що розробка інтернет-магазину, його рекламування а також обслуговування досить дороге і не окупається відразу. Окупність такого сайту займе щонайменше півроку, після чого сайт почне приносити прибуток. Незважаючи на це компанії, що хочуть підвищити скою конкурентоздатність на ринку використовують можливості мережі Інтернет для рекламування та продажу своєї продукції.

*Література:*

1. [http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2011\\_28.pdf](http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2011_28.pdf). 25.03.13
2. <http://www.wcdt.com.ua/ua/perevahy-i-nedoliky-internet-mahazynu>. 25.03.13
3. <http://blog.e-project.com.ua/archives/491>. 25.03.13

УДК 004.02

Лехіцька Н.О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ХЕШ-ФУНКЦІЯ КЕССАК І КОНСТРУКЦІЯ SPONGE ЯК УНІВЕРСАЛЬНИЙ КРИПТОПРИМІТИВ**

Науковий керівник: асистент Шимчук Г.В.

Криза в галузі криптографії, пов'язаний зі стійкістю хеш-функцій, найбільш яскраво проявилася в середині 2000-х років, американський інститут стандартів і технологій змусив оголосити конкурс на створення нового стандарту хешування – SHS (Secure Hash Standart). Переможець конкурсу алгоритмів хешування отримав ім'я хеш-функції SHA-3.

Традиційний дизайн хеш-функцій заснований на використанні функції стиснення. Ця функція відображає значення  $m \rightarrow n$  ( $m > n$ ) псевдовипадковим чином. При цьому значення  $n$  повинне бути до 512 біт, а  $m$  порядку  $2n$ . Повторюючи цю функцію під час декількох раундів з різними константами, досягають потрібного значення стійкості. Доповнюючи і зчеплені між собою блоки від різних фрагментів вихідного тексту, отримують можливість обчислити хеш від повідомлення довільної довжини. При цьому виникає істотна проблема: сконструювати функцію стиснення важко. Багатораундове повторення згладять її дефектність, але наперед відома наявність швидкої можливості знайти часткову колізію в вихідній функції стиснення ставить під питання стійкість всієї конструкції. Автори алгоритму Кессак (Guido Bertoni, Joan Daemen, Michael Peeters і Gilles Van Assche) стверджують, що сконструювати надійну функцію стиснення виду  $m \rightarrow n$  ( $m > n$ ) як однораундовий блок криптопримітива, вкрай складно (або неможливо взагалі).

Автори алгоритму Skein і Whirlpool вважають, що в якості функції стиснення можна використовувати блоковий шифр. Дійсно, на відміну від псевдовипадкових функцій (Pseudo Random Function – PRF), псевдовипадкові перестановки (Pseudo Random Permutation – PRP), створювати простіше. А блоковий шифр є такою перестановкою, залежною від ключа. Досить сконструювати шифр із розміром блоку і розміром ключа 512 біт і можна буде отримати функцію стиснення  $m \rightarrow n$  ( $m > n$ ), подаючи на вхід такого шифру ці значення. Проблема однак у тому, що хоча блокові шифри і вважаються самими довіряємими в плані стійкості симетричних криптопримітивів, вони часто мають полегшене або слабкий ключовий розклад (функцію розгортання підключів раунду з основного ключа). Це призводить до атак зі зв'язаними ключами, які хоча і не представляють практичної загрози в більшості протоколів, але ставлять під удар функцію стиснення на основі блокового шифру. Більш того – ідеальний ключовий розклад для ідеального блочного шифру саме по собі повинен мати властивості ідеальної псевдовипадкової функції. Тобто для створення ідеальної хеш-функції потрібно використовувати ... ідеальну хеш-функцію. Виходить замкнуте коло, яке лише частично можна перемогти деякими специфічними рішеннями.

Автори хеш-функції Кессак прийняли ряд радикальних рішень. Вони вирішили не використовувати функцію стиснення у вигляді окремого будівельного блоку, а в якості стійкого криптоперетворення вирішили сконструювати безключовий PRP. Все це упаковано в дуже просту конструкцію Sponge ("Губка").



УДК 004.02

Лехіцька Н. О. – ст. гр.. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ АЛГОРИТМУ ХЕШУВАННЯ КЕССАК

Науковий керівник: кандидат технічних наук Козак Р.О.

Криза в галузі криптографії, пов'язана із стійкістю хеш-функцій, найбільш яскраво проявилася в середині 2000-х років. Дослідники з університету Шаньдуна (Китай) у 2005 році, опублікували алгоритм для пошуку колізій в хеш-функції MD5, а також представили атаку на алгоритм SHA-1, яка вимагає менше 269 операцій. Враховуючи це американський інститут стандартів і технологій (NIST) оголосив конкурс на створення нового стандарту хешування. Переможець конкурсу алгоритмів хешування Кессак отримав назву хеш-функції SHA-3.

В основі побудови хеш-функції лежить ітеративна послідовна схема. Ядром алгоритму є функція стиснення - перетворення  $k$  вхідних в  $n$  вихідних біт, де  $n$  - розрядність хеш-функції, а  $k$  - довільне число більше  $n$ . Повторюючи цю функцію під час декількох раундів з різними константами, досягають потрібного значення стійкості. Доповнюючи і зчіплюючи між собою блоки від різних фрагментів вихідного тексту, отримують можливість обчислити хеш повідомлення довільної довжини. При цьому виникає суттєва проблема – важко сконструювати функцію стиснення. Автори алгоритму Кессак стверджують, що сконструювати надійну функцію стиснення виду  $k \rightarrow n$  ( $k > n$ ) як однораундовий блок криптопримітива, вкрай складно.

В ролі функції стиснення можна використовувати блочний шифр. Дійсно, на відміну від псевдовипадкових функцій, псевдовипадкові перестановки, створювати простіше. А блочний шифр – це перестановки залежні від ключа. Достатньо сконструювати шифр з розміром блоку і розміром ключа 512 біт і можна буде отримати функцію стиснення  $k \rightarrow n$  ( $k > n$ ). Проблема однак у тому, що хоч блочні шифри і вважаються найстійкішими симетричними криптопримітивами, вони мають слабкий ключовий розклад (функцію розгортання підключів раунду з основного ключа). Це призводить до атак із зв'язними ключами, які ставлять під удар функцію стиснення на основі блочного шифру.

Автори хеш-функції Кессак прийняли ряд радикальних рішень. Вони вирішили не використовувати функцію стиснення у вигляді окремого блоку, а в ролі стійкого криптоперетворення вирішили сконструювати без ключову псевдовипадкову перестановку. Все це упаковано в дуже просту конструкцію Sponge ("Губка").

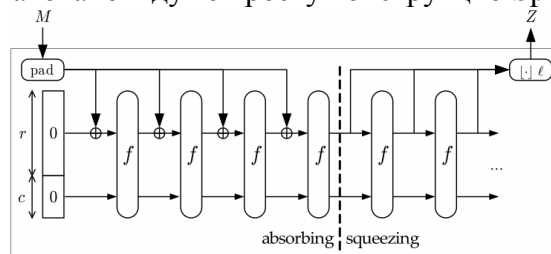


Рисунок 1 – Конструкція "Губка"

Метою магістерської роботи є власне дослідження криптостійкості та швидкодії нового алгоритму хешування Кессак.

УДК 681.3

Лопатинська В. – ст. гр. СП-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ТА ДЕСКТОПНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ І УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЕЮ ТОВАРІВ У СУПЕРМАРКЕТАХ**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Головатий А. І.

З розвитком інформаційних технологій смартфони допомагають нам в таких простих, на перший погляд, речах, як закупівля товарів в супермаркетах. На ринку мобільного програмного забезпечення для різних платформ існує велика кількість програм – органайзерів, що дозволяють створювати різні тематичні списки, текстові нотатки, списки покупок тощо. Основним недоліком існуючого програмного забезпечення є те, що воно не допомагає оптимізувати час перебування у супермаркеті.

Тому, потреба в розробці програмного забезпечення (ПЗ), яке дасть змогу вирішити цю проблему шляхом зручного групування товарів по категоріях (відділах) для полегшення та скорочення часу ходіння від відділу до відділу є актуальною. Таке ПЗ має забезпечувати:

- автоматичне групування всіх товарів по відділах для зручного переміщення по супермаркету;
- синхронізацію даних про покупки між смартфоном, планшетом та ПК;
- створення кількох списків покупок, прив'язку їх до дат;
- нагадування про день покупки.

Розроблене ПЗ складається з трьох частин:

- мобільний сервіс;
- клієнт для мобільної платформи Windows Phone;
- клієнт для Windows 8 RT.

Мобільний сервіс створюється за допомогою хмарного сервісу Windows Azure Mobile Services, який дозволяє розробляти мобільні сервіси для платформ Windows 8 та Windows Phone. Сервіс дозволяє синхронізувати користувацькі дані, забезпечує аутентифікацію та авторизацію користувачів. Також сервіс містить зручний інтерфейс для прийому посилання push – повідомлень, планувальник завдань.

Інтерфейс програм - клієнтів розробляється з врахування особливостей мови інтерфейсу Windows 8 UI, орієнтованої на типографічне оформлення, що забезпечує візуальне сприйняття інформації без відволікаючих елементів.

Перевага використання Windows Azure Mobile Services у тому, що з його допомогою можливе створення повноцінного сервісу одночасно для кількох мобільних платформ зі спільним використанням однієї бази даних.

Мобільні клієнти для платформ Windows 8 та Windows Phone 8 розробляються на основі паттерну MVVM (Model-View-ViewModel), який забезпечує інкапсуляцію користувацького інтерфейсу та бізнес-логіки програмного забезпечення, що дозволяє легко портувати ПЗ з однієї платформи на іншу.

УДК 004.45

Максименко Р.В. – ст. гр. СІ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДЕО КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ TRUECONF

Науковий керівник: асистент кафедри КС Жаровський Р.О.

Сервер відеоконференцій Trueconf Server є програмним продуктом, за допомогою якого можна організувати сеанс відеоконференції зв'язку через Інтернет (рис.1). TrueConf Server підтримує наступні технології: SVC, LDAP, UDP Multicast, SSL. Сервер сумісний з проху-серверами, Firewall (міжмережевими екранами) і супутниковими мережами передачі даних.

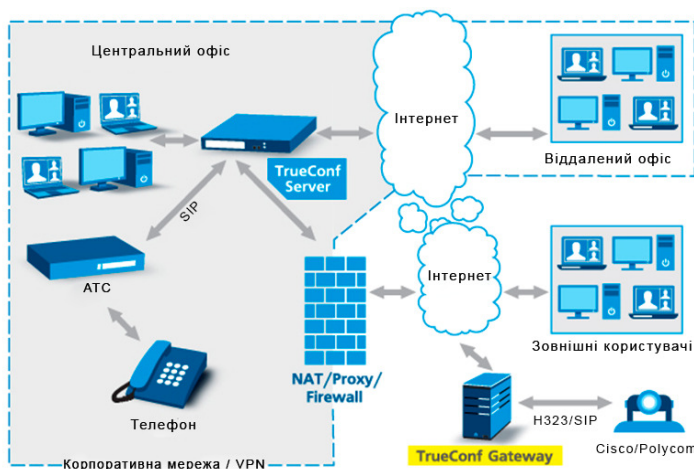


Рисунок 1 - Приклад схеми корпоративної мережі відеоконференцій

Сервер відеоконференції Trueconf може працювати в трьох режимах:

– Відеодзвінок. З'єднання між двома користувачами, які можуть не тільки чути, але й бачити один одного в екранах своїх ПК.

– Групова (багатоточкова) відеоконференція. З'єднання між групою користувачів у кількості 16 людей. При цьому всі вони можуть повноцінно взаємодіяти між собою.

– Селекторна співбесіда. З'єднання між 120 користувачами в режимі он-лайн. Під час селекторного відеозв'язку всі учасники можуть бачити й чути максимум 4 виступаючих,

спілкуючись між собою за допомогою чату та аудіо-реплік.

Сервер інтегрується з апаратними розв'язками відеозв'язку по протоколах H.323/SIP. При цьому відеозв'язок може здійснюватися через Proху сервера, а також через NAT і Firewall без порушення мережної безпеки.

Інтеграція зі службою, що працює по протоколу LDAP, а так само наявність засобів угруповання користувачів дозволяє мережним адміністраторам здійснювати оперативне керування користувачами.

Програма використовує аудіокодек Speex. Speex це кодек для стиску аудіо сигналу, який може використовуватися в додатках. Speex відноситься до класу так званих Code Excited Linear Prediction (CELP)-кодеків, тобто кодеків, побудованих на основі лінійного передбачувального кодування. У програмному забезпеченні компанії Trueconf використовується відеокодек власної розробки Cyclon. Cyclon – це потужний і сучасний кодек по своїх характеристиках, що не поступається кодам сімейства MPEG4 і H.264.

Дане програмне забезпечення дозволяє передавати дані через захищений канал передачі даних не дозволяючи зловмисникам отримати персональні дані які передаються за допомогою даного програмного забезпечення.

УДК 004.93

Марценюк О.А. – ст. гр.СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **СТЕГАНОГРАФІЧНІ МЕТОДИ ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЗОБРАЖЕННЯХ**

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

Стеганографія – це достатньо молода наука про приховану передачу інформації шляхом збереження в таємниці самого факту передачі. На відміну від криптографії, яка приховує зміст секретного повідомлення, стеганографія приховує і його існування.

Аналіз тенденцій розвитку комп'ютерної стеганографії показує, що різноманітність стеганографічних методів потребує систематизації. Загалом не існує жодного стандарту чи нормативного документа, які б регламентували використання стеганографічних методів для захисту інформації. Актуальність вибраної теми полягає в необхідності створення нормативної бази стеганографічних методів зокрема і в Україні. Це б дало змогу спрямувати в законному руслі розвиток стеганографії в цілому та зменшити ймовірність реалізації загроз методами прихованої передачі інформації.

Сучасний інтерес до стеганографії, як сукупності методів приховування інформації, виник у значній мірі завдяки інтенсивному впровадженню і широкому розповсюдженню засобів обчислювальної техніки в усі сфери діяльності людини. Це дозволяє активно застосовувати всі переваги, які дають стеганографічні методи захисту.

При приховуванні даних у нерухомих зображеннях можливі такі методи:

- приховування даних у просторовій області;
- приховування даних в частотній області;
- розширення спектру.

Приховування даних у просторовій області може здійснюватися за допомогою наступних методів:

- метод заміни найменш значущого біта;
- метод псевдовипадкового інтервалу;
- метод псевдовипадкової перестановки;
- метод блокового приховування;
- метод заміни палітри;
- метод квантування зображення;
- метод Куттера-Джордана-Боссена;
- метод Дармстедтера-Делейгла-Квісквотера-Макка.

Приховування даних в частотній області можливе при використанні таких методів: відносної заміни величин коефіцієнтів дискретно косинусного перетворення, Бенгама-Мемона-Ео-Юнга, метод Хсу і Ву та метод Фрідріха.

До методів розширення спектру можна віднести: метод розширення спектру за допомогою прямої псевдовипадкової послідовності (РСПП), метод розширення спектру за допомогою стрибкоподібного перебудовування частот та метод розширення спектру за допомогою компресії з використанням лінійної частотної модуляції.

Використання стеганографічних систем є найбільш ефективною при вирішенні проблеми захисту інформації з обмеженим доступом. Крім прихованої передачі повідомлень, стеганографія є одним з найбільш перспективних напрямів для аутентифікації і маркування авторської продукції з метою захисту авторських прав на цифрові об'єкти від піратського копіювання. Нерідко методи стеганографії використовують для камуфляжу програмного забезпечення. У тих випадках, коли використання програм незареєстрованими користувачами є небажаним, воно може бути закамуфльоване під стандартні універсальні програмні продукти (наприклад, текстові редактори) або приховане у файлах мультимедіа (наприклад, у звуковому супроводі комп'ютерних ігор).

УДК 519.16

Мельник Д.В. – ст.гр. ПЗСзмсм-51

*Тернопільський національний економічний університет*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

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

На сьогодні тестування програмного забезпечення – один з найбільш дорогих етапів життєвого циклу програмного забезпечення, на нього відводиться від 50% до 65% загальних витрат. У розробці ПЗ широкого розповсюдження набули різноманітні CASE-засоби, які дозволяють прискорити процеси створення коду. На жаль, в галузі тестування відчувається нестача таких засобів і більшість зусиль витрачається на ручне тестування. Зазвичай, для проведення тестування застосовуються методи структурного («білий ящик») та функціонального («чорний ящик») тестування.

При функціональному тестуванні вихідний код програми не доступний. Суть полягає в перевірці відповідності поведінки програми її зовнішній специфікації. Критерієм повноти тестування вважається перебір всіх можливих значень вхідних даних, що здійснити на практиці надзвичайно важко.

При структурному тестуванні текст програми відкритий для аналізу. Суть даного методу полягає в перевірці внутрішньої логіки ПЗ. Повним тестуванням у цьому випадку буде таке, що приведе до перебору всіх можливих шляхів на графі передач керування програми. Число таких шляхів може досягати десятків тисяч. Крім того, виникає питання про створення тестів, що забезпечують дане покриття. Здійснити повне всеохоплююче тестування навіть простої програми вкрай важко, а часом і неможливо в силу обмеженості часу й ресурсів.

Мутаційне тестування є різновидом тестування білого ящика, для його здійснення необхідний доступ до вихідного коду програми. Мутаційний критерій ґрунтується на штучному внесенні помилок у програму. У мутаційному критерії приймається припущення про те, що програмісти пишуть майже коректні програми, що відрізняються від правильних незначними помилками в арифметичних операціях, перестановками індексів, некоректними границями циклів, невірними константними значеннями та ін. Для виправлення дефектів подібного роду, у програму вносяться дрібні помилки (мутації).

При тестуванні компонентно-базованого ПЗ основним завданням є не перевірка правильності функціонування самих компонентів, тому що в більшості випадків вони вже були протестовані, а основна увага приділяється взаємодії між компонентами - їхньому інтеграційному тестуванню.

Отже, необхідні спеціалізовані критерії для інтеграційного тестування, які будуть працювати на іншому рівні абстракції, враховувати пропонувані автомати станів компонентів і концентрувати увагу саме на взаємодії між модулями, а не на їхній внутрішній роботі.

З появою процесо-орієнтованого підходу до розроблення ПС ідея врахування ризиків відмов ПС при визначенні стратегії тестування, а також розроблені на її підтримку моделі та методи керування процесом тестування покладені в основу базового процесу тестування. Базовий процес враховує: розподіл обов'язків між учасниками процесу, вимоги до професійної підготовки виконавців, стандарти для представлення документів, критерії початку та завершення задач і переходу до наступного кроку процесу.

УДК 612.821

Можна О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА СПЕКТРАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ**

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

Електроенцефалографія (ЕЕГ) – метод графічної реєстрації біопотенціалів головного мозку, що дозволяє проаналізувати його фізіологічний стан, наявність запальних процесів, загально мозкових відхилень і їх характер. Електроенцефалографія є об'єктивним методом тестування функцій центральної нервової системи людини. Його використання є найкращим засобом для раннього виявлення і прогнозу неврологічних розладів при різних захворюваннях, таких як інсульт, пухлини головного мозку, наслідки черепно-мозкової травми.

Застосування сучасної вимірювальної техніки у поєднанні з новими алгоритмами обробки даних дає змогу істотно удосконалити методику реєстрації, зберігання і відбору ЕЕГ, що відкриває нові можливості поглибленої діагностики фізіологічного стану головного мозку та нервової системи людини.

Метою роботи є розробка інформаційної системи для спектрального аналізу електроенцефалограм на основі математичної моделі у вигляді лінійного випадкового процесу авторегресії для оцінки спектральної щільності потужності через параметри побудованої моделі.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- Провести огляд відомих методів аналізу та математичних моделей електроенцефалографічних сигналів;
- Побудувати математичну модель електроенцефалограми, використовуючи методи спектрального аналізу для ідентифікації та оцінювання характеристик;
- Обґрунтувати метод аналізу електроенцефалографічного сигналу на основі математичної моделі авторегресії з метою виявлення нових інформативних ознак;
- Розробити програмне забезпечення для аналізу ЕЕГ сигналу.

Зважаючи на те, що спектральна щільність потужності стаціонарного лінійного випадкового процесу повністю визначається параметрами стохастичного різницевого рівняння, що його описує, слід використовувати авторегресійну (АР) модель, яка дає можливість досліджувати спектрально-кореляційні властивості електроенцефалограми.

Цей клас моделей називається параметричним і включає модель АР процесу, модель процесу ковзного середнього, і модель процесу авторегресії-ковзного середнього. Вихідні процеси в цих моделях описуються за допомогою параметрів моделі і дисперсій білого шумового процесу.

Основна причина застосування параметричних моделей – одержання більш точних оцінок спектральної щільності потужності, ніж при використанні класичних методів класичного оцінювання, а також більш високе спектральне розрізнення. З усіх моделей часових рядів у нашому випадку найбільш придатною є авторегресійна модель, тому що авторегресивні спектри мають гострі піки. Оцінки параметрів АР-моделі можна одержати як розв'язки лінійних рівнянь.

Враховуючи вищесказане, слід зазначити, що для оцінювання спектральної щільності потужності з метою виявлення параметрів електроенцефалографічних сигналів необхідно надати перевагу параметричним методам, оскільки вони, порівняно з іншими, забезпечують достатній ступінь точності визначення спектральних характеристик при задовільній обчислювальній ефективності.

УДК 004.032

Мороз Н.І. – ст. гр. СН – 32

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ОПРАЦЮВАННЯ СИМВОЛЬНИХ СТРІЧОК З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУКТУРИ БОР**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Лупенко С.А.

При розробці програмного забезпечення часто доводиться розв'язувати задачі про пошук входження однієї символічної стрічки в іншу, визначення кількості таких входжень. Перше, що спадає на думку – прямий пошук. Проходячи посимвольно по стрічці, знаходимо входження в неї першого символу іншої і перевіряємо, чи збігається кожен наступний символ. Якщо так, то розв'язок перед нами, а якщо ні – повертаємось до символу, який є наступним після першого входження. Такий алгоритм працює досить швидко при невеликому обсязі вхідних даних. Якщо ж необхідно опрацювати велику кількість стрічок тексту, то виникає необхідність використання алгоритму, який вирішить цю задачу за менший проміжок часу, не втрачаючи якості результату.

На даний час існує багато варіантів розв'язку подібних задач, але особливу увагу варто зосередити на алгоритмах, в основі яких лежить структура даних під назвою «Бор». Бор – це структура даних, призначена для зберігання набору стрічок, яка представляє собою підвішене дерево з символами на ребрах. Дещо покращеним варіантом є зжятий бор, який будується за таким принципом: якщо степінь деякої вершини дорівнює одиниці, то цю вершину, ребро, яке входить в неї, і ребро, яке виходить з неї, можна об'єднати в одне ребро з більше, ніж одним символом. Такі алгоритми мають досить широку область застосування, наприклад, при роботі зі словниками чи базами даних, для пошуку документів в Інтернеті, в обчислювальній біології і навіть у системах автоматичного виправлення орфографічних помилок. Сторінки, викладені в Інтернеті, часто містять велику кількість помилок, що ускладнює їх пошук. Хотілося б, щоб такі дефекти не впливали на точність виконання пошуку. Для цього вводять наперед зафіксовану константу – максимально допустиму кількість помилок. Вона не впливає на оцінку асимптотики часу роботи алгоритму і розмірів структур даних. Описані вище алгоритми фіксують три типи помилок: пропущений символ, зайвий символ та змінений символ.

Крім високої швидкості виконання, гнучкості та точності алгоритми, в основі яких лежить бор, мають ще одну значну перевагу – зручність при розпаралелюванні алгоритму. З кожним днем все популярнішими стають паралельні обчислення, тобто обчислення, в яких кілька дій проводяться одночасно. Вони ґрунтуються на тому, що велику задачу можна розділити на кілька менших і розв'язати їх одночасно. Проблема полягає в тому, що не кожен алгоритм можна розпаралелити. Для розробки паралельних алгоритмів дуже важливим є розуміння залежностей даних. Жодна програма не може працювати швидше, ніж найдовший ланцюг залежних обчислень (відомий як критичний шлях), так як обчислення, що залежать від попередніх обчислень в ланцюгу, мають виконуватись одне за одним. Алгоритми на основі бору дають змогу без зайвих зусиль розділити задачу на необхідну кількість підзадач, що є важливим в наш час.

Таким чином величезна кількість текстової інформації може бути опрацьована за відносно невеликий проміжок часу і з високою точністю результату.

УДК 621.326

Мостовський О. – ст. гр. СІ-42

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ТЕРМОРЕГУЛЯТОР

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

В даній роботі пропонується розробка простого і дешевого мікроконтролерного терморегулятора, який базується на широко розповсюдженому дешевому мікроконтролері Attiny 2313 фірми Atmel.

Мікроконтролерний терморегулятор – це пристрій для регулювання температури (терморегулятор), призначений для обслуговування побутових приладів, зокрема холодильників. Робочий діапазон температур проектованого мікроконтролерного терморегулятора не перевищує робочого діапазону напівпровідникових термісторів, тому вони можуть бути попередньо вибрані як первинні вимірювальні перетворювачі (здавачі, сенсори).

На рисунку 1 представлена узагальнена структурна схема мікроконтролерного терморегулятора.



Рисунок 1. – Узагальнена структурна схема мікроконтролерного терморегулятора

Запропонований мікроконтролерний терморегулятор може знайти застосування як в побутових приладах і системах, так і в промисловості, медичній техніці та лабораторіях для керування нагрівальним та холодильним обладнанням для дапазону від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Необхідна точність підтримання температури досягається взаємодією апаратного і програмного забезпечення. Також перевагою даного пристрою є можливість використання його, як одного з блоків різних функціональних пристроїв.

### Література:

І.Р.М. Терещук, К.М. Терещук, С.А. Седов. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства. Справочник радиолюбителя. – К.: «Наукова думка», 1987. – 760с.



УДК 519.15

Муха В.П. – ст.гр. ІІЗзмсм-51

Тернопільський національний економічний університет

## МЕТОДИ ПОБУДОВИ ПОЛІНОМІАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

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

На практиці доволі часто трапляються ситуації, коли по ліченій кількості числових даних (експериментальних чи розрахованих) потрібно визначити характер функціональної залежності, яку вони представляють і обчислювати значення цієї залежності при довільному аргументові. Подібну ситуацію маємо і тоді, коли аналітична залежність є складного характеру і обчислювальні затрати не дозволяють оперативно визначати значення функції при довільному аргументові. В цьому випадку виникає необхідність в заміні складної залежності більш простою, яка б однак передавала характер складної з прийнятною для практичних цілей точністю.

Для побудови математичної моделі на основі експериментальних даних необхідно визначити аналітичну функцію, що проходить через задані точки (наприклад з нелінійною залежністю від параметрів). Однак навіть у лінійному випадку (що відрізняється простотою знаходження значень параметрів) залишається відкритим цілий ряд питань:

- яку вибрати функцію з практично нескінченної множини;
- як буде поводитись вибрана функція між заданими точками ;
- наскільки точно вибрана функція відповідає залежності, що представлена точками ;
- скільки потрібно мати точок і як вони повинні розміщуватись, щоб для вибраної функції досягти заданої точності наближення.

Для в'яснення цих питань використовується математичний апарат теорії наближень. Зокрема наближення поліномом Тейлора  $P_n(x) = \sum_{k=0}^n \frac{f^{(k)}(x_0)}{k!} (x - x_0)^k$ , який наближає довільну функцію  $f(x)$ , яка  $n$ -раз диференційована в точці  $x_0$ . Функція, яку наближають може бути не алгебраїчним поліномом і співпадатиме з поліномом Тейлора тільки в точці  $x_0$ .

Однак наближення поліномом Тейлора є дуже нерівномірним (нев'язка різко зростає з віддаленням від точки  $x_0$ ). Це обмежує практичне застосування навіть у випадках, коли похідні відомі, чи легко визначаються. Тому для інтерполяції зручніше користуватися поліномами Лагранжа та Ньютона.

Одним з ключових моментів інтерполяції є досягнення точності наближення при мінімальних обчислювальних зусиллях. Однак навіть в цьому випадку легко помітити суттєвий недолік. Збільшення числа вузлів інтерполяції і порядку інтерполяційного полінома приводить до значного росту обсягів обчислень.

Друга складність стосується розв'язання інтерполяційного рівняння та точності розрахунків взагалі. Визначення коефіцієнтів полінома можливе лише у випадку, коли детермінант відмінний від нуля. Відмінність детермінанта від нуля практично аналізується при аналітичних обчисленнях та перетвореннях і дозволяє виявити такі комбінації даних та ситуації, коли розв'язання системи неможливе. Однак в арифметичних обчисленнях, де користуються обмеженою машинною точністю, роль детермінанта незначна.

УДК 339.138

Мухамедова А. – ст. гр.. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ “АНАЛІЗАТОР КОДУ HTML” ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕБ-РЕСУРСІВ**

Науковий керівник: Козак Р.О.

Сучасні пошукові системи самостійно визначають найбільш вагомі слова для тієї чи іншої сторінки сайту. Однак повністю ігнорувати мета-тег keywords неможна. Так як пошукові системи, у разі неправильного утримання цього мета-тега, можуть не тільки знизити рівень видачі, але і накласти санкції.

В інтернеті можна знайти чимало програм аналізу текстів HTML сторінок, але більшість працюють в режимі онлайн і аналізують одиночні сторінки, що знаходяться на веб-серверах. Використання онлайн технології для аналізу всіх сторінок сайту неможливо, так як час аналізу в онлайн режимі займе дуже багато часу і ресурсів. При цьому, аналіз декількох сторінок, хоча і корисний, але не дає можливості отримати повний аналіз всього сайту в цілому.

Аналіз коду сайту (аналіз html, javascript) - етап дослідження коректності внутрішньої розмітки сайту, помилок в тегах і скриптах сайту, використання службових тегів і атрибутів.

Метою роботи є розробка веб-сервісу “Аналізатор коду HTML” для виявлення критеріїв оптимізації веб-ресурсів

Для досягнення поставленої мети розроблений веб-сервіс має розв’язати наступні задачі:

- перевірка на невірні (биті) посилання;
- підрахунок слів(тегів);
- оптимізація сторінок для пошукових серверів(рекомендації);
- переведення інформації з коду HTML у синтаксичне дерево.

Аналізатора вмісту HTML сторінок (або контент-аналізатор) дозволяє розбір html-тексту на складові так само, як це зробить пошукова система. Аналізує html-код сторінки, підраховує вагу і щільність ключових слів, створює звіт про правильність текстової оптимізації сайту. Використовується на етапі створення власного сайту, а також для аналізу сайтів конкурентів. Дозволяє аналізувати як локальні html-сторінки, так і он-лайн проекти. Підтримує особливості російської мови, тому може бути використаний для успішної роботи, як з англійськими, так і з російськими сайтами.

УДК 681.3

Наговіцина А. – ст. гр. СП - 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **РОЗРОБКА WEB- САЙТУ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ДЛЯ ІНТЕРНЕТ – МАГАЗИНУ КОСМЕТИКИ**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Головатий А. І.

Віртуальний магазин – це реалізоване в мережі Інтернет представництво шляхом створення web - сайту для продажу певного виду товарів і надання послуг користувачам мережі Інтернет. Віртуальний магазин називають також інтернет - магазином. До нього повністю підходить визначення віртуального підприємства. Отже, віртуальний магазин – це співтовариство територіально роз'єднаних співробітників магазину (продавців, касирів) і покупців, які можуть спілкуватися і обмінюватися інформацією через електронні засоби зв'язку при відсутності особистого контакту. Для розробки веб – сайту і системи керування його контентом використано наступні програмні засоби і технології:

- Денвер (Denwer) – набір дистрибутивів і програмна оболонка, призначені для створення і відладки сайтів (веб - серверних програм, іншого динамічного вмісту інтернет - сторінок) на локальному ПК (без необхідності підключення до мережі Інтернет) під управлінням ОС Windows.
- MySQL – безкоштовна система управління базами даних (СУБД). MySQL є власністю компанії Oracle Corp., що отримала її разом з поглиненою Sun Microsystems, що здійснює розробку і підтримку системи.
- PHP – скриптова мова програмування загального призначення, інтенсивно вживаний для розробки веб - серверних програм. В даний час підтримується переважною більшістю хостинг - провайдерів і є однією з найбільш популярних і вживаних мов програмування для створення динамічних веб - сайтів.
- Adobe Dreamweaver – професійний HTML - редактор для візуального створення і управління веб - сторінками різної складності і сторінками мережі Internet. Dreamweaver суттєво полегшує процес і скорочує час розробки веб - сайту, а також забезпечує всіма необхідними засобами для створення зручного в користуванні і візуально привабливого веб - сайту.
- Система управління контентом (CMS) – інформаційна система (комп'ютерна програма) для забезпечення і організації спільного процесу створення, редагування і управління контентом (вмістом) веб - сторінки. Головною метою такої системи є можливість збирати в єдине ціле і об'єднувати на основі ролей і завдань всі різнотипні джерела знань і інформації, доступні як усередині організації, так і за її межами, а також можливість забезпечення взаємодії співробітників, робочих груп і проектів із створеними ними базами знань, інформацією і даними. На рис. 1 показано загальний вигляд розробленого інтернет - магазину косметики.

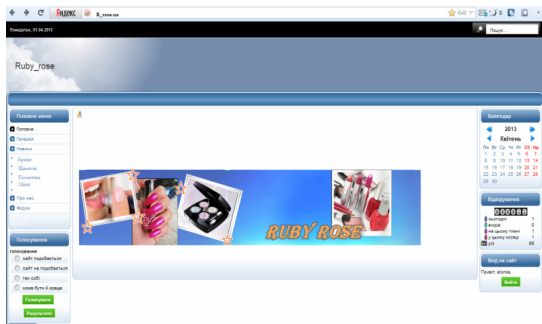


Рис. 1 Зовнішній вигляд розробленого інтернет - магазину косметики

УДК 519.16

Паїк Ю.І. – ст.гр. ПЗзмсм-51

Тернопільський національний економічний університет

## ПРОБЛЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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

Однією з важливих та актуальних задач програмної інженерії є забезпечення необхідного рівня якості програмних систем (ПС). Вирішення цієї задачі є особливо важливим для критичних ПС. Тому, перед допуском критичних ПС до експлуатації, передбачена обов'язкова процедура їх сертифікації, що полягає в перевірці відповідності фактичних показників якості ПС їх нормативним значенням. Ця процедура проводиться незалежною організацією при участі замовника і розробника, а результати її проведення являються підставою до видачі сертифікату відповідним державним органом [1]. Сертифікат якості гарантує заявлений рівень якості ПС і робить її конкурентоздатною на ринку.

Група стандартів, що мають відношення до якості ПЗ, складається з декількох серій. Оцінювати якість ПЗ можна у відповідності із стандартами серії ISO/IEC14598 (частини 1-6), що пропонують способи оцінки характеристик продукту, запозичаючи модель якості, визначення загальних вимог до ПЗ а також критерії його оцінки з ISO/IEC 9126. Стандарти ж серій ISO 9000 і CMM пропонують правила створення якісного продукту шляхом введення власної системи управління якістю. Оскільки вони регламентують правила створення якісних програмних систем, а не процедуру їхньої оцінки, домінуючим є підхід до сертифікації відповідно до призначення ПЗ. Сукупність характеристик якості ПС, що визначена стандартом ISO/IEC 9126-1, складає повну модель і визначає біля 30 характеристик (див. рис.1).



Рис. 1. Загальна модель якості ПЗ, відповідно до стандарту ISO/IEC 9126

ПЗ автоматизованих систем контролю вирішує наступні задачі: відтворення параметричної інформації; контроль виходів параметрів за обмеження; контроль якості функціонування об'єкта.

В залежності від призначення ПЗ АСК ці задачі можуть вирішуватися як у режимі реального часу, так і після функціонування. Тому ПЗ систем розглянутого класу складається з комплексу програм відтворення, комплексу програм допускового контролю та комплексу контролю якості функціонування об'єкта.

УДК 004.413

Палагнюк Н. – ст. гр. СП-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **WEB-SERVIS ФАНСАБ ГРУПИ U&A**

Науковий керівник: асист. Рогатинська Л.Р.

На сьогодні в світі спостерігається бурхливий розвиток індустрії розваг країн сходу, зокрема і в Україні. Останні кілька років цей напрям охоплював всього невелику кількість населення і не був доступним у масмедіа. Проте за цей час він постійно розвивався, з'явилась велика кількість фансаб та декілька реліз груп, і всі вони в основному розвивалися у Росії. У 2012 році з'явилась перша в Україні фансаб група (надалі ФСГ), яка займається перекладами на українську мову серіалів, фільмів, кліпів країн Азії. Метою ФСГ являється пропагування української мови серед любителів цього жанру. Саме в розвитку і підтримці діяльності групи полягає новизна проекту.

Актуальність даної роботи заключається в тому, що, по-перше, сайт такого спрямування має за мету пропагування української мови в інтернет-мережі, по-друге, культурна співпраця України з країнами Азії є перспективною і потребує підтримки у різних аспектах діяльності, зокрема і залученні інтернет-спільнот, по-третє, положення і висновки можуть бути корисними для подальшого розвитку співпраці між країнами.

Основною функцією сайту являється можливість програвання відео онлайн з використанням плеєра Вконтакте або Muvі та можливість скачування. В перспективі планується написання власного відеоплеєра. Можливості для не зареєстрованих та зареєстрованих користувачів відрізняються, наприклад, тільки зареєстрований користувач може бачити посилання на скачування відео чи залишати коментарі тощо. Зареєстровані користувачі також поділяються на різні категорії: користувач, модератор та адміністратор. Звичайний користувач може повністю використовувати функціонал сайту, модератори мають розширені можливості, такі як обмеження доступу «порушникам», видалення постів та записів, створених іншими користувачами тощо, адміністратор – не має ніяких обмежень.

При розробці даного web-сервісу враховано такі можливості як розміщення інформаційних статей користувачами, власної творчості (зв'язаної з тематикою сайту), спілкування з іншими користувачами з допомогою особистих повідомлень тощо. Вся необхідна інформація управляється з допомогою СУБД MySQL, мова використана для написання – PHP5. Також для забезпечення базового функціоналу використано CMS Joomla!, оскільки передбачається автоматична генерація багатьох сторінок, що досить зручно реалізовано в даній CMS, а також її використання гарантує набагато зручнішу можливість модифікації сайту не лише його автором, а й іншими веб-розробниками. Розглядається можливість використання шаблонізатора Smart.

З часом планується додавання функціоналу та розширення сайту, оскільки область, в якій працює ФСГ, постійно розширюється, тому і можливості сервісу повинні постійно зростати. В перспективі розвитку планується написання власного відеоплеєра, розширення сайту з додаванням торрент-трекера, а не лише як інформаційного партнера, для користувачів передбачається створення системи штрафів та нагород, що підвищить зацікавленість користувачів. У зв'язку із розповсюдженням сфери розваг країн Азії зростає і кількість можливостей, які можна було б додати до сайту, що на даний момент ще не визначені. Проект сайту у перспективі буде розширюватись, і у майбутньому претендувати на звання інформаційного партнера такої співпраці.

УДК 621.326

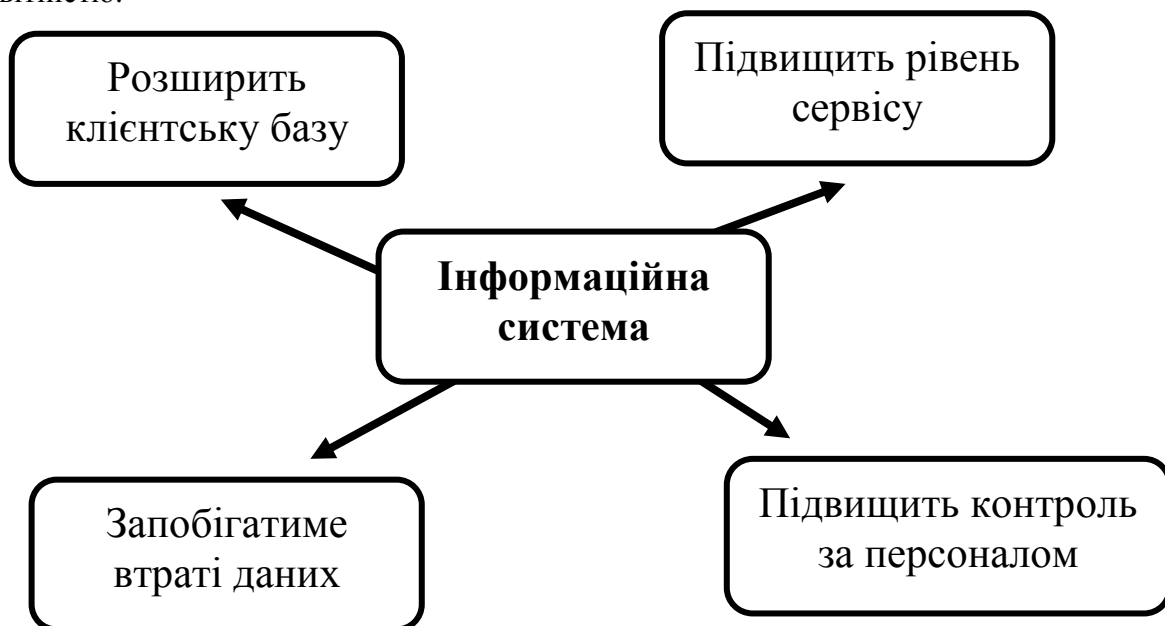
Петришин В. – ст. гр. СН-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У СУЧАСНИХ ФІТНЕС-ЦЕНТРАХ**

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

З кожним роком рівень популярності ведення здорового способу життя зростає, а як наслідок планомірно збільшується кількість фітнес-центрів. Але для того, щоб в умовах високої конкуренції зберегти попит на послуги які пропонують такі заклади, їх власники повинні забезпечити чітку і безперебійну роботу системи, постійне підвищення сервісу та індивідуальний підхід до кожного клієнта. Автоматизована система організації обліку та управління допоможе систематизувати роботу невеликого фітнес-клубу і взяти на себе більшу частину роботи, пов'язаної з каталогізацією та звітністю.



Таким чином, спортивний бізнес, в руках якого буде знаходитись автоматизована система управління, зможе тримати під контролем основні бізнес-процеси.

УДК 681.3.04::681.3.05

Попівчак В.– ст. гр. СІ-42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КРИПТОГРАФІЧНИЙ АЛГОРИТМ “RSA”**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Яцишин В.В.

Криптоалгоритм RSA запропонували в 1978 р. три автори: Р. Райвест (Rivest), А. Шамір (Shamir) і А. Адлеман (Adleman). Він став першим алгоритмом з відкритим ключем, який може працювати як в режимі шифрування даних, так і в режимі електронного цифрового підпису. Безпека алгоритму RSA побудована на принципі складності факторизації. Алгоритм використовує два ключі — відкритий і секретний, разом вони утворюють пари ключів. Відкритий ключ використовується для шифрування даних. Якщо повідомлення було зашифровано відкритим ключем, то розшифрувати його можна тільки відповідним йому секретним ключем.

Криптоалгоритм RSA визнаний стійким при достатній довжині ключів. Сьогодні довжина ключа – 1024 біта вважається прийнятним варіантом. В асиметричній криптосистемі RSA кількість використовуваних ключів пов'язана з кількістю абонентів лінійною залежністю (у системі з N користувачів використовуються 2N ключів), а не квадратичною, як в симетричних системах.

Слід зазначити, що швидкодія RSA істотно нижча швидкодії DES, а програмна і апаратна реалізація криптоалгоритму RSA набагато складніша, ніж DES. Тому криптосистема RSA, як правило, використовується при передачі невеликого об'єму повідомлень та ЕЦП.

При підписанні електронного документу його початковий зміст не змінюється, а додається блок даних – електронний цифровий підпис[1]. Отримання цього блоку можна розділити на два етапи. На першому етапі за допомогою програмного забезпечення і спеціальної математичної функції обчислюється так званий «відбиток повідомлення» (message digest). На другому етапі відбиток документа шифрується за допомогою програмного забезпечення та особистого ключа автора.

У 2011року співробітникам RSA Security було розіслано листи з вкладеними у них електронними таблицями. Таблиця містила вкладений флеш файл, який використовує уразливість нульового дня, що дозволило захопити управління над комп'ютером співробітника. Після цього злочинець встановив на комп'ютері адаптований варіант інструменту віддаленого адміністрування, за допомогою якого було зібрано конфіденційну інформацію з інших машин в мережі .

Атака на алгоритм проходила шляхом штучного виклику помилок за допомогою зміни напруги на процесорі. В результаті з'явилися помилки в комунікації з іншими клієнтами, і вдавалося отримати невелику частину ключа, а як тільки було зібрано достатньо частин, ключ був відновлений в режимі офлайн.

### *Література:*

1. Романец Ю.В., Тимофеев П.А, Шальгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях – М.: «Радио и связь», 1999.

УДК 004.056.5

Прокопів Г. П. – ст. гр. КАм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОЮ ОС VACKTRACK**

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

Глобальна комп'ютеризація і розвиток мереж неодмінно приводять до їхньої інтеграції в наше буденне життя. Відповідно виникає потреба підключати до мережі все більшу кількість пристроїв. Забезпечити вільне користування Інтернетом та ресурсами корпоративних мереж дозволяє безпроводне з'єднання – Wi-Fi. Бездротові технології на даний час набули широкого розвитку, їх застосовують як і просто в домашніх умовах, в офісах, так і для прокладки мереж, там де це фізично не можливо зробити кабелем. Сучасний розвиток технології Wi-Fi дозволяє обмінюватись інформацією на швидкостях близьких до 500 мбіт/с.

Нажаль з набуттям популярності бездротові мережі, стали об'єктом атак, так як для несанкціонованого доступу до них, не потрібно фізично втручатись в мережу, та отримувати доступ до обладнання. Достатньо просто знаходитись в зоні дії передавача. Це накладає певні обмеження на використання такого типу з'єднання, так як потрібно багато уваги приділяти захисту даних.

Прості засоби захисту в вигляді ключів мережі, котрі були єдиним механізмом захисту на початку розвитку бездротових мереж, а також примітивні методи їх шифрування не дозволяють отримати належного рівня надійності, задовільного на даний час. Проте є більш складні, комплексні рішення для відсіювання можливостей втручання зловмисників в роботу мережі, та доступу до інформації в ній, саме їх розглядається в роботі.

Розглянуто різні актуальні типи захисту бездротових мереж, проаналізовано їхні сильні та слабкі сторони. На прикладі реальної працюючої корпоративної мережі реалізовано найоптимальніший на даний момент метод захисту бездротової мережі – WPA2, з автентифікацією користувачів на RADIUS сервері.

Використано інструменти для тестування надійності механізмів захисту мереж, з допомогою яких здійснено тестування кількох механізмів безпеки і зроблено відповідні висновки, щодо їхньої надійності та доцільності використання в реальних умовах.

Для забезпечення максимального ефективності дій, по захисту мережі, проведено тестування безпеки інструментами програмного комплексу VackTrack 5, щоб виявити і усунути слабкі місця системи захисту.

Операційна система VackTrack 5, базована на ядрі Linux, це збірник утиліт для тестування та моніторингу мереж будь-якого рівня складності, та типу. Широкі можливості для отримання інформації, та її подальшого аналізу. А також найновіші методи тестування безпеки роблять цей програмний комплекс незамінним для роботи системного адміністратора.

Результатом є аналіз зібраних даних та тестувань проведених, для покращення захисту та оптимізації роботи корпоративної мережі.



УДК 004.415.5

Радчук В. – ст. гр. СІ-42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРИНЦИП РОБОТИ ПРОТОКОЛУ ТСП.**

Науковий керівник: асистент кафедри КС, Яцишин В.В.

ТСП - (Transmission Control Protocol (Протокол керування передачею)): протокол орієнтований на роботу з підключеннями і передає дані у вигляді потоків байтів. Дані пересилаються пакетами - ТСП-сегментами, - які складаються з заголовків ТСП і даних. ТСП - "надійний" протокол, тому що в ньому використовуються контрольні суми для перевірки цілісності даних і відправлення підтверджень, щоб гарантувати, що передані дані прийняті без перекручувань..

Транспортний рівень стеку ТСП/IP надає послуги з транспортування даних. Ці послуги позбавляють механізми передавання даних прикладного рівня від необхідності втручатися в деталі транспортування даних. Зокрема, турботою транспортного рівня є вирішення таких питань, як надійне і достовірне транспортування даних через мережу. Транспортний рівень реалізує механізм устанавлення, підтримки і впорядкованого закриття каналів з'єднання, механізми системи пошуку і усунення неполадок транспортування, керування інформаційним потоком. Транспортний рівень сім'ї ТСП/iP представлений протоколами ТСП і UDP. ТСП забезпечує транспортування даних із встановленням з'єднання, в той час як UDP працює без встановлення з'єднання.

ТСП - це протокол більш високого рівня, який дозволяє прикладним програмам, які запущені на різних головних комп'ютерах мережі, обмінюватися потоками даних. ТСП поділяє потоки даних на ланцюжки, які називаються ТСП-сегментами, і передає їх за допомогою IP. У більшості випадків кожний ТСП-сегмент пересилається в одній IP-дейтаграмі. Однак при необхідності ТСП буде розщеплювати сегменти на кілька IP-дейтаграм, що вміщуються у фізичні кадри даних, які використовують для передачі інформації між комп'ютерами в мережі. Оскільки IP не гарантує, що дейтаграми будуть отримані в тій самій послідовності, в якій вони були послані, ТСП здійснює повторну "складання" ТСП-сегментів на іншому кінці маршруту, щоб утворити безперервний потік даних.

Протокол ТСП розбиває потік байт на пакети; він не зберігає кордонів між записами. Наприклад, якщо один прикладний процес робить 5 записів в ТСП-порт, то прикладний процес на іншому кінці віртуального каналу може виконати 10 читань для того, щоб отримати всі дані. Але цей же процес може отримати всі дані відразу, зробивши лише одну операцію читання. Не існує залежності між числом і розміром записуваних повідомлень з одного боку і числом і розміром зчитувальних повідомлень з іншого боку.

В операційній системі реалізація ТСП являє собою окремий системний модуль (драйвер), через який, як правило, проходять всі виклики функцій протоколу. Інтерфейс між прикладним процесом та ТСП являє собою бібліотеку викликів, таку ж як бібліотека системних викликів, наприклад, для роботи з файлами. З'єднання відкривається і дані можуть бути відправлені або прийняті по відкритому з'єднанню аналогічно операціям читання і запису у файл, потім з'єднання повинно бути закрито. Виклики ТСП можуть працювати з додатком в асинхронному режимі. Реалізація ТСП у кожній системі може запропонувати багато власних функцій, проте будь-яка з цих реалізацій повинна забезпечувати необхідний мінімум функціональності, передбачений стандартами ТСП.послуг.

УДК 004.77

Рак А.К. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОСОБЛИВОСТІ DOS- і DDOS-АТАК

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

DOS-атака ("відмова в обслуговуванні") і DDOS-атака ("розподілена відмова обслуговування") – це різновиди атак зловмисників на комп'ютерні системи. Мета – створення таких умов, при яких користувачі системи не зможуть отримати доступ до ресурсів системи, або цей доступ ускладнений.

DDOS-атака виглядає так: на обраний в якості жертви сервер поступає велика кількість помилкових запитів з комп'ютерів з різних кінців світу. В результаті сервер витрачає всі свої ресурси на обслуговування цих запитів і стає практично недоступним для звичайних користувачів. Програми, які встановлені зловмисниками на цих комп'ютерах, прийнято називати "зомбі". Відома велика кількість шляхів "зомбіювання" комп'ютерів.

Найчастіше зловмисники при проведенні DDOS-атак використовують трирівневу архітектуру, яку називають "кластер DDOS ". Така структура містить:

- консоль керування (їх може бути декілька), – комп'ютер, з якого зловмисник подає сигнал про початок атаки;
- головні комп'ютери – це ті машини, які одержують сигнал про атаку з консолі керування та передають його агентам – "зомбі". На одну керуючу консоль залежно від масштабності атаки може припадати до декількох сотень головних комп'ютерів;
- агенти – безпосередньо "зомбі"-комп'ютери.

Простежити таку структуру у зворотньому напрямку практично неможливо. Комп'ютери-агенти і головні комп'ютери є також потерпілими в даній ситуації та називаються "скомпроментованими". Така структура робить практично неможливим відстеження адреси вузла, що організував атаку.

Інша небезпека DDOS полягає в тому, що зловмисникам не потрібно мати спеціальні знання та ресурси. Програми для проведення атак вільно поширюються в мережі. Виділяють наступні види DDOS-атак:

- UDP flood – відправлення на адресу системи-мішені великої кількості пакетів UDP. Цей метод найменш небезпечний. Програми, що використовують цей тип атак, легко виявляються, оскільки при "зомбуванні" використовуються нешифровані протоколи TCP і UDP.
- TCP flood - відправлення на адресу мішені великої кількості TCP-пакетів, що також приводить до "зв'язування" мережевих ресурсів.
- TCP SYN flood – відправлення великої кількості запитів на ініціалізацію TCP-з'єднань із вузлом-мішенню, якому в результаті доводиться витратити всі свої ресурси на те, щоб відслідковувати ці частково відкриті з'єднання.
- Smurf-атака - ping-запити ICMP за адресою спрямованої ширококомовної розсилки з використанням а пакетах цього запиту фальшивої адреси джерела, яка в результаті виявляється мішенню атаки.
- ICMP flood - атака, аналогічна Smurf, але без використання розсилки.

Найнебезпечнішими є програми, що використовують одночасно кілька видів описаних атак – TFN і TFN2K, і вимагають від зловмисника високого рівня підготовки.

УДК 004.715

Рачковський І. - ст. гр. СІ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДИСТАНЦІЙНО-ВЕКТОРНИЙ ПРОТОКОЛ ДИНАМІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ EIGRP**

Науковий керівник: асистент кафедри КС Жаровський Р.О.

Протокол EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) являє собою першу реалізацію алгоритму DUAL (Distributed Update Algorithm, алгоритм розподіленого оновлення), який дозволяє маршрутизатору відновлювати свою працездатність відразу ж після зміни в мережевій топології, що значно збільшує надійність розподіленої мережі. У більшості випадків маршрутизатори, що працюють по протоколу EIGRP, перебудовуються відповідно до нової топології менше, ніж за одну секунду. Протокол підтримує маски підмереж змінної довжини, що дозволяє організації більш ефективно використовувати виділений їй адресний простір.

Протокол EIGRP складається з чотирьох основних компонентів:

- Виявлення / Відновлення сусіда (Neighbor Discovery / Recovery)
- Надійний транспортний протокол (Reliable Transport Protocol)
- Блок кінцевих станів алгоритму DUAL (DUAL Finite State Machine)
- Модулі, залежні від протоколів (Protocol Dependent Modules)

При виявленні сусіда маршрутизатори динамічно отримують інформацію про інші маршрутизатори, що знаходяться в мережах, підключених до них безпосередньо. Маршрутизатори також повинні вміти визначати, що їхні сусіди недосяжні. Цей процес виконується при низькому завантаженні мережі за допомогою періодичної посилки невеликих пакетів Hello. Після того як пакет отриманий, маршрутизатор вважає, що його сусід функціонує нормально. Потім сусідні маршрутизатори обмінюються маршрутною інформацією.

Надійний транспорт відповідає за точну доставку повідомлень протоколу EIGRP всім сусідам. Даний процес підтримує як одиничну, так і групову адресацію. Проте надійність не є неодмінною умовою доставки. Деякі повідомлення можуть передаватися з гарантією доставки, а деякі - ні.

Алгоритм DUAL визначає шлях передачі трафіку. Він відстежує інформацію про маршрути, одержувану від усіх сусідів, і потім вибирає маршрут до так званого «можливого спадкоємця». Спадкоємець - це сусідній маршрутизатор, який має найменшу метрику до одержувача і який гарантовано не є частиною петлі маршрутизації. Модуль, що залежить від протоколу, відповідає за взаємодію з певним протоколом мережевого рівня. Наприклад, при використанні протоколу IP даний модуль відповідає за інкапсуляцію повідомлень EIGRP в IP-дейтаграми.

Кожен маршрутизатор зберігає інформацію про сусідні маршрутизатори. Якщо з'являється новий сусід, інформація про нього записується в таблицю маршрутизації. Для кожного модуля, залежного від протоколу, підтримується своя таблиця маршрутизації. Записи в таблиці сусідів містять інформацію, потрібну для надійної доставки, наприклад номер повідомлення. Цей номер використовується для перевірки того, що повідомлення від сусіда прийшли у тому порядку, в якому він їх відправив.

Протокол EIGRP забезпечує швидке підключення завдяки застосуванню моделі «запит-відповідь», при якій повідомлення посилаються тільки тим маршрутизаторам, на роботу яких може вплинути зміни в мережевій топології.

УДК 004.72

Римарчук О.–ст. гр. КСМзм-51

*Тернопільський національний економічний університет*

## **ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СИСТЕМИ БАЗ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КЛАСТЕРУ**

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

Основними помилками, що мають місце в комп'ютерних мережах є помилки людського фактору. Часто зустрічається помилка, що передбачає неправильну розмітку комп'ютерних мереж. Відомий спосіб розрахунку та зображення адресного простору мережі з використанням масок змінної довжини, математичних розрахунків та відображення результатів у вигляді таблиці [1]. Недоліками цього способу є відсутність наочного використання кінцевого результату для перевірки правильності розмітки та подальшого розрахунку мережі. Це зумовлено тим, що виникає необхідність математичної підготовки працівників та великої кількості розрахунків. Тому доцільним є зниження затрат людських ресурсів на планування комп'ютерних IP-мереж, спрощення засобів для перевірки вже існуючих мереж, оптимізація взаємодії пристроїв розгалуженої інформаційної мережі.

Під час проектування системи керування доступом до розгалужених кластеризованих ресурсів необхідно використовувати модульну систему з мінімальною залежністю модулів між собою, що дасть змогу паралельно виконувати їх на різних серверах кластера. Для внесення найбільш імовірних збоїв в обчислювальну систему потрібно створити набір тестів. Правила внесення збоїв задавати окремо для кожного модуля та допоміжного програмного засобу. Цей спосіб дасть змогу складати тестові завдання як до кожного модуля окремо, так і до системи в цілому.

Крім того, доцільним є використання змішаної багаторівневої архітектури в якості базової архітектури програмного забезпечення для використання в обчислювальних кластерах типу OpenMOSIX для можливості розгалуження в потрібний час на два чи більше додаткових рівнів. Використання пріоритетної схеми виконання програмних засобів з двома чи більше рівнями виконання. Така взаємодія дозволяє об'єднати в обчислювальний кластер усі комп'ютери обчислювальної мережі. Клієнтські процеси завжди повинні мати найменший пріоритет міграції чи повну заборону міграції для уникнення створення додаткового навантаження на сервери [2].

Для підвищення продуктивності системи баз даних в середовищі обчислювального кластера необхідне використання симбіозу мов програмування, що потребують компіляції з скриптовими мовами програмування. Управлінські модулі мають містити універсальний інтерфейс міжмодульної взаємодії та бути написані мовою, що компілюється. Допоміжні модулі мають бути написані з використанням скриптових мов програмування, що дасть змогу швидко реконфігурувати систему в цілому. Програмні ядра мають бути достатніми для виконання завдання на іншому обчислювальному вузлі без додаткового програмного забезпечення. Це забезпечить змогу міграції процесу між серверами обчислювального кластера.

### *Література.*

1. Хелеби, Мак-Ферсон. Принципы маршрутизации в Internet, 2-е издание. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001 г. – 448 с. : ил.
2. Скрипка В.М., Фабричев В.А. Використання симбіозу мов програмування для швидкого досягнення мети експериментів // Проблеми інформатизації та управління: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2006. – Вип. 1(16). – С. 152–155.

УДК 004.738.2

Сандлак В.–ст. гр. КСМм-51

Тернопільський національний економічний університет

## **УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ МЕРЕЖІ АТМ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ БУФЕРАМИ КОМУТАТОРІВ**

Науковий керівник: д.е.н., професор Ріппа С. П.

Важливою функцією управління трафіком в мережі АТМ є управління обслуговуванням осередків у буферах комутаторів. Для обслуговування осередків використовується дисципліна пріоритетного обслуговування з відповідними пріоритетами. Найвищим пріоритетом користується осередок категорії СВR, далі обслуговуються осередки трафіку VBR, а найменший пріоритет мають осередки трафіку АВR. Для обслуговування осередків у пам'яті комутатора створюються 3 черги: для категорій сервісу СВR, VBR та АВR. В середині черги використовується дисципліна FIFO, а для обслуговування між чергами – дисципліна з відносними пріоритетами. Можливі різні варіанти організації черги в комутаторах:

а) з роздільними чергами для трьох категорій сервісу, тобто всі віртуальні з'єднання однієї категорії перебувають у загальній черзі;

б) роздільні черзі для кожного віртуального з'єднання.

Під управлінням трафіком АВR розуміється управління темпом завантаження/розвантаження буферів комутаторів АТМ за допомогою зміни швидкостей передачі інформації, що становить трафік АВR.

Аналіз існуючих методів управління трафіком АВR на основі зворотного зв'язку дозволив виявити наступні їх недоліки:

1. Алгоритми пропорційного управління швидкістю (Proportional Rate Control Algorithm - PRCA) [1–3] і алгоритм ЕРРСА (Enhanced PRCA) [1, 2] володіють великою інерційністю, управління швидкістю передачі реалізується з великими затримками, оскільки осередки управління повинні пройти весь маршрут віртуального з'єднання від джерела до адресата і назад, що неминуче призводить до запізнювання і зниження ефективності управління трафіком.

2. В існуючих алгоритмах управління слабо враховується поточне завантаження буферів комутаторів.

Оскільки побудова аналітичних моделей для комплексного дослідження впливу цих факторів на показники якості функціонування мереж є неможливою, то єдиним способом є розробка імітаційної моделі [4].

Тому актуальною задачею є розробка імітаційної моделі мережі АТМ і дослідження на цій моделі як відомих, так і нових алгоритмів керування трафіками різних категорій, способів організації буферної пам'яті і методів управління буферами.

### *Література:*

1. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.

2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2001. – 672 с.

3. Алленов О.М. Защита от перегрузок в сетях АТМ // Сети и системы связи. – 1998. – № 5. – С. 36–48.

4. Ю.П.Зайченко, Мухаммед-Али Аззам Хамуди. Анализ методов управления трафиком АВR в сетях АТМ с применением имитационного моделирования // Системні дослідження та інформаційні технології, 2005, № 2. – С. 42–60.

УДК 621.326

Сеньків Г.– ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ВИТРАТ ПАЛИВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

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

Контроль пального – це одна з найважливіших проблем керівника підприємства автотранспортного комплексу. У зв'язку з цим існує кілька сучасних методів контролю пального, які використовують для вирішення даної проблеми.

Основними причинами перевитрат палива є такі порушення, як розкрадання палива з боку водіїв, несанкціоновані рейси, робота автотранспорту неналежним чином, несправності техніки, аварійні ситуації.

Для того, щоб запобігти подібним ситуаціям, необхідний механізм віддаленого контролю за експлуатацією автотранспорту і витрачанням палива. У цьому випадку використовують системи віддаленого моніторингу за рухом транспортного засобу.

Контроль витрат палива автомобіля за пробігом не потребує ніяких додаткових пристроїв. Паливо списується за показами одометра автомобіля, проте досвідченому водієві ці дані достатньо просто сфальсифікувати. Ситуація змінилася, коли з'явилися супутникові системи моніторингу транспорту. Вони дозволяють отримати дані пробігу, які водій вже не може сфальсифікувати, тому що вони надходять безпосередньо в диспетчерський центр або транспортно-логістичну службу. Проте дані технології дають можливість визначити лише точний пробіг транспортного засобу, який можна звірити з показами зі звітами водія, проте це не є запорукою визначення точної кількості витраченого палива.

Контроль витрат палива винятково по пробігу, має ряд недоліків. Це зокрема:

- похибка вимірювань (вона пов'язана з технологією супутникового позиціонування, втратою супутників і т.д.)
- неможливість фіксації факту заправок і зливу у вигляді табличних та графічних звітів, що ускладнює оперативне запобігання зливів палива, розкрадань;
- різниця між встановленим нормативним значенням витрат палива та реальним споживанням пального.

Для прикладу для контролю за витратами палива часто використовують моніторинг витрат з використанням нормативів. Суть методики полягає у тому, що на транспортному засобі встановлюють пристрої, які здійснюють супутникове позиціонування об'єкту за допомогою систем GPS. Це дозволяє з невеликою похибкою визначити маршрут пересування транспортного засобу під час рейсу. На основі даних витрат палива згідно з технічним паспортом і даних пробігу, обчислюється норма витрат бензину або дизельного палива. У той же час дана методика все ж дозволяє водіям займатися аферами з паливом, так як нормативний рівень витрат завжди відрізняється від фактичних і багато в чому залежить від самого водія, манери його водіння та інших факторів. Отже, використання даної методики для контролю палива має ряд недоліків. Тому, потрібно застосовувати комбіновані методи, які дозволяють поєднати системи віддаленого моніторингу, нормативні показники та розраховані на основі реальних статистичних даних показники витрат палива.

У результаті виходить усереднений показник, який є більш точним, ніж використання нормативних показників і даних з одометра. Немає необхідності внесення в паливну систему конструкційних змін і встановлення додаткових пристроїв.

УДК 681.3

Сівіцький О. В. - ст.гр. СІ-42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА БАЗІ СТАНДАРТУ 802.15**

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Луцків А.М.

Bluetooth – це технологія бездротового зв'язку короткого діапазону, яка використовується для підключення двох і більше пристроїв на відстані до 8 метрів. Ця технологія базується на стандарті IEEE 802.15. Основним призначенням Bluetooth є забезпечення економного і дешевого радіозв'язку між різними типами електронних пристроїв, таких як: мобільні телефони, смартфони, планшети, КПК, ігрові приставки, периферійні пристрої, гарнітура для IP-телефонії, а також на основі даної технології можна створювати локальні комп'ютерні мережі. Також дослідниками доведено те, що інформацію яка передається по протоколу 802.15 можна перехоплювати на відстані до 2 кілометрів за допомогою доступного радіотехнічного обладнання.

Як стверджують виробники, захисні функції bluetooth гарантують безпечну комунікацію на всіх взаємодіючих рівнях. Однак, з точки зору безпеки, в цій технології є ряд недоліків: технологія робить сильний акцент на розпізнання пристроїв, але водночас bluetooth-технологія не пропонує жодного способу розпізнавання користувачів, що робить bluetooth-пристрої особливо уразливими до так званих spoofing-нападів та низки інших.

Для перевірки захищеності інформаційних систем на базі даної технології використовуються наступні програмні засоби [1]:

1. Bluesnarfing –це програмна утиліта, яка надає несанкціонований доступ до інформації, за допомогою OBEX-атак.

2. BlueBug – технологія яка дозволяє завантажувати з телефонної книги контакти, виклики та SMS повідомлення. Принцип роботи базується на надсиланні AT-запитів через приховані канали для вразливих телефонів без надсилання повідомлення власнику.

3. BlueSmack – програмна утиліта, яка дозволяє зламати декілька пристроїв одразу, за допомогою атаки “відмова в обслуговуванні” й може бути проведена з використанням стандартних інструментів, які поставляються з офіційним Linux-пакетами утиліти Bluez.

4. Blueprinting це технологія , яка дозволяє віддалено дізнаватися подробиці про Bluetooth-пристрої. Blueprinting може бути використана для отримання інформації про виробників і моделі пристроїв, й з'ясувати, чи є в робочому радіусі зв'язку пристрої, які мають проблеми з Bluetooth безпекою

А також є цілка низка інших утиліт, які можуть бути використані для аудиту інформаційної безпеки системи передачі даних стандарту: BlueSnarf++, Bluestab, BlueBump, BlueSpooof, BlueDump, Blooover, Blooover II, Blooonix, HeloMoto та інші.

*Література:*

- Bluetooth Security Vulnerabilities and Bluetooth Projects [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: [http://trifinite.org/trifinite\\_org.html/](http://trifinite.org/trifinite_org.html/)

УДК 004.054

Стець О.А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ**

Науковий керівник: асистент Прошин С.Ю.

Розглянемо сучасний стан проблеми оцінки якості програмного забезпечення, а також попередні дослідження у цій галузі досліджень.

Імовірно, перша організована спроба розробки методів оцінки якості програмного забезпечення була почата Рубай і Гартвиком. Метод, запропонований у цій роботі, полягав у тому, щоб визначити набір властивостей програми та їхні вимірники. Бажаним властивостям давався словесний опис, а як вимірники виступали математичні вирази, у яких аргументами були параметри, що прямо або побічно відбивали конкретні властивості програми. Зокрема, називалися такі властивості, як "А<sub>г</sub> - правильність виконання математичних обчислень", "А5 - зрозумілість програми", "А6 - простота внесення змін", потім проводився докладніший аналіз для визначення більш конкретних характеристик цих властивостей, які можна було б вимірювати і тим самим виявляти, у якому ступені та або інша властивість характерна для даної програми (за 100-бальною шкалою).

У більш пізніх дослідженнях Брауна і Липова було сформульовано систему мір якості програмного забезпечення і показано її використання у межах керованого експерименту для оцінки двох машинних програм, написаних незалежно одна від однієї на основі однієї і тієї ж специфікації вимог. Однак це дослідження обмежувалося невеликим набором характеристик, головним чином тими, котрі відповідали властивостям А5 і А6, зазначеним вище. Основна увага у цьому дослідженні приділялась аналізу двох різних підходів до забезпечення високої якості програми, що в одному випадку розроблялася програмістом, що намагався написати максимально ефективний варіант, а в іншому - програмістом, що намагався забезпечити простоту програми. Основні результати проведеного дослідження такі: в "ефективній" програмі було виявлено у 10 разів більше помилок, ніж у простій (за 1000 тестових прогонів у тому і в іншому випадку); значення показників якості "простої" програми виявилися значно вищими. Отже, можна зробити висновок, що розглянуті характеристики є справжніми індикаторами функціональної надійності, принаймні у межах цього дослідження.

Одночасно й іншими авторами було визнано необхідність встановлення показників якості програмного забезпечення і використання їх для оцінки конкретних властивостей програм. Вулф запропонував й описав для цієї мети сім важливих і досить незалежних характеристик:

- зручність експлуатації або модифікація;
- життєздатність, чіткість, ефективність;
- вартість;
- мобільність і ступінь обліку людських факторів.

Огляд різних сучасних підходів до забезпечення мобільності програмного забезпечення, таких, як моделювання однієї ЕОМ на іншій, емуляція, інтерпретація, самозавантаження програм, використання мов.



УДК 004.051

Стець О.А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ OPINION MINING ТА СТАНДАРТУ ЯКОСТІ ISO 9126**

Науковий керівник: асистент Хомів Б.А.

У зв'язку зі стрімким розвитком інформаційних технологій та інтернет-ресурсів зокрема, виникла потреба у аналізі надвеликих масивів текстової інформації. На сьогоднішній день все більше і більше користувачів мережі залишають відгуки стосовно певних продуктів чи послуг на сторінках соціальних мереж, форумів чи блогів. Емоційне забарвлення (опінія) притаманне більшості висловлювань користувачів в тому числі і коментарям інтернет-ресурсів.

Існуючі інструменти opinion mining допомагають користувачам вибрати кращу для них послугу або товар поміж великого спектру аналогів шляхом оцінки якості продукту. У перспективі використання засобів opinion mining суттєво зменшить час на пошук бажаної продукції для покупців, полегшить вибір послуги для споживачів, уможливить аналіз відгуків щодо власної продукції виробників, полегшить роботу в сфері соціології при опитуванні користувачів мережі Інтернет.

Важливою змінною в обрахуванні опінії є вагові коефіцієнти та коефіцієнти ваги автора. Застосування вагових коефіцієнтів в обчисленнях здійснюють необхідну поправку, збільшуючи чутливість обчислень до думки користувача. Коефіцієнти ваги автора ж корегують значення опінії відповідно до досвідченості автора, який її висловив, адже логічним є те, що опінія експерта вважається важливішою від висловлювання новачка. Введення таких уточнень для математичної формалізації опінії дає змогу отримати більш достовірніший результат при узагальненні емоційного забарвлення висловлювань.

Розробка інформаційної системи обчислення вагових коефіцієнтів та інтегральної оцінки опінії об'єктів може принести внесок у розвиток науки в загальному, та галузі opinion mining зокрема, давши поштовх у розвитку досліджень математичної моделі об'єкт-компонент-атрибут.

Ціллю роботи є вдосконалення існуючої системи шляхом введення ієрархічної системи оцінки якостей об'єктів на основі стандарту ISO 9126, передбачення нового способу обчислення вагових коефіцієнтів та лінгвістичних змінних і створення ергономічного інтерфейсу для роботи з системою.

### **Література:**

1. Хомів Б. А. Застосування лінгвістичних змінних та вагових коефіцієнтів при формуванні інтегральної оцінки об'єкта у задачах opinion mining / Б. А. Хомів, С. А. Лупенко, О. А. Пастух, Ю.В. Нікольський // Вісник Національного університету „Львівська політехніка”, Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2012. – № 732. – с. 264-273.

2. ISO/IEC 9126-1. Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model, 2001 – 26 p

3. Інформаційна система обчислення вагових коефіцієнтів та інтегральної оцінки опінії об'єктів: [http://91.201.156.253/opinion\\_mining/mark/](http://91.201.156.253/opinion_mining/mark/)

УДК 004.658.2

Теслюк П.-ст.гр.СП-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ КНИГ ДЛЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ БІБЛІОТЕКИ**

Науковий керівник: к.т.н., Михалик Д.М.

У двадцять першому столітті, в процесі перехідного періоду від інформаційного суспільства до суспільства знань, у який ввійшла Україна, важливим завданням постає створення мережевого розподіленого середовища для забезпечення доступу до ресурсів бібліотек, архівів, музеїв та інших інформаційних систем у сфері науки та освіти. Знання, подані в єдиному електронному середовищі, радикально змінюють і спосіб життя людей, і структуру людського суспільства. Заклади освіти і науки покликані відігравати в їхньому розвитку провідну роль. Бібліотеки, які відносяться до різних галузей та відомств, є важливими компонентами інформаційно-ресурсного забезпечення сучасного суспільного розвитку. Поряд із цим збільшення та інтеграція ресурсів, забезпечення до них віддаленого доступу, сприятиме вирішенню вагомій суспільно-значущій проблемі – побудові колективної пам'яті.

Розроблена інформаційна система взаємодіє з базою даних для зберігання і обробки інформації. Зв'язок з базою даних по мережі забезпечує безперебійну роботу довільної кількості користувачів, що відповідно підвищує продуктивність роботи.

Інформаційна система надає користувачам наступні функціональні можливості:

- додавання даних про книгу;
- редагування даних про книгу;
- видалення даних про книги;
- реєстрація користувача;
- редагування даних про користувача;
- перегляд книг, що перебувають у користувачів;
- пошук книг ;
- пошук користувачів;
- облік видачі книг читачам;
- облік повернення книг у бібліотеку;
- перегляд книг вибраного автора.

Інформаційна система надає наступні переваги:

- надає більше можливостей щодо пошуку відомостей і їх опрацювання, оскільки практично будь-яке слово в тексті може бути пошуковим виразом;
- надає можливість спільного використання інформації, що значно спрощує завдання фізичного дублювання мало використовуваних матеріалів.
- надає можливість бібліотекам постійно підтримувати свої інформаційні ресурси в актуальному стані, оскільки оновлення електронної версії документа простіше, ніж друкарської;
- збереження даних в такій базі даних є надійним, а функції обміну даними - швидкими.

УДК 004.031.42

Томчишин А.М. – ст. гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СЕРВІСУ ОБМІНУ МИТТЄВИМИ ПОВІДОМЛЕННЯМИ З ЕЛЕМЕНТАМИ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гладь Ю.Б.

Система обміну миттєвими повідомленнями – телекомунікаційна служба для обміну текстовими повідомленнями між комп'ютерами або іншими пристроями користувачів через комп'ютерні мережі, як правило через інтернет. Зазвичай і від початку, це були невеликі текстові повідомлення. Але з розвитком у систему були додані й інші функції.

Відмінність миттєвих повідомлень від, наприклад, електронної пошти тут в тому, що обмін повідомленнями відбувається в реальному часі. При відправленні повідомлення по електронній пошті, повідомлення зберігається у поштової скриньці на сервері. Для того, щоб отримати повідомлення, отримувач повинен сам перевірити свою поштову скриньку і переглянути їх. У системах обміну миттєвими повідомленнями зв'язок між користувачами утримується постійно і відправлене повідомлення одразу передається користувачу.

Обмін повідомленнями може бути або між двома, або між декількома співрозмовниками, так звана конференція або чат.

Для користування цим видом комунікації необхідна клієнтська програма, так званий інтернет пейджер або месенджер. Саме у цьому і полягає актуальність даної розробки – у позбавленні потреби в додатковому програмному забезпеченні.

Весь інтернет сервіс являє собою сайт, який відкидає необхідність і разом з цим усуває незручності з встановленням і пошуком додаткових програм, а також роздумами, чи є дана програма у потрібної вам людини, щоб поспілкуватись з нею. Все, що вам буде потрібно це лише звичайний інтернет браузер, який є у кожного. Даний сервіс може використовувати хто завгодно, реєстрація є швидкою і легкою, а якщо ви маєте намір одноразово використати сервіс по запрошенню від друга, чи хочете самі когось запросити на одноразову розмову, то ви можете й геть обійтись без реєстрації, а просто скористатись функцією «швидкий чат». Також сервіс виконаний з інтеграцією User API В Контакті, що є найбільш відвідуваною соціальною мережею в Україні і це дає вам зручну можливість увійти через свій аккаунт соціальної мережі, аби позбавити себе маси логінів і паролів, а також повторного вводу персональної інформації.

Даний сервіс, як і кожна система миттєвого обміну повідомленнями має такі складові:

- Система ідентифікації клієнтів;
- Система обліку стану клієнтів (хто є підключений, а хто ні);
- Система доставки повідомлень.

Також, даний сервіс являє собою суміш системи обміну миттєвими повідомленнями і соціальної мережі, тому окрім функцій і можливостей інтернет месенджера, він має також і деякі можливості з асортименту функціоналу соціальних мереж, які зараз такі популярні серед молоді.

Підбиваючи підсумки можна сказати, що даний сервіс є простим і зручним у користуванні, який дає змогу швидкого спілкування в реальному часі через мережу інтернет, і задовольнить як і любителів соціальних мереж, так і людей, що не люблять проводити багато часу за комп'ютером.

УДК 621.326

Трембач Б.Р.–ст. гр. КІ-45

Національний університет «Львівська політехніка»

## РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ В МЕРЕЖІ НА КРИСТАЛІ NoC

Науковий керівник: д.т.н., професор Дунець Р.Б.

Сучасні системи передачі даних характеризуються великими потоками даних та великою кількістю обчислювальних операцій. Мінімізація пристроїв зв'язку призвела до їх дискретизації і машини перетворились на цілі системи, взаємодія елементів яких давала високу продуктивність при низькій ресурсозатратності.

Мережі на кристалі NoC (Network-on-Chip)- новий клас пристроїв, здатних виконувати цілий комплекс простих задач, сукупність розв'язків яких є розв'язком складніших. Такі мережі здатні розпаралелювати обчислення, виконувати кілька ітерацій задачі одночасно.

В роботі створено програму, яка симулює передачу пакетів в мережі з одного процесора до іншого, а також ініціює завантаженість мережі та визначає зайнятість процесорів виконанням інших задач. Програма передає пакети від одного процесора до іншого, використовуючи найоптимальніший шлях, залежно від обраного алгоритму маршрутизації. Один з таких алгоритмів, що був Для реалізації програми вибрано алгоритм DyXY (dynamic XY), суть якого полягає в тому, що він будує маршрут передачі пакетів у мережі, базуючись на даних про завантаженість сусідніх процесорів і відсилає пакет у зону, де найменше навантаження. Таким чином вдається уникнути небажаних затримок на очікування звільнення процесора для передачі пакета далі в мережу.

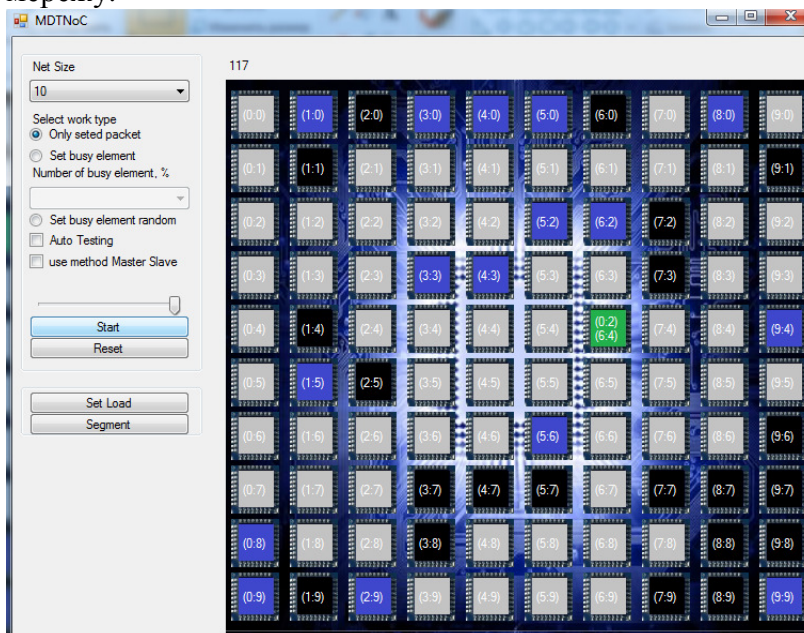


Рис. 1- Результат виконання програми при передачі пакету між процесорами з координатами (6,4) і (0,2)

Для роботи даної програми необхідно вибрати розмір мережі та встановити завантаженість мережі.

Програма дозволяє одночасно здійснювати передачу пакетів з кількох різних процесорів та слідкувати за їх переміщенням в мережі.

Приклад результату роботи програми наведено на рис. 1, який демонструє, що пакет прибув до процесора з координатами (6,4) від процесора з координатами (0,2).

УДК 681.326

Тюрін Т. – ст. гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА WEB-САЙТУ СОЦІАЛЬНИХ ЗАКЛАДОК З ВИКОРИСТАННЯМ ZEND FRAMEWORK**

Науковий керівник: асистент Маєвський Олексій Вікторович

В наші дні для вирішення багатьох проблем можна використовувати веб-застосунки. Це надає великі переваги, так як веб-застосунки є не надто ресурсоемними, і не прив'язані до якоїсь окремої платформи. Також спрощується процес оновлення програмного забезпечення, так як зміни необхідно вносити тільки на одному веб-сервері, а не на всіх комп'ютерах, на яких необхідний доступ до застосунку.

Для того, щоб можна було запустити веб-застосунок на комп'ютері достатньо лише будь-який веб-оглядач, а також підключення до мережі Інтернет.

Для спрощення розробки веб-застосунків почали використовувати CMS, але об'єм коду, який необхідно написати власноруч значно зменшився, проте значну кількість приходиться писати власноруч. Тому для великих веб-застосунків краще використовувати певний фреймворк, який набагато важчий в розробці на його основі веб-застосунків, проте має багато переваг порівняно з CMS.

Останім часом набув значної популярності Zend Framework, який містить в собі значну кількість інструментів порівняно з іншими фреймворками, які можуть знадобитись для розробки веб-застосунку, і дозволяють зекономити час на розробку і захищеність проекту. Наприклад в Zend Framework присутні компоненти для швидкої побудови форм, до яких можна приєднати велику кількість валідаторів, які входять в цей фреймворк. Не потрібно розробляти з нуля Captcha чи брати її від сторонніх розробників, в Zend Framework на Ваш вибір вже існує декілька її варіантів.

На основі Zend Framework можна створювати веб-застосунки, які по функціоналу ідентичні до застосунків написаних на таких мовах програмування, як C++, java. Проте застосунки написані на Zend Framework на даний момент поки трохи програють по швидкості обробки інформації. Також Zend Framework порівняно з іншими фреймворками займає дуже багато місця на сервері.

Для полегшення роботи з проектами написаними на Zend Framework рекомендовано використовувати інтегроване середовище розробки (IDE) таке як: NetBeans, або PhpStorm. Ці середовища розробки вміють працювати з Zend Framework, створювати базові шаблони проектів з усіх необхідних директорій і файлів, робити автозаміну, проводити Unit тести, знаходити помилки, підсвічувати код.

Zend Framework активно розвивається його розробниками, і його функціонал постійно зростає. Також на базі Zend Framework створюється багато інших фреймворків.

Щоб виконати поставлене завдання з розробки веб-сайту соціальних закладок з використанням Zend Framework необхідно було використати PHP версії 5.3.X, базові компоненти Zend Framework такі, як PDO\_MYSQL для зв'язку з базою даних, Zend\_Db для виконання SQL запитів, Zend\_Form для рендеру і валідації форм, Zend\_Auth та Zend\_ACL для авторизації та аутентифікації користувачів. Також важливо під час розробки дотримуватись стандартів кодування PHP для нормальної читабельності коду. При створенні сайтів такої тематики необхідно приділити увагу SQL-ін'єкціям і захисту від можливих атак.

УДК 519.15

Фалющак П.А. – ст.гр. ІПЗзмсм-51

*Тернопільський національний економічний університет*

## **AGILE-ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ РОДУКТІВ**

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

Підхід Agile характеризується полегшеними, неформальними і високо адаптивними процесами розроблення, які ґрунтуються на теорії хаосу, теорії систем, системному мисленні, системній динаміці, теорії подвійних циклів навчання, адаптивних системах. Його використання дозволяє, на думку її творців, скоротити витрати, пов'язані з виробництвом непотрібних артефактів, а також забезпечити роботу в умовах зміни вимог. У основі підходу Agile лежать принципи і способи організації практичної діяльності в галузі програмної інженерії, а також сукупність методів, які вживаються у процесі розроблення ПЗ.

Agile - це збірний термін, що містить ряд технологій гнучкого програмування, які у свою чергу, мають власні цінності, принципи, практики, ролі, навички, команди розробників, інструментарій, види діяльності, стандарти, робочі продукти, заходи якості.

Основні принципи методології:

- задоволення клієнта за рахунок ранньої та вчасної поставки програмного забезпечення;
- прийняття змін вимог, навіть наприкінці розробки (це може підвищити конкурентоспроможність отриманого продукту);
- часта поставка робочого програмного забезпечення ;
- тісне, щоденне спілкування замовника з розробниками протягом усього проекту;
- проектом займаються мотивовані особистості, які забезпечені потрібними умовами роботи, підтримкою і довірою;
- рекомендований метод передачі інформації - особиста розмова;
- працююче програмне забезпечення - кращий вимірник прогресу;
- спонсори, розробники і користувачі повинні мати можливість підтримувати постійний темп на невизначений термін;
- постійна увага поліпшенню технічної майстерності та зручному дизайну;
- кращі технічні вимоги, дизайн та архітектура;
- постійна адаптація до мінливих обставин.

Agile - сімейство процесів розробки, а не єдиний підхід в розробці програмного забезпечення, і визначається Agile Manifesto. Agile не включає практик, а визначає цінності та принципи, якими керуються успішні команди.

Недоліком є те, що гнучкий підхід до управління вимогами не передбачає далекосяжних планів (по суті управління вимогами просто не існує в даній методології), а допускає можливість замовника раптом, наприкінці кожної ітерації, виставляти нові вимоги, що часто суперечать архітектурі вже створеного ПЗ. Такий підхід іноді призводить до масового рефакторингу і переробок практично на кожній черговій ітерації. Крім того, вважається, що робота в agile мотивує розробників вирішувати всі завдання найпростішим і найшвидшим можливим способом, при цьому часто не звертаючи уваги на правильність коду з точки зору вимог платформи. Це призводить до зниження якості продукту і накопичення дефектів.

УДК 004.77

Цісельський В.О. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## СПЕЦИФІКА СЕРТИФІКАЦІЇ БАЗ ДАНИХ

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Мета сертифікації баз даних (БД) — захистити інтереси споживачів, їх вимоги до якості інформаційної продукції, яка міститься в БД, за повнотою, достовірністю, актуальністю, захищеністю та іншими показниками.

Узагальненим показником якості (ПЯ) інформації в БД є міра її відповідності існуючим стандартам та іншим нормативним документам як за змістом, так і за форматами структурних елементів.

Стандарти та документи, на відповідність яким проводиться перевірка БД, повинні охоплювати:

- термінологію в галузі інформаційних технологій і систем;
- порядок організації та створення БД; концепцію структурної побудови, взаємодію компонентів і мови опису БД;
- організацію керування даними;
- комплекти документів, що супроводжують БД, і вимоги до них;
- показники якості БД, ІТ і ПП;
- методи організації управління випробуваннями, атестації і сертифікації компонентів і БД в цілому.

Відображення цих питань у міжнародних та вітчизняних стандартах є ще недостатньо повним, що викликає необхідність створення ряду нормативно-технічних документів для розробки та сертифікації конкретних БД.

Номенклатура нормативних документів, якими регламентується сертифікація БД, відрізняється при проведенні різних видів сертифікації: обов'язкової чи добровільної. Для БД, як правило, характерна добровільна сертифікація, що дозволяє споживачам мати додаткову гарантію її якості, а розробники та постачальники БД отримують переваги для реклами своєї продукції, що відбивається на конкурентоспроможності, можливості підвищення ціни та збільшення обсягу продажу. Обов'язкова сертифікація провадиться для БД, що використовуються у критичних інформаційних системах, в яких не допускається експлуатація БД без сертифіката, що засвідчує її якість.

Найбільш важливими під час організації та проведення сертифікації БД є питання:

- класифікації БД за характеристиками та сферами їх застосування;
- визначення номенклатури необхідних ПЯ БД;
- створення методик тестування і випробувань БД та їх компонентів, а також методів і засобів достовірного вимірювання ПЯ БД;
- організації, регламентування та документування процесу сертифікації БД.

Ведення та маніпулювання даними, що містяться у БД, здійснюються за допомогою системи керування базами даних (СКБД).

УДК 004.624

Чорний М. Р. – ст. гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СТВОРЕННЯ ОН-ЛАЙН СЕРВІСУ ОБМІНУ ФАЙЛАМИ ТА ЗОБРАЖЕННЯМИ**

Науковий керівник: доцент Назеревич О. Б.

Файлообмінник, файлхостинг - сервіс, що надає користувачеві місце під його файли і цілодобовий доступ до них через web, як правило по протоколу НТТР. Такий сервіс дозволяє зручно «обмінюватися» файлами. На спеціальній сторінці файлообмінник (найчастіше на головній) користувач завантажує файл на сервер файлообмінника, який віддає користувачеві постійне посилання, яке він може розсилати по e-mail, публікувати в блогах, на форумах або пересилати через системи ІМ. Перейшовши по такому посиланню будь-який інший користувач може завантажити початковий файл. Деякі файлообмінники мають партнерські програми.

Система сервісів для обміну файлами через мережу Інтернет – служба для обміну файлами різного типу між комп'ютерами чи іншими пристроями, що мають доступ до мережі Інтернет. Для початку система була призначена для обміну файлами та зображеннями, проте з часом були додані інші функції.

Бізнес моделлю файлообмінників є їх спосіб заробляти докладаючи мінімум зусиль та мінімум часу розробників для отримання прибутку. Файл-обмінники заробляють двома способами: показом реклами (завичай файлообмінники вводять штучну паузу, коли користувачі запитують файл. Протягом деякого часу, зазвичай 45-120 сек., користувачеві показується реклама, і тільки потім віддається файл) та продажем преміум-акаунтів (premium accounts). За кілька десятків доларів на рік користувач може купити собі право викачувати файли відразу, без реклами, без затримок, з повною або підвищеною швидкістю (багато файлообмінників значно обмежують швидкість завантаження). Він також отримує деякі інші переваги, недоступні звичайним користувачам, як, наприклад, завантаження файлів в кілька потоків і довантаження.

Принцип роботи файлообмінника:

1. Партнер завантажує файл на сервер
2. Файлообмінник генерує посилання
3. Партнер розповсюджує посилання в Інтернеті
4. Користувач знаходить посилання
5. Переходить по ньому на сервер
6. Завантажує файл на власний ПК

Поряд з великою кількістю файлообмінників, існують і сервіси мультизавантаження, які допомагають користувачеві завантажити файл на кілька інших файлообмінників. У цьому випадку користувачеві потрібно завантажити файл один раз, але в результаті отримує кілька робочих посилань.

З метою реклаमाції даного сервісу розроблена співпраця з іншими сайтами для розміщення взаємовигідної реклами. Також додана функція швидкого редагування зображень, створення так званих «альбомів» з подальшою можливістю завантажити зображення, поділитись ним з іншими користувачами мережі та встановити як власне аватар-зображення.

Підбиваючи підсумки можна сказати, що даний сервіс є простим і зручним у користуванні, який дає змогу швидкого обміну файлами та зображеннями через мережу Інтернет, буде улюбленим сервісом для завантаження файлів багатьох користувачів мережі.



УДК 004.77

Чорноморець В.В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ТА ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІТС**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Інформаційні ресурси окремих організацій і фізичних осіб є певною цінністю, мають відповідне матеріальне вираження і вимагають захисту від різних за своєю суттю дій, які можуть привести до зниження цінності інформаційних ресурсів. Дії, які призводять до реалізації потенційних небезпек, що ведуть до зниження цінності інформаційних ресурсів, називаються несприятливими. Потенційно можлива несприятлива дія називається загрозою.

Захищеність інформації пов'язана із захистом активів від погроз, де погрози класифіковані на основі потенціалу зловживання активами, що захищаються. До уваги слід брати усі різновиди погроз, але у сфері забезпечення захищеності інформації в ІТС найбільша увага приділяється тим з них, які пов'язані з діями людини, зловмисними або іншими.

За збереження інформаційних активів відповідають їх власники, для яких ці активи мають цінність. Власники активів аналізують можливі погрози, щоб вирішити, які з них дійсно властиві середовищу їх ІТС. В результаті аналізу визначаються ризики.

Аналіз може допомогти при виборі контрзаходів для протистояння погрозам і зменшення ризиків до прийняттого рівня.

Заходи забезпечення захищеності роблять для зменшення уразливостей і захисту від можливих погроз. Але і після реалізації цих заходів можуть зберігатися залишкові уразливості. Такі уразливості можуть використовуватися порушниками, представляючи рівень залишкового ризику для активів. Власники повинні прагнути мінімізувати цей ризик, задаючи додаткові обмеження.

Діяльність, спрямована на забезпечення захищеності (безпеки) інформації, що обробляється в ІТС, називається захистом інформації. Захист інформації, що обробляється в ІТС, полягає в створенні і підтримці в працездатному стані системи як технічних, так і нетехнічних заходів, що дозволяють запобігти або утруднити можливість реалізації погроз, а також понизити потенційний збиток у разі їх реалізації. Іншими словами, захист інформації спрямований на забезпечення захищеності оброблюваної інформації і ІТС в цілому, тобто такого стану, в якому зберігаються задані властивості інформації і ІТС, які її оброблюють. Система вказаних заходів, що забезпечує захист інформації в ІТС, називається системою захисту інформації (СЗІ).

Зазвичай в процесі побудови СЗІ в ІТС виділяють наступні етапи:

1. Аналіз ІТС як об'єкту захисту і визначення інформаційних ресурсів, що захищаються. Розробка політики безпеки інформації, що обробляється в ІТС.
2. Аналіз потенційних погроз інформації в ІТС.
3. Аналіз і оцінка ризиків, пов'язаних з реалізацією погроз інформації в ІТС.
4. Вибір контрзаходів (заходів протидії) і реалізація набору заходів щодо забезпечення захисту інформації в ІТС.
5. Оцінка ефективності СЗІ в ІТС.
6. Супровід СЗІ в ІТС (підтримка СЗІ в працездатному стані протягом усього життєвого циклу ІТС).

УДК 004.4

Шклярук М.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЛАГІН ZOTERO ДЛЯ БРАУЗЕРА FIREFOX**

Програми, які призначені для збирання та упорядкування бібліографічних метаданих, називаються бібліографічними менеджерами та дають змогу науковцям, дослідникам та письменникам значно спростити створення списку джерел. Зазвичай вони включають в себе базу даних і систему генерування посилань відповідно до кожного типу джерела. Також існують он-лайн системи управління бібліографічною інформацією.

Однією з таких он-лайн програм є плагін Zotero до браузера Firefox. Zotero — програма з відкритим вихідним кодом, яка дає можливість збирати та організувати інформацію з усіх типів джерел, що можливі для відображення в браузері (статті в форматі PDF, веб-сторінки, текстові, музичні файли, відео тощо). Розробник програми - Center for History and New Media в університеті George Mason University, випускається під Загальною Публічною Ліцензією (GPL) та, як і браузер Firefox, працює на платформах Windows, Linux, MacOS X. В Zotero можна створювати бібліотеки, використовувати теги, створювати результати пошуку.

Основною можливістю плагіна є швидке зберігання бібліографічної інформації в локальний файл з багатьох пошукових веб-сайтів, які містять літературні джерела, таких як Google Scholar, Google Books, Amazon.com, ScienceDirect та навіть Wikipedia. За бажанням, користувач також може зберегти локальну копію джерела, яке є он-лайн статтею чи веб-сторінкою, а потім додавати до неї нотатки, теги, підсвічування тексту і власні метадані. Пізніше із даних створеної локальної бібліотеки можна зібрати бібліографію та роздрукувати її або зберегти окремим файлом. Zotero працює з 33 типами джерел, серед яких книги, газетні статті, статті з періодичних видань, фільми, звукозаписи, листи, презентації, інтерв'ю та інші.

Ще однією важливою особливістю плагіна Zotero є різноманіття стилів оформлення бібліографічного списку та можливість написання користувацького стилю. На офіційному сайті плагіна є декілька тисяч різних стилів, які, за потребою, можна завантажити та встановити в плагіні. Проте серед всіх цих стилів немає такого, який би відповідав українському стандарту бібліографічного опису ДСТУ ГОСТ 7.1:2006, і це є головним недоліком програми для українських користувачів. Частково цей недолік компенсується тим, що для створення бібліографічного списку згідно українського стандарту користувач може написати свій стиль за допомогою візуального редактора стилів. Плагін надає можливість написати власний стиль на основі вже існуючого, тому в даному випадку найкраще скористатись стилем для оформлення згідно російського стандарту ГОСТ 7.0.5-2008, який є наближеним до українського.

Серед інших можливостей програми Zotero є такі, як створення шкали часу джерел, синхронізація з сервером, перенесення на інший комп'ютер, зберігання бібліотеки на переносних носіях, швидкий та розширений пошук, сортування за колекціями, можливість створення «розумних» колекцій — колекцій, що автоматично збирають джерела за вказаною маскою розширеного пошуку, можливість імпорту бази даних з різноманітних джерел/форматів — BibTeX, RIS, RDF, BibIX та інші.

Отже, плагін Zotero є багатофункціональним бібліографічним менеджером, який містить великий набір можливостей для збирання, пошуку, редагування, структурування та представлення бібліографічних метаданих.

УДК 621.391

Штогун О. – ст. гр. КАМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАРШРУТИЗАЦІЇ В ТКМ

Науковий керівник: к.т.н. Ляшук О.Л.

Математичний опис ТКМ відповідно до реалізації вимог системного підходу має супроводжуватися розробкою системи моделей, кожна з яких відображає одну або декілька сторін функціонування мережі. Структура ТКМ може бути представлена у вигляді неорієнтованого графа  $\Gamma(V,D)$  (рис. 1). Безліч вершин  $V$  даного графу становлять вузли (маршрутизатори) ТКМ ( $V_j, j = \bar{1}, \bar{N}$ ),  $N$  – загальна кількість вузлів;

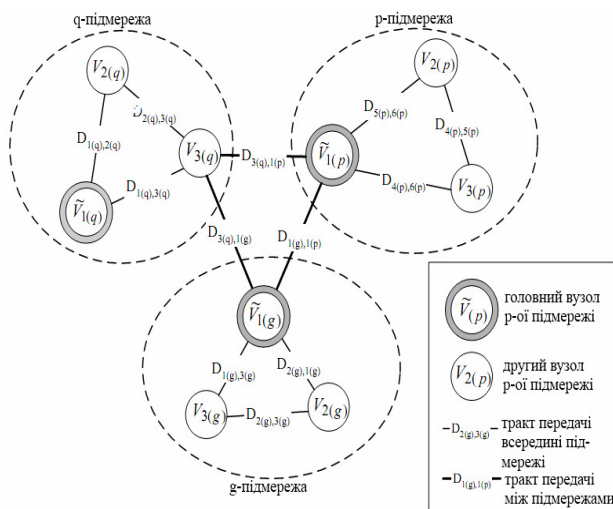


Рисунок 1. Модель маршрутизації телекомунікаційних мережах (ТКМ)

$D$  – множина трактів передачі між вузлами ТКМ ( $D_{i,j}; i, j = \bar{1}, \bar{N}; i \neq j$ ). Відповідно до ієрархічного представлення мережі у вигляді сукупності взаємодіючих  $Q$  підмереж, представимо кожен з них у вигляді підграфа графа  $\Gamma(V,D)$ , в якому  $V(q)$  – підмножина вузлів, що утворюють  $q$ -ту підмережу ТКМ з кількістю вузлів в ній –  $N(q)$ . Крім того,  $D(q)$  – множина трактів передачі ТКМ, інцидентних вузлам  $q$ -ої підмережі.

Система скалярних рівнянь динаміки інформаційного обміну між окремими вузлами  $q$ -ї підмережі ( $q = \bar{1}, \bar{Q}$ ) і може бути представлена у векторно-матричному вигляді, що характеризує динаміку інформаційного

обміну в рамках  $q$ -ї підмережі:

$$X_q(k+1) = X_q(k) + B_q(k)U_q(k) + B'_q(k)U'_q(k) + Y_q(k) \quad (1)$$

де  $X_q(k)$  – вектор стану  $q$ -ої підмережі ( $q = \bar{1}, \bar{Q}$ ), який об'єднує змінні  $x_{i,j}(k)$ ;  $U_q(k)$  – вектор керування маршрутами в  $q$ -ій підмережі, який об'єднує змінні  $u_{i,j}^j(k)$ ;  $U'_q(k)$  – вектор керування взаємодіями  $q$ -ої підмережі з іншими підмережами, який об'єднує змінні  $u_{i,l}^j(k)$ . Таким чином, завдання ієрархічно-координаційної (ІК) маршрутизації звелось до задачі оптимального управління, пов'язаної з розрахунком векторів  $U_q(k)$  і  $U'_q(k)$  у відповідності з обмеженням на взаємодію підмереж.

УДК 654

Юнко В.Є. – ст.гр.КАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя*

## **МЕРЕЖЕВІ КОМПЛЕКСИ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ NGN**

Науковий керівник: Микитишин А.Г.

Зростаюча популярність голосових і мультимедійних послуг (VOIP, IP-TV, VOD, VCS і ін.) на основі IP-протоколу, і зміни, що викликаються ними в структурі телекомунікацій ставлять на порядок денний питання про будівництво мереж наступного покоління, в яких широкий спектр послуг, включаючи передачу голосу і даних, надаватиметься на єдиній технологічній основі комутації пакетів.

Концепція NGN – мережа з пакетною комутацією, призначена для надання послуг зв'язку і для використання широкосмугових технологій транспортування даних з функцією Quality of Service, в якій послуги, що надаються, не залежать від використовуваної технології транспортування.

NGN має рівневу архітектуру, компоненти якої взаємодіють через відкриті інтерфейси. NGN, завдяки наявним інфраструктурі, протоколам, технологіям надає можливості для створення, розвитку, масштабування та адміністрування широкого набору послуг: передачі даних, аудіо, відео.

Технологія має свої сильні та слабкі сторони, які варто враховувати відповідно до стану ринку. Згідно теперішньої точки зору, основою конвергенції повинні бути мережі на базі протоколу IP, оскільки їх застосування відкриває широкі можливості розгортання нових послуг. У цьому контексті мережі наступного покоління (NGN) та технологія IP/MPLS розглядаються як оптимальний по ціні/якості варіант для транспортування мультимедійного трафіку.

Для ефективного об'єднання засобів передачі голосового та мультимедійного трафіку в рамках єдиної мультисервісної платформи на основі загальноприйнятих стандартів була запропонована технологія IP Multimedia Subsystem (IMS) - сервісна підсистема IP-мультимедіа.

IMS визначає стандартну базову архітектуру для надання послуг передачі голосу (VoIP) і мультимедіа на основі розробленого 3GPP варіанту SIP, а в якості транспортної інфраструктури передбачається використання IP/MPLS. Мета полягає у створенні мережі NGN умов для впровадження мультимедійних послуг разом з розвиненими функціями управління.

При розробці функціональної архітектури NGN варто дотримуватись таких принципів:

1. Підтримка безлічі технологій доступу (гнучка конфігурація, необхідна для підтримки безлічі технологій доступу).

2. Розподілене управління (принцип розподіленої обробки в пакетних мережах, прозорість розташування для розподілених обчислень).

3. Відкрите управління (для підтримки процесів створення нових і зміни існуючих послуг і підтримки засобів забезпечення логіки послуг сторонніх постачальників).

4. Незалежність надання послуг.

5. Підтримка послуг конвергентних мереж (створення гнучких, простих у використанні мультимедійних послуг).

6. Розширені можливості безпеки і захисту (забезпечення відповідних рівнів безпеки та живучості мережі).

УДК 004.432.2

Явич І.В. – ст. гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ М. ЛЬВОВА ІЗ ФУНКЦІЄЮ ЗАПИСУ НА ПРИЙОМ ДО ЛІКАРЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гладь Ю.Б.

Веб-сервіс – це певний програмний модуль який дозволяє виконувати певні завдання по мережі Інтернет. У даному випадку, веб-сервіс буде дозволяти користувачам отримати інформацію про медичний заклад, який їх цікавить. Так наприклад, користувач може взнати телефон в реєстратуру чи до головного лікаря, побачити місцезнаходження закладу на мапі, взнати години прийому лікарів, а також записатися до них на прийом. Все це можна здійснити не виходячи із дому.

Актуальність цієї розробки полягає в позбавленні людей потреби йти в заклад, щоб взнати години прийому або дзвонити в довідки у пошуку потрібних телефонних номерів.

Весь веб-сервіс являє собою сайт, який написаний з нуля без використання будь яких CMS, тому працює швидко за рахунок відсутності непотрібних модулів. Сервіс не потребує реєстрації зі сторони пацієнта, а отже покращує шанси серед користувачів, які не дуже розбираються у ПК та інтернет сервісах. В загальному, веб-сервіс розроблений так, щоб все було зрозуміло для будь якого користувача, хто має хоча б мінімальні знання ПК.

Даний сервіс, як і кожна система миттєвого обміну повідомленнями має такі складові:

- Система ідентифікації користувачів (лікарів, адміністраторів);
- Система запису на прийом;
- Система адміністрування закладів;
- Система адміністрування лікарів;
- Система адміністрування прийомів.

Підбиваючи підсумки можна сказати, що даний сервіс є простим і зручним у користуванні, який дає змогу знайти потрібну інформацію про медичні заклади та записатися на прийом без будь-якої черги. Веб-сервіс має зручний та зрозумілий інтерфейс, що робить коло людей які можуть ним користуватися дуже широким.

УДК 004.021

Янош І.Я. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОГЛЯД МЕТОДІВ ПО ВИРІШЕННЮ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДЛЯ ПОДОРОЖЕЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Науковий керівник: асистент Шимчук Г.В.

Для вирішення задачі оптимального маршруту по шляху пересування можуть бути застосовані наступні методи:

1. Метод гілок і меж. Метод є варіацією повного перебору з відсівом підмножин допустимих рішень, завідомо не містять оптимальних рішень.

Загальна ідея методу може бути описана на прикладі пошуку мінімуму і максимуму функції  $f(x)$  на множині допустимих значень  $x$ . Функція  $f$  і  $x$  можуть бути довільної природи. Для методу гілок і меж необхідні дві процедури: розгалуження і знаходження оцінок (кордонів).

Правило відсіву усуває перегляд деяких частин дерева, але насправді воно може допускати глибоке проникнення всередину дерева до того, як гілки обриваються, тому метод гілок і меж не ефективний за часом виконання.

2. Евристичні методи вставок. Найкраще рішення для конкретних вихідних даних може бути знайдено шляхом послідовного застосування різних евристичних методів, використовуючи для порівняльної оцінки якості наближення довжину отриманого маршруту. Розглянемо 4 найбільш популярних евристичних алгоритмів:

- метод найближчого сусіда (Nearest Neighbor);
- метод найближчого міста (Nearest Town);
- метод найдешевшого включення (Most Cheap Inclusion);
- метод мінімального кістяка (Minimum Spanning Tree).

3. Генетичний алгоритм. Це евристичний алгоритм пошуку, що використовується для рішення задач оптимізації та моделювання шляхом випадкового підбору, комбінування й варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію. Є різновидом еволюційних обчислень.

4. Табу-пошук. Основоположником мета-евристичного алгоритму табу пошуку є Ф. Гловер, який запропонував принципово нову схему локального пошуку.

Табу пошук є мета-евристичним алгоритмом, який веде місцевий пошук, щоб уберегти його від попадання в пастку передчасних місцевих оптимумів, забороняючи ті переміщення, які повертають пошук до попередніх рішень і призводять до циклічної роботи.

5. Мурашиний алгоритм. Один з ефективних поліноміальних алгоритмів для знаходження наближених рішень задачі комівояжера, а також аналогічних задач пошуку маршрутів на графах. Суть підходу полягає в аналізі та використанні моделі поведінки мурах, що шукають шляхи від колонії до джерела живлення, і являє собою метаевристичну оптимізацію. Спочатку запропонований доктором філософських наук Марко Доріго в 1992 році, є першим алгоритмом, спрямованим на пошук оптимального шляху в графі.

УДК 004.75

Яремчук Ю. – ст. гр. СПм – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ Й ОБЛІКУ ПОКАЗНИКІВ ЛІЧИЛЬНИКІВ

Науковий керівник: ст. викл. Дуда О.М.

При розробці інформаційних систем перш за все потрібно визначити стратегію побудови та розвитку системи. Ця стратегія повинна бути спланована на довготривале використання. Стратегія розвитку інформаційної системи визначається її структурою. Структурна схема інформаційної системи визначає основні риси проєктованої системи та принципи взаємодії з користувачем. Проведемо розробку структурної схеми системи для дистанційного обліку показників лічильників [1]. Оскільки система використовуватиме веб-інтерфейс, ключовим буде індексний файл системи (Рис. 1).

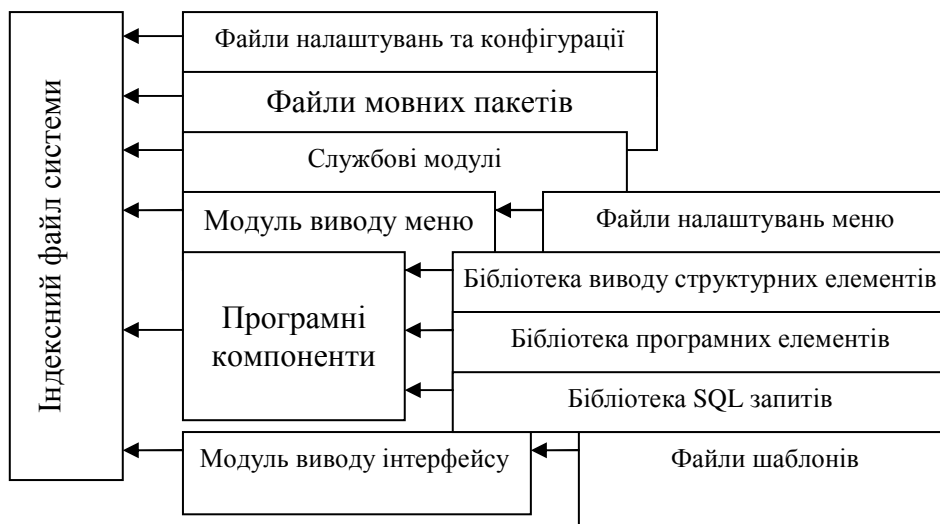


Рисунок 1 – Структурна схема системи для дистанційного обліку телеметричної інформації

До індексного файлу підключаються всі структурні елементи системи. Файли налаштувань використовуються при розгортанні нової системи та перемиканні режимів відображення інформації. Файли конфігурації використовуються для встановлення режимів роботи та взаємодії програмних елементів системи. Файли мовних пакетів містять переклади всіх повідомлень та написів системи і використовуються для швидкої зміни мови інтерфейсу системи. Кількість та призначення службових модулів буде уточнюватись в процесі проєктування системи. На даний момент до них належать модуль фільтрування інформації отриманої від користувачів, модуль підключення до СКБД та модуль відображення тестових повідомлень. Окремо слід виділити модуль для відображення меню та навігаційних елементів.

### Література

1. Ю. Гладь, О. Дуда, Автоматизована система контролю й обліку телеметричної інформації. // Збірник тез доповідей XIV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. 2010. – Том 1., С.14.

УДК 004.421

Яцишин В.П. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## АЛГОРИТМИ ПОШУКОВИХ СИСТЕМ

Науковий керівник: асистент Прошин С.Ю.

Сучасні пошукові системи розрізняються реалізованими в них алгоритмами і структурами даних. Можна виділити 4 основні алгоритми, на яких засновані всі сучасні пошукові системи:

- Прямий пошук.
- Інвертований список.
- Суфіксні дерева.
- Сигнатури.

Перший, найпростіший алгоритм, не припускає попереднього етапу індексації документа, і пошук ведеться шляхом послідовного перегляду документів. Очевидно, прямий перегляд великих об'ємів тексту – досить повільний прийом пошуку, але, проте, він іноді використовується навіть в пошукових системах для Інтернету, наприклад, норвезька система [www.fastsearch.com](http://www.fastsearch.com) використовує саме прямий метод. Для прямого пошуку розроблені не тільки найпростіші алгоритми по методу «грубої сили», але і більш ефективні, включаючи можливість пошуку за шаблоном, такі, як різні модифікації алгоритму Бойера-Мура. Крім того, більшість програм комбінує індексний пошук для знаходження блоку тексту з подальшим прямим пошуком усередині цього блоку.

Інвертований список – це прийом зберігання інформації в БД, при якому індексується кожне слово документа, і при цьому зберігається значення його позиції в документі. Наприклад, так: «книга 23, розділ 8, параграф 1, абзац 12, слово 114». У такому разі пошуковий алгоритм зведеться до знаходження слова в БД і видачі посилань на конкретні позиції в документі. Часто застосовують також які-небудь способи упаковки для поля, що береже позицію слова, в найпростішому випадку це може бути зберігання не абсолютної позиції, а відстані від попередньої. Використовуються також алгоритми стиснення типу Хоффмана або LZW, але рідше, оскільки вони трохи збільшують швидкість доступу до даних, та зате сильно навантажують процесор.

Суфіксні дерева – запатентований алгоритм пошукової системи OpenText. Суфіксні дерева, суфіксні масиви (suffix trees, suffix arrays) є індексом, заснованим на занесенні всіх значущих суфіксів тексту в структуру даних, відому як «дерево» (trie). Подібна організація даних використовується, зокрема, відомою україномовною пошуковою системою «Яндекс». Суфіксом в цьому індексі називають будь-який підрядок, що починається з деякої позиції тексту (текст розглядається як один безперервний рядок) і триває до його кінця. В реальних програмах довжина суфіксів обмежена, а індексуються тільки значущі позиції – наприклад, початки слів. Цей індекс дозволяє виконувати складніші запити, ніж індекс, побудований на інвертованих файлах. Стосовно задачі повнотекстового пошуку алгоритм суфіксних дерев не є достатньо ефективним. Останнім часом намітилася також тенденція використання суфіксних дерев в задачах класифікації результатів пошукових запитів і побудови тематичних фільтрів.

Метод сигнатур є перетворенням документа до поблочних таблиць хеш-значень його слів – «сигнатур» і послідовному перегляду сигнатур під час пошуку.



УДК 519.852.33

Яцишин В.П. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ В ШИРИНУ ДЛЯ БАГАТОВЕРШИННИХ ГРАФІВ**

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

Завдяки своєму широкому застосуванню, теорія про знаходження найкоротших шляхів останнім часом інтенсивно розвивається. Знаходження найкоротшого шляху - життєво необхідно і використовується практично скрізь, починаючи від оптимального шляху між двома об'єктами на місцевості, для знаходження оптимального маршруту при перевезеннях, завершуючи комутаціями інформаційного пакету в Internet.

Найкоротший шлях розглядається за допомогою певного математичного об'єкту, званого графом. Існує кілька ефективних алгоритмів знаходження найкоротшого шляху які легко виконуються при малій кількості вершин у графі. Проте при збільшенні їх кількості завдання пошуку найкоротшого шляху ускладнюється. Тут на допомогу приходять сучасна техніка. Комп'ютерні засоби та інформаційні технології дозволили знаходити найкоротший шлях всього за кілька секунд. Проте бувають ситуації коли це занадто довго. Прикладом можуть слугувати фондові та валютні ринки, де від швидкості отримання певної інформації може залежати кінцевий результат торгів. Іншим прикладом є комп'ютерні відеоігри, де обробка процесу пошуку найкоротшого шляху для багатьох об'єктів може спричинити так зване "зависання" програми.

Саме у цьому і полягає актуальність даної розробки – у підвищенні ефективності роботи алгоритму пошуку в ширину.

Весь алгоритм являє собою покрокове додавання до черги вершин графу, з подальшою перевіркою на досягнення заданої вершини. Важливо зазначити, що жодна вершина не може бути доданою в чергу двічі, а тому вона проходить процедуру перевірки на присутність в черзі. Результатом роботи є ланцюжок з вершин графу, який по суті і є найкоротшим шляхом, або повідомлення про відсутність шляху до заданої вершини. Основна проблема полягає в тому, що при збільшенні кількості вершин графу зростає розмір черги, що сповільнює процедуру перевірки на присутність. В результаті виконання процесу пошуку найкоротшого шляху займає більше часу.

Раціональним вирішенням цієї проблеми є заміна деякого громіздкого процесу пошуку найкоротшого шляху в ширину на декілька менших. Це дозволить знизити кількість виконуваних операцій, що призведе до швидшого завершення виконання процесу. Здійснити це можна шляхом масштабування самого графу. Проте це призведе до деякого відхилення шляху від оптимального. Тому важливо правильно оптимізувати алгоритм, для досягнення оптимального балансу між точністю алгоритму та швидкістю його виконання.

Додатковою можливістю оптимізації є використання в алгоритмі певної евристичної функції, аби скеровувати напрям пошуку та скоротити його тривалість. Така функція дозволить алгоритму спершу відвідати ті вершини, які ймовірно ведуть до шуканої вершини. Основна задача полягає в знаходженні оптимальної евристичної функції, для ефективного вирішення конкретних поставлених задач.

Підбиваючи підсумки можна сказати, що дана оптимізація дозволяє значно скоротити затрати часу на виконання процедури пошуку найкоротшого шляху в ширину, для графів що мають велику кількість вершин.

Секція:

Математика

УДК 536.2

Бабій Н.– ст. гр. КТ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ЗАДАЧА ПРО КОЛИВАННЯ ПРЯМОКУТНОЇ МЕМБРАНИ**

Науковий керівник: канд. фіз.-мат. наук, доцент Самборська О. М.

Однорідна прямокутна мембрана ( $0 \leq x \leq p$ ,  $0 \leq y \leq q$ ), яка закріплена вздовж контура і має в початковий момент часу  $t = 0$  форму  $f(x, y) = xy(p - x)(q - y)$ , почала коливатися без початкової швидкості. Визначити закон вільних коливань мембрани.

Позначимо через  $U(x, y, t)$  відхилення від положення рівноваги точки мембрани  $M(x, y)$  в момент часу  $t$ . Функція  $U(x, y, t)$  задовольняє рівняння в частинних

$$\text{похідних другого порядку: } \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right). \quad (1)$$

Запропонована задача зводиться до знаходження розв'язку рівняння (1), який задовольняє крайові умови  $U(0, y, t) = 0$ ,  $U(p, y, t) = 0$ ,  $U(x, 0, t) = 0$ ,  $U(x, q, t) = 0$ ,

$$\text{та початкові умови } U(x, y, 0) = xy(p - x)(q - y), \quad \left. \frac{\partial U}{\partial t} \right|_{t=0} = 0. \quad (2)$$

Задачу (1), (2), (3) будемо розв'язувати методом Фур'є:

$$U(x, y, t) = X(x)Y(y)T(t) \quad (3)$$

$$\text{Для функції } X(x) \text{ отримано рівняння } X'' + \lambda^2 X = 0 \quad (4)$$

$$\text{та крайові умови } X(0) = 0, \quad X(p) = 0; \quad (5)$$

$$\text{для функції } Y(y) \text{ - рівняння } Y'' + \mu^2 Y = 0 \quad (6)$$

$$\text{і крайові умови } Y(0) = 0, \quad Y(q) = 0; \quad (7)$$

$$\text{для функції } T(t) \text{ одержимо рівняння } T'' + a^2(\lambda^2 + \mu^2)T = 0. \quad (8)$$

Розв'яжемо задачі (5), (6) та (7), (8), знайдемо розв'язок рівняння (9) і підставимо отримані результати у формулу (4):

$$U_{n,m}(x, y, t) = \left( A_{n,m} \cos w_{n,m} t + B_{n,m} \sin w_{n,m} t \right) \sin \frac{n\pi x}{p} \sin \frac{m\pi y}{q} \quad (9)$$

Розв'язок задачі (1), (2), (3) шукаємо у вигляді подвійного ряду:

$$U(x, y, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} U_{n,m}(x, y, t). \quad (10)$$

З початкових умов (3) знайдемо невідомі коефіцієнти  $A_{n,m}$  та  $B_{n,m}$  і отримаємо розв'язок поставленої задачі:

$$U(x, y, t) = \frac{64p^2q^2}{\pi^6} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{(2n-1)\pi x}{p} \sin \frac{(2m-1)\pi y}{q}}{(2n-1)^3 (2m-1)^3} \cos w_{n,m} t,$$

$$\text{де } w_{n,m} = \pi a \sqrt{\frac{(2n-1)^2}{p^2} + \frac{(2m-1)^2}{q^2}}.$$

УДК 517.9

Василик І.– ст. гр. МБ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗАННЯ ПОТРІЙНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ, ЯДРА ЯКИХ МІСТЯТЬ ФУНКЦІЇ БЕССЕЛЯ

Науковий керівник: Габрусєва І. Ю.

Часто при розв'язанні осесиметричних задач теорії пружності та термопружності, виникає необхідність в побудові розв'язків потрійних інтегральних рівнянь виду:

$$\int_0^{\infty} \eta F_i(\eta) \phi(\eta) J_0(\rho\eta) d\eta = f_i(\rho), \quad \alpha_i \leq \rho < \beta_i; \quad (1)$$

$$\int_0^{\infty} \eta F_3(\eta) \phi(\eta) J_0(\rho\eta) d\eta = 0, \quad a \leq \rho < b, \quad \rho > c; \quad (2)$$

тут  $i=1,2$ ,  $\alpha_1=0, \alpha_2=b$ ,  $\beta_1=a, \beta_2=c$ ,  $F_i(\eta)$  та  $f_i(\rho)$  – відомі функції,  $\phi(\eta)$  – шукана функція,  $J_0(x)$  та  $N_0(x)$  – циліндричні функції. Ввівши дві невідомі функції  $x(\rho)$  та  $y(\rho)$ , визначені на відрізках  $[0;a]$  та  $[b;c]$  відповідно продовжимо рівняння (2) на всю додатну піввісь

$$\int_0^{\infty} \eta F_3(\eta) \phi(\eta) J_0(\rho\eta) d\eta = x(\rho)u(a-\rho) + y(\rho)[u(\rho-b) - u(\rho-c)], \quad 0 \leq \rho \leq \infty,$$

тут  $u(x)$  – одинична функція Гевісайда.

Застосовуючи формулу обернення інтегрального перетворення Ганкеля до останньої рівності, приходимо до виразу шуканої функції  $\phi(\eta)$  через  $x(\rho)$  та  $y(\rho)$ :

$$\phi(\eta) = \frac{1}{F_3(\eta)} \left[ \int_0^a \rho x(\rho) J_0(\rho\eta) d\rho + \int_b^c \rho y(\rho) J_0(\rho\eta) d\rho \right]. \quad (3)$$

Невідомі функції  $x(\rho)$  та  $y(\rho)$  зручно шукати у вигляді:

$$x(\rho) = \sum_{n=1}^N a_n J_0\left(\frac{\rho}{a} \lambda_n\right), \quad y(\rho) = \sum_{n=1}^N b_n \left[ J_0\left(\frac{\rho}{b} \gamma_n\right) N_0(\gamma_n) - J_0(\gamma_n) N_0\left(\frac{\rho}{b} \gamma_n\right) \right],$$

де  $\lambda_n$  та  $\gamma_n$  – додатні корені рівнянь  $J_0(x)=0$  та  $J_0\left(\frac{c}{b}x\right)N_0(\gamma_n) - J_0(\gamma_n)N_0\left(\frac{c}{b}x\right) = 0$

відповідно,  $a_n$  та  $b_n$  – невідомі коефіцієнти. Для відшукування цих коефіцієнтів, тобто для одержання виразу для функції  $\phi(\eta)$  у формі (3), будемо вимагати виконання двох співвідношень (1). У результаті одержуємо рівності на основі яких можна побудувати систему відносно невідомих  $a_n$  та  $b_n$ :

$$\sum_{n=1}^N a_n \int_0^{\infty} \eta \frac{F_i(\eta)}{F_3(\eta)} I_n^{(1)}(\eta) J_0(\rho\eta) d\eta + \sum_{n=1}^N b_n \int_0^{\infty} \eta \frac{F_i(\eta)}{F_3(\eta)} I_n^{(2)}(\eta) J_0(\rho\eta) d\eta = f_i(\rho), \quad \alpha_i \leq \rho < \beta_i;$$

$$I_n^{(1)}(\eta) = \int_0^a \rho J_0\left(\frac{\rho\lambda_n}{a}\right) J_0(\rho\eta) d\rho;$$

$$I_n^{(2)}(\eta) = \int_b^c \rho \left[ J_0\left(\frac{\rho\gamma_n}{b}\right) N_0(\gamma_n) - J_0(\gamma_n) N_0\left(\frac{\rho\gamma_n}{b}\right) \right] J_0(\rho\eta) d\rho.$$

УДК 517.9

Гундерчук В.– ст. гр. ЕТ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА

Науковий керівник: канд. фіз.-мат. наук, Габрусев Г. В.

В процесі розв'язання багатьох крайових задач математичної фізики виникає необхідність побудови деякої функції  $\phi(\eta)$ , що є відрізком узагальненого ряду Фур'є

$$\phi(\eta) = \sum_{n=1}^N a_n L_n(\gamma_n, \eta), \quad (1)$$

де  $\gamma_n$  – відомі коефіцієнти,  $L_n(\eta)$  – відома функція, а невідомі коефіцієнти  $a_n$  – повинні задовольняти рівність виду:

$$\sum_{n=1}^N a_n \int_0^{\infty} \eta \Phi(\gamma_n, \eta) J_0(\rho \eta) d\eta = f(\rho), \quad a \leq \rho \leq b, \quad (2)$$

де  $\Phi_n(\gamma_n, \eta)$  та  $f(\rho)$  – відомі функції,  $J_0(x)$  – функція Бесселя 1-го роду.

У більшості випадків для цього використовують метод колокацій. Спершу вибирають  $N$  довільних точок  $\rho_i$  із відрізка  $[a, b]$  і вимагають виконання (2) у кожній із цих точок. В результаті одержується система  $N$  лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих  $a_n$ . Проте такий підхід має досить суттєвий недолік. При збільшенні числа  $N$  точність побудованого таким чином наближення (1) зростає, але лише до певного значення  $N_0$ , після чого починає різко зменшуватись. Таким чином, при розв'язанні прикладних задач виникає необхідність попереднього визначення такого «найточнішого»  $N_0$ .

Проте існує дещо інший підхід. Помножимо ліву та праву частини співвідношення (2) на  $\rho J_0(\gamma_q \rho)$ ,  $q = \overline{1, n}$ , та проінтегруємо по  $\rho$  від  $a$  до  $b$ , матимемо:

$$\sum_{n=1}^N a_n \int_0^{\infty} \eta \Phi(\gamma_n, \eta) I_q^{(1)}(\gamma_q, \eta) d\eta = I_q^{(2)}(\gamma_q, \eta), \quad (3)$$

$$I_q^{(1)}(\gamma_q, \eta) = \int_a^b \rho J_0(\gamma_q \rho) J_0(\rho \eta) d\rho, \quad I_q^{(2)}(\gamma_q, \eta) = \int_a^b \rho J_0(\gamma_q \rho) f(\rho) d\rho. \quad (4)$$

Після обчислення інтегралів (4), із співвідношення (3) одержується система  $N$  лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих  $a_n$ . Особливістю одержаної системи є те, що збільшення кількості її рівнянь приводить до збільшення точності наближення (1). Це дозволяє будувати розв'язки прикладних задач із довільною, наперед заданою точністю.

### Література

1. Коренев Б.Г. Введение в теорию Бесселевых функций. М.: «Наука», 1971.
2. Габрусев Г.В. Побудова наближених розв'язків рівняння Фредгольма першого роду в деяких контактних задачах теорії пружності / Григорій Габрусев // Вісник Львівського національного університету імені Івана Франка. Серія механіко-математична. – 2007. – Вип. 67 – С. 59-65.

УДК 577.944

Кравчинюк М.О. - ст. гр. ХС-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ПРИКЛАДІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАПЛАСА ПО ЧАСУ

Науковий керівник: канд. фіз. – мат. наук, доцент Фурсевич Л.В.

Перетворення Лапласа по часу визначається формулою  $\bar{u}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} u(t) dt$ , (1)

а обернене перетворення  $u(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\alpha-i\infty}^{\alpha+i\infty} e^{st} \bar{u}(s) ds$ . (2)

Розглядається задача для рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad (0 < x < +\infty, t > 0), \quad (3)$$

з граничними умовами  $u(0, t) = A$  (4);  $\lim_{x \rightarrow \infty} u(x, t) = 0$ , (5)

та початковою умовою  $u(x, 0) = 0$ . (6)

Застосовується перетворення (1) до рівняння (3) з урахуванням того, що

$$\int_0^{\infty} \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} e^{-st} dt = s \int_0^{\infty} u(x, t) e^{-st} dt - u(x, 0) = s\bar{u} - u(x, 0), \quad (7)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} e^{-st} dt = \frac{d^2}{dx^2} \int_0^{\infty} u(x, t) e^{-st} dt = \frac{d^2 \bar{u}}{dx^2}. \quad (8)$$

Використовуючи початкову умову (6), замість (3) одержимо звичайне диференціальне рівняння

$$\frac{d^2 \bar{u}}{dx^2} - s\bar{u} = 0 \quad (0 < x < \infty), \quad (9)$$

з граничними умовами  $\bar{u}(0, s) = \frac{A}{s}$ ; (10)

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \bar{u}(x, s) = 0. \quad (11)$$

Рівняння (9) має загальний розв'язок  $\bar{u} = C_1 e^{x\sqrt{s}} + C_2 e^{-x\sqrt{s}}$ , де  $C_1$  і  $C_2$  – const, які визначаються з граничних умов. Із (11) знаходимо, що  $C_1 = 0$ , а з (10) –  $C_2 = \frac{A}{s}$ , отже

$$\bar{u}(x, s) = \frac{A e^{-x\sqrt{s}}}{s}. \quad (12)$$

Підставимо (12) у формулу обернення (2), приведемо інтеграл до дійсного вигляду і остаточно одержимо розв'язок задачі (3)-(6):

$$u(x, t) = \frac{2A}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{t}}} e^{-\beta^2} d\beta = A \operatorname{erf} \left( \frac{x}{2\sqrt{t}} \right), \quad (13)$$

$\operatorname{erf} \left( \frac{x}{2\sqrt{t}} \right)$  – спеціальна функція (функція Гаусса), яка є табульованою.

УДК 531

Куран Я. –ст. гр. МБс-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ РЯДІВ РІВ'ЄРА-ФАЙЛОНА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ БІГАРМОНІЧНОЇ ФУНКЦІЇ НАПРУЖЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Федак С.І.

У визначенні функції напружень  $\varphi(x, y)$  розв'язку плоскої задачі теорії пружності можна застосовувати тригонометричні ряди. З цією метою використаємо тригонометричну функцію  $\varphi = Y \cdot \cos \alpha x$ , де  $Y$  - функція, що залежить тільки від координати  $y$ ;  $\alpha = n\pi/l$ ;  $n$  — будь-яке ціле число;  $l$  — довжина пластинки в напрямку осі  $x$ .

З'ясуємо, при яких умовах функція  $\varphi$  є бігармонічною, тобто задовольняє рівняння  $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = 0$ .

Четверті похідні функції  $\varphi$ :  $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} = \alpha^4 Y \cos \alpha x$ ;  $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} = -\alpha^2 Y'' \cos \alpha x$ ;  $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = Y^{IV} \cos \alpha x$ .

Підставляючи їх у зазначене рівняння, одержуємо

$$\alpha^4 Y \cos \alpha x - 2\alpha^2 Y'' \cos \alpha x + Y^{IV} \cos \alpha x = 0, \text{ або } \cos \alpha x (Y^{IV} - 2\alpha^2 Y'' + \alpha^4 Y) = 0.$$

Це рівняння перетворюється в тотожність при будь-яких значеннях аргумента  $x$ , якщо  $Y(y)$  задовольняє диференціальне рівняння  $Y^{IV} - 2\alpha^2 Y'' + \alpha^4 Y = 0$ . Розв'язок цього рівняння можна представити за допомогою гіперболічних функцій:  $Y = A_n \cdot \operatorname{ch} \alpha y + B_n \cdot y \cdot \operatorname{ch} \alpha y + C_n \cdot \operatorname{sh} \alpha y + D_n \cdot y \cdot \operatorname{sh} \alpha y$ . Підставивши у вираз функції  $\varphi(x, y)$ , отримуємо бігармонічну функцію у вигляді  $\varphi(x, y) = \cos \alpha x (A_n \operatorname{ch} \alpha y + B_n y \operatorname{ch} \alpha y + C_n \operatorname{sh} \alpha y + D_n y \operatorname{sh} \alpha y)$ .

Можна також показати, що функція

$$\varphi(x, y) = \sin \alpha x (A'_n \operatorname{ch} \alpha y + B'_n y \operatorname{ch} \alpha y + C'_n \operatorname{sh} \alpha y + D'_n y \operatorname{sh} \alpha y).$$

також є бігармонічною і може бути використана для розв'язку плоскої задачі.

Якщо числу  $n$  надавати різних значень, то щоразу будуть отримані нові функції, які відрізняються значеннями параметра  $\alpha$  та постійними  $A_n, B_n, C_n, D_n$ . Тому загальний розв'язок бігармонічного рівняння може бути представлений у вигляді нескінченного ряду

$$\varphi(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} [\cos \alpha x (A_n \operatorname{ch} \alpha y + B_n y \operatorname{ch} \alpha y + C_n \operatorname{sh} \alpha y + D_n y \operatorname{sh} \alpha y) + \sin \alpha x (A'_n \operatorname{ch} \alpha y + B'_n y \operatorname{ch} \alpha y + C'_n \operatorname{sh} \alpha y + D'_n y \operatorname{sh} \alpha y)]$$

Постійні  $A_n, B_n, \dots, C'_n, D'_n$  визначаються з умов на контурі. Навантаження на контурі повинно бути розкладено в тригонометричний ряд Фур'є по синусах і косинусах.

За допомогою останньої функції напружень можна отримати рішення для більш широкого кола задач, ніж за допомогою поліномів. Серед них можна назвати задачу про згинання балки-стілки, задачу про дію на пластинку навантажень, розподілених уздовж контура за будь-яким законом (у тому числі зосередженої сили).

УДК 536.2

Панчишин В. Б.– ст. гр. КА-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗВ'ЯЗОК КРАЄВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ РІВНЯННЯ ЛАПЛАСА В ПРЯМОКУТНИКУ

Науковий керівник: канд. фіз.-мат. наук, доцент Шелестовський Б. Г.

Побудуємо розв'язок рівняння

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad \{0 \leq x \leq l; 0 \leq y \leq b\}, \quad (1)$$

з краєвими умовами

$$u(0, y) = u(l, y) = 0; \quad (2)$$

$$u(x, 0) = f_1(x), \quad u(x, b) = f_2(x). \quad (3)$$

$$\text{Розв'язок рівняння (1) шукаємо у вигляді } u(x, y) = \phi(x)\psi(y) \quad (4)$$

$$\frac{\phi''}{\phi} + \frac{\psi''}{\psi} = 0; \quad \frac{\phi''}{\phi} = -\lambda; \quad \frac{\psi''}{\psi} = \lambda.$$

$$\phi'' + \lambda\phi = 0, \quad \psi'' - \lambda\psi = 0. \quad (5)$$

З умов (2) маємо

$$\phi(0) = \phi(l) = 0 \quad (6)$$

Розв'язавши перше рівняння (5) та задовольнивши умови (6), одержимо

$$\phi_n(x) = \sin \frac{\pi n}{l} x, \quad \lambda_n = \frac{\pi^2 n^2}{l^2}.$$

Друге рівняння (5) при  $\lambda = \lambda_n$  має загальний розв'язок

$$\psi_n(y) = C_n \operatorname{ch} \sqrt{\lambda_n} y + D_n \operatorname{sh} \sqrt{\lambda_n} y. \quad (7)$$

Розв'язок задачі (1)-(3) подамо у вигляді ряду

$$u(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( C_n \operatorname{ch} \sqrt{\lambda_n} y + D_n \operatorname{sh} \sqrt{\lambda_n} y \right) \sin \frac{\pi n}{l} x. \quad (8)$$

Розкладемо функції  $f_1(x)$  та  $f_2(x)$  у ряд Фур'є

$$f_1(x) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \sin \frac{\pi n}{l} x,$$

$$f_2(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( C_n \operatorname{ch} \frac{\pi n}{l} b + D_n \operatorname{sh} \frac{\pi n}{l} b \right) \sin \frac{\pi n}{l} x. \quad (9)$$

Коефіцієнти якого визначаємо із умов (3):

$$C_n = \frac{2}{l} \int_0^l f_1(x) \sin \frac{\pi n}{l} x dx \quad (10)$$

$$C_n \operatorname{ch} \frac{\pi n}{l} b + D_n \operatorname{sh} \frac{\pi n}{l} b = \frac{2}{l} \int_0^l f_2(x) \sin \frac{\pi n}{l} x dx.$$

УДК 519.2

Ребрик М.–ст. гр. ОВ-208

Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

## ПАРАДОКСИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ

Науковий керівник Фігурська Л. В.

Ще в 1812 році відомий французький математик П. Лаплас писав: «Цікаво те, що науці, яка почалась з розгляду азартних ігор, судилося стати одним з найважливіших об'єктів людського знання». Ч. Пірс писав: «В жодній іншій галузі математики дослідник не помиляється так легко, як в теорії ймовірностей». Доказом цього є наявність у теорії ймовірностей значної кількості цікавих парадоксів, які відіграли важливу роль, ставши поштовхом подальшого розвитку даної науки.

Мета статті - висвітлити деякі парадокси теорії ймовірностей, зупинившись в основному на історично перших та фундаментальних парадоксах.

**Парадокс де Мере.** З цим парадоксом часто ідентифікують момент зародження теорії ймовірностей як науки. При чотирьох підкиданнях одного грального кубика ймовірність того, що як мінімум один раз випаде 1, більша 0,5. В той же час при 24 підкиданнях двох кубиків ймовірність того, що як мінімум один раз випадуть дві 1 одночасно, менша 0,5. Це здається дивним, оскільки шанси отримати одну 1 в шість раз більші, ніж шанси випадання двох 1, а 24 якраз в 6 раз більше 4. **Пояснення:** При  $k$  підкиданнях одного кубика шукана ймовірність дорівнює  $1-(5/6)^k$ , що менше 0,5 при  $k=3$  і більше 0,5 при  $k=4$ . Друга шукана ймовірність дорівнює  $1-(35/36)^k$ , що менше 0,5 при  $k=24$  і більше 0,5, починаючи з  $k=25$ . Отже, «критичне значення» для одного кубика дорівнює 4, а для двох – 25.

**Парадокс розподілу ставки.** Двоє рівносильних гравців грають у гру. Той, хто першим виграє 6 партій, отримає весь приз. Гра зупинилась в той момент, коли перший гравець виграв 5 партій, а другий - 3. Як справедливо розподілити приз? Зауважимо, що насправді ця проблема не є парадоксом, але безуспішні спроби багатьох відомих вчених розв'язати її та суперечливі відповіді створили їй імідж парадоксу. Згідно одного з розв'язань, приз слід розподілити у відношенні 5:3 (за кількістю виграних партій). Тарталья запропонував ділити приз у відношенні 2:1 (оскільки перший гравець виграв на 2 партії більше, що складає третину від необхідних для перемоги 6 партій, то перший гравець повинен отримати третину призу, а частину, що залишилась слід розділити навпіл). Насправді ж справедливим є розподіл у відношенні 7:1. **Пояснення:** Справедливим буде розподіл, пропорційний шансам (ймовірностям) гравців виграти приз. Для визначення невідомих ймовірностей можна скористатись ідеєю Ферма, який запропонував продовжити гру трьома фіктивними партіями (навіть якщо якісь із них виявляться зайвими, тобто перший гравець виграє приз раніше). Таке продовження робить всі  $2^3=8$  наслідків рівноймовірними. Оскільки тільки в одному з 8 випадків другий гравець отримає приз, а в усіх інших перемагає перший гравець, то справедливим є розподіл у відношенні 7:1.



**Парадокс незалежності Бернштейна.** Розглянемо експеримент з підкидання двох монет. Нехай подія  $A$  – «на першій монеті герб», подія  $B$  – «на другій монеті герб» і подія  $C$  – «на одній і тільки на одній монеті випав герб». Тоді будь-які дві події незалежні, але будь-які дві з них однозначно визначають третю. **Пояснення:**  $A$  і  $B$  незалежні, оскільки результат першого підкидання не залежить від результату другого. З іншого боку,  $A$  і  $C$  незалежні (аналогічно  $B$  і  $C$ ), хоча на перший погляд можуть здаватись залежними. Їх незалежність впливає з рівностей:  $P(AC)=P(A)P(C)=1/4$  і  $P(BC)=P(B)P(C)=1/4$ . В той же час правильним є і те, що будь-які дві події визначають третю, оскільки  $A=BC$ ,  $B=AC$ ,  $C=AB+AB$ . Отже, *попарна незалежність подій не означає їх незалежності в сукупності.*

**Парадокс роздачі подарунків** (з книги *Ремона де Монмора*, опублікованій в Парижі в 1708 р.). Декілька чоловік вирішили зробити один одному подарунки таким чином. Кожен з них приносить подарунок. Подарунки складаються разом, змішуються і випадково розподіляються серед учасників. Парадоксально, але ймовірність того, що ніхто не отримає свій власний подарунок, менша 0,5 (крім випадку, коли учасників двоє, і ця ймовірність дорівнює 0,5). **Пояснення:** Обчислення показують, що  $p_n = 1/2! - 1/3! + \dots + (-1)^n / n!$ . Якщо збирається щонайменше 6 чоловік, то  $p_n \approx 1/e \approx 0,3679$ . Ймовірність конкретного співпадання дорівнює  $1/n$  і прямує до 0 при збільшенні  $n$ .

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Гнеденко Б.В. *Очерк истории теории вероятностей* / Б.В. Гнеденко. – М.: Наука, 1988. – 240с.
2. Секей Г. *Парадоксы теории вероятностей и математической статистики* / Г. Секей. – М.: Наука, 1989. - 240с.

УДК 517.9

Стасюк О.Б. - ст. гр. ЕТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕОДНОРІДНИХ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ЧАСТИННИМИ ПОХІДНИМИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Романюк Л.А.

Розглянемо неоднорідне рівняння

$$X_1(x_1, \dots, x_n, u) \frac{\partial u}{\partial x_1} + \dots + X_n(x_1, \dots, x_n, u) \frac{\partial u}{\partial x_n} = R(x_1, \dots, x_n, u). \quad (1)$$

Розв'язок диференціального рівняння (1) шукаємо у вигляді

$$V(x_1, \dots, x_n, u) = 0, \quad (2)$$

де  $V(x_1, \dots, x_n, u)$  неперервно-диференційована функція по всім змінним і

$$\frac{\partial V(x_1, \dots, x_n, u)}{\partial u} \neq 0 \text{ в околі точки } (x_1^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}, u^{(0)}).$$

Припустимо, що в (2)  $u$  залежить від  $x_1, \dots, x_n$ . Продиференціюємо (2)

по  $x_k$

$$\frac{\partial V}{\partial x_k} + \frac{\partial V}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial x_k} = 0, \quad k=1, 2, \dots, n.$$

Звідси

$$\frac{\partial u}{\partial x_k} = - \frac{\frac{\partial V}{\partial x_k}}{\frac{\partial V}{\partial u}}, \quad k=1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Підставивши (3) в (1), отримаємо

$$X_1(x_1, \dots, x_n, u) \frac{\partial V}{\partial x_1} + \dots + X_n(x_1, \dots, x_n, u) \frac{\partial V}{\partial x_n} + R(x_1, \dots, x_n, u) \frac{\partial V}{\partial u} = 0. \quad (4)$$

Рівняння (4) – це вже однорідне рівняння.

Його розв'язуємо по відомій схемі:

а) складаємо систему звичайних диференціальних рівнянь в симетричній формі

$$\frac{dx_1}{X_1(x_1, \dots, x_n, u)} = \dots = \frac{dx_n}{X_n(x_1, \dots, x_n, u)} = \frac{du}{R(x_1, \dots, x_n, u)}; \quad (5)$$

б) знаходимо  $n$  незалежних інтегралів

$$\psi_1(x_1, \dots, x_n, u), \dots, \psi_n(x_1, \dots, x_n, u); \quad (6)$$

в) записуємо загальний розв'язок

$$V = \Phi(\psi_1(x_1, \dots, x_n, u), \dots, \psi_n(x_1, \dots, x_n, u)) = 0. \quad (7)$$

Секція:

**Математичне моделювання і механіка**

УДК 519.87:658.52.011.56

Пулька Ю.- ст. гр. КТМ-51, Сукач Ю. - ст. гр. КТМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ АДЕКВАТНОСТІ  
БАГАТОПОТОКОВОЇ АСИНХРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛІНІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., Мороз К.М.

Метою роботи є створення імітаційної моделі малої автоматизованої лінії для перевірки адекватності аналітичної моделі на прикладі лінії зі структурою, показаної на рисунку.

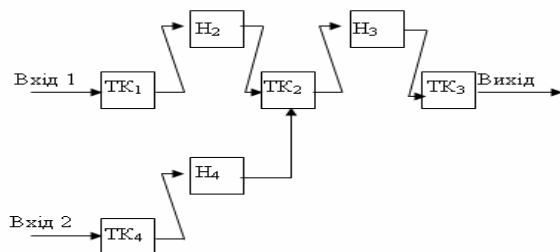


Рис. Структура модельованої малої автоматизованої лінії

магістральній вітці (TK<sub>1</sub> → H<sub>2</sub> → TK<sub>2</sub> → H<sub>3</sub> → TK<sub>3</sub>) при її проходженні по лінії відповідно до технологічного процесу. 2) сегмент 2, котрий описує обслуговування продукції на повній входній вітці (TK<sub>4</sub> → H<sub>4</sub> → TK<sub>2</sub>). 3) сегмент 3, котрий описує процес відмов та відновлень ТК. 4) сегмент 4, таймер, який визначає тривалість процесу моделювання.

Для реалізації імітаційної моделі було використано середовище GPSS World Student Version 4.3.5. Оцінку адекватності проводили шляхом машинного експерименту, в якому визначалася продуктивність лінії при математичному очікуванні часу напрацювання на відмову ТК 2 і 4 години і математичному очікуванні часу відновлення ТК 0,3 і 0,5 годин. Кожен експеримент повторювався 30 разів. Після завершення машинного експерименту здійснювалася оцінка середнього значення продуктивності. Підсумкові результати оцінки імітаційних експериментів та аналітичних досліджень наведено в таблиці 1.

№	Продуктивність, шт./год.		
	довірчий інтервал, побудований за даними імітаційного моделювання		по аналітичній моделі
1	21,29	21,68	21,31
2	15,51	15,81	15,53
3	21,51	21,72	21,35
4	24,93	25,13	24,96

Порівняння результатів імітаційного та аналітичного моделювання показує, що в трьох випадках (1,2,4) з чотирьох продуктивність лінії, визначена за аналітичної моделлю,

входить в довірчий інтервал, у разі 3 значення даного параметра відстає від нижньої межі інтервалу на 0,16. Отримані дані показують хороший збіг результатів аналітичного та імітаційного моделювання у дослідженій області значень параметрів, підтверджуючи адекватність аналітичної моделі малої автоматизованої лінії.

Секція: **Машина та обладнання сільського виробництва**

УДК 669.539

Білик І. – ст. гр. ХСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ СЕПАРАЦІЇ ҐРУНТУ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.

В практиці конструювання картоплезбиральних машин довгий час спостерігалася тенденція розробки універсального робочого органу, який під час роботи в різних умовах, при відносно простій конструкції, був би вискоєфективним, довговічним та не пошкоджував бульб. Робота відомих конструкцій картоплезбиральних машин в умовах важких ґрунтів і значної вологості є незадовільною та супроводжується недостатньою сепарацією компонентів ґрядки, що пояснюється фізико-механічними властивостями ґрунту, які є несприятливими для здійснення сепарації.

В картоплекопачах і картоплезбиральних комбайнах застосовують сепаруючі робочі органи найрізноманітніших типів з різними кінематичними схемами. Основними типами є грохоти з коливальним рухом решіт, пруткові елеватори, барабанні і валкові (кулачкові) грохоти. Практично жодна із відомих конструкцій робочих органів для сепарації бульбоносної маси, не дають бажаної інтенсивності і якості сепарації ґрунту. Тому їх обладнують додатковими механізмами для інтенсифікації процесу, або ж вносять деякі зміни в їхню конструкцію.

Розглянемо детальніше найбільш поширені конструкції пристроїв для активізації сепарації ґрунту.

Для інтенсифікації просіювання ґрунту робоча частина пруткових елеваторів струшується. Струшування зазвичай проводиться струшувачами – еліптичними зірочками, які знаходяться в зачепленні з полотном елеватора, число коливань робочої гілки визначається її швидкістю і параметрами зірочки. Існують конструкції механізмів струшувачів, які забезпечують число коливань робочої гілки елеватора, яке не залежить від її швидкості. Такі струшувачі мають власний привід. Недоліком цих пристроїв є те, що вони викликають значні динамічні навантаження в ланках елеватора та самої конструкції. Над елеватором може встановлюватись пальцевий бітер, який дозволяє значно підвищити сепаруючі властивості шляхом руйнування грудок вже на початку сепарації. Спільним недоліком розглянутих пристроїв є те, що внаслідок використання ударів для руйнування грудок значних пошкоджень зазнають і бульби, особливо на легких піщаних ґрунтах.

Серед пристроїв, які використовують розтягування пласта слід відмітити шнекові активізатори та додаткові елеватори. До речі останній пристрій дозволяє поряд з підвищенням сепаруючих здатностей елеватора збільшити допустимий кут підйому маси до 40...50°.

Існують пристрої, які з метою активізації процесу сепарації ґрунту мають криволінійну форму поверхні елеватора, або ж постійно змінюють кривизну поверхні. Це призводить до виникнення в матеріалі бульбоносного пласта деформацій згину та інтенсивного його руйнування.

Нами запропонована конструкція картоплекопача з активним сепаруючим органом, у вигляді сепаруючого елеватора, яка враховує вищезгадані особливості збирання картоплі.

УДК 631.34

Бортник І.- ст. гр. ХСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАКЦІЙ В ОПОРАХ БАКА МАЛОГАБАРИТНОГО ОБПРИСКУВАЧА

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

Одним із факторів якісного виконання теоретичних розрахунків є наявність реальних вихідних даних, які відповідають умовам експлуатації машини. Аналітичним шляхом досить важко, а практично й неможливо, отримати правдиві ці значення, адже їх дослідження супроводжується широкою гамою випадкових процесів, які виникають під час виконання машиною технологічного процесу чи при її транспортуванні. Найефективнішим способом одержання вихідних даних для отримання шуканих теоретичним шляхом параметрів є проведення експериментальних досліджень.

В даному випадку досліджуванним об'єктом є бак малогабаритного обприскувача. Для ведення теоретичних розрахунків необхідно володіти реальними значеннями опорних реакцій, тобто мати значення рівнодійних в кожній з його опор.

Як показує практичний досвід, при такого роду дослідженнях доцільно використовувати динамометри, які дозволяють експериментально визначити динамічні чи статичні реакції в опорах мас мобільних і стаціонарних машин.

Для цієї мети використовуємо два динамометри із максимально допустимим навантаженням 15 кН, які нижньою плитою закріплюємо на рамі, а до верхньої (рухомої) прикріплюємо основу досліджуваної опори бака обприскувача. З'єднувальними кабелями приєднуємо до них вимірювач деформацій з автоматичним балансуванням моста АИ-1, який призначений для вимірювання статичних та нешвидко змінних деформацій з допомогою провідникових тензорезисторів з опором 50-400 Ом чи первинних приладів, що створені на їх основі. Вимірювальний діапазон приладу  $1 \cdot 10^{-2}$  при ціні поділки  $1 \cdot 10^{-5}$ . Поріг чутливості – не більше  $1 \cdot 10^{-5}$ . Прилад є в комплекті з комутаційним пристроєм, що дозволяє підключати до моста за груповою схемою 102 активних тензорезистори та 6 компенсаційних.

Дослідження реактивних рівнодійних в кожній із опор проводилися в лабораторних умовах при таких вихідних даних:

умовний нуль – при навантаженні динамометрів вагою опор, якою ми нехтуємо; навантаження динамометра вагою бака малогабаритного обприскувача – рівнодійна на одній опорі  $R_{on} = 20$  Н; навантаження динамометра вагою бака, що заповнений робочою рідиною на  $1/3$  -  $R_{on} = 145$  Н; навантаження динамометра вагою бака, що заповнений робочою рідиною на  $1/2$  -  $R_{on} = 207.5$  Н; навантаження динамометра вагою бака, що повністю заповнений робочою рідиною -  $R_{on} = 395$  Н.

Також в ході проведення експериментальних досліджень в польових умовах при виконанні машиною технологічного процесу було визначено динамічні навантаження в опорах бака малогабаритного обприскувача і коефіцієнт динамічності вздовж вертикальної площини при цьому становить  $\eta_{max} = 2$ . Рух агрегату проходив задернілою оранкою зі швидкістю 9 км/год.

Таким чином, виконавши описані процедури, знайдено вихідні дані навантаження на обичайку бака малогабаритного обприскувача для ведення достовірних теоретичних досліджень, а також для порівняння знайдених результатів.

УДК 669.539

Гонтарук Т. - ст. гр. ХС-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МІНІМУМУ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ РОЗРАХУНКАХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Науковий керівник: к.т.н., доц. Попович П.В.

При розрахунку несучих рамних конструкцій методом мінімуму потенціальної енергії деформації (ММПЕ) найбільш раціональним є застосування правила Лейбніца про диференціювання підінтегральних функцій. При рішенні задач для просторових металокопункцій, підінтегральні вирази функції потенціальної енергії громіздкі: потенціальна енергія є функцією другої степені і якщо у підінтегральні вирази входить сума (різниця) з десятків членів - вирази необхідно піднести до квадрату, про інтегрувати, скласти систему канонічних рівнянь. Вказану задачу можна суттєво спростити, застосовуючи правило Лейбніца: якщо у підінтегральну функцію входять параметр  $\alpha$  і змінна  $x$ , то незалежно можна диференціювати за параметром і інтегрувати за змінною. Наприклад, необхідно розкрити стапичну невизначеність рами (Рис. 1) застосовуючи ММПЕ стержневих систем [1].

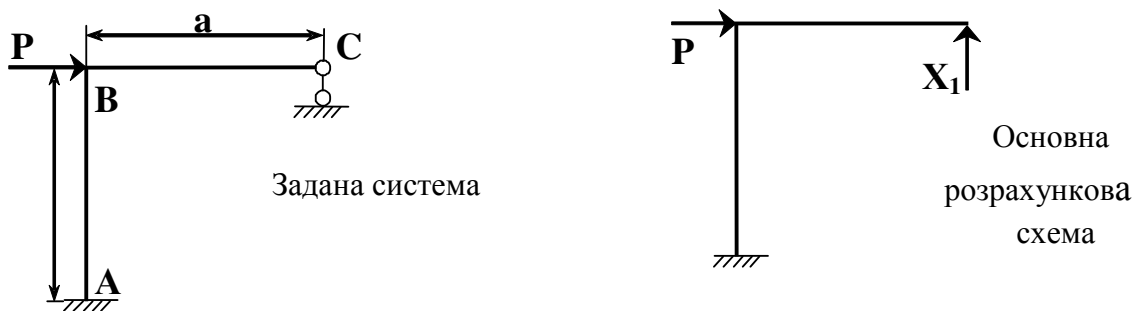


Рис. 1 Розрахункові схеми

З  $U = U_M + U_K + U_Q + U_N$  складається вираз функції потенціальної енергії від згинальної деформації стержнів, інтегруємо на ділянках основної розрахункової схеми (Рис. 1):

$$U = \frac{1}{2EI} \left[ \int_0^a (X_1 \cdot x)^2 dx + \int_0^a (X_1 \cdot a - P \cdot x)^2 dx \right] \quad (1)$$

На підставі формули Лейбніца, диференціюємо за параметром  $X_1$  підінтегральні функції виразу (1), отриманий вираз прирівнюємо до нуля:

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = \frac{1}{2EI} \left[ 2 \cdot \int_0^a (X_1 \cdot x) \cdot x dx + 2 \cdot \int_0^a (X_1 \cdot a - P \cdot x) \cdot a dx \right] = 0 \quad (2)$$

Проінтегрувавши (2) за змінною  $X$  отримаємо:

$$\frac{1}{EI} \left[ X_1 \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_0^a + \left( X_1 \cdot a \cdot x - P \cdot \frac{x^2}{2} \cdot a \right) \Big|_0^a \right] = \frac{1}{EI} \left[ X_1 \cdot \frac{a^3}{3} + X_1 \cdot a^3 - P \cdot \frac{x^3}{2} \right] = 0 \quad (3)$$

Звідкіля:  $X_1 = \frac{3}{8} P$

При виконанні розрахунку методом сил, необхідно звертатися до цілої системи геометрично-алгебраїчних операцій над епюрами, а застосування ММПЕ зводиться до нескладних обчислювальних процедур з функцією потенціальної енергії деформації стержневих систем.

1. Рибак Т. І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль.: "Збруч", -2002. -332 с.

УДК 621.01

Довбуш Т. - ст. гр. ХСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДИФІКАЦІЯ ММПЕД ДЛЯ РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ КРИВОЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАМ

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.

Більшість рам сільськогосподарських машин є плоскими і прямокутними. У деяких випадках для раціонального монтажу баків циліндричної форми, а саме на причіпних обприскувачах, окремі елементи рами необхідно виконувати криволінійної форми.

Для подальших розрахунків рамних конструкцій з криволінійними елементами доведемо достовірність тих спрощень, що використовувались для розкриття статичної невизначеності ММПЕД, які застосовувались до плоских рам, просторово навантажених, виготовлених з тонкостінних відкритих профілів [1].

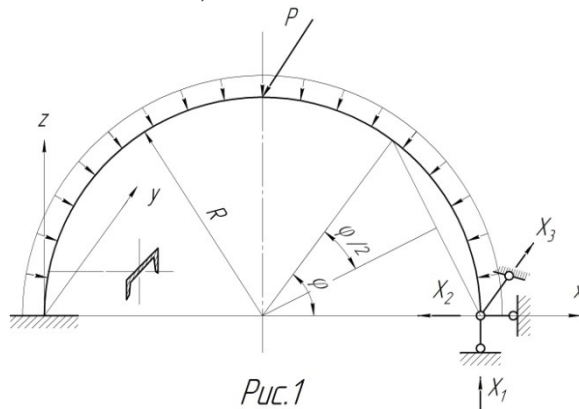


Рис.1

Розкриємо статичну невизначеність плоского кривого бруса просторово навантаженого, (рис.1).

Використовуючи [1]:  $dU_0/dX_1 = 0$ ;  $dU_0/dX_2 = 0$ ;  $dU_0/dX_3 = 0$ ; отримуємо систему рівнянь з яких визначаємо опорні реакції. Дана конструктивна система три рази статично невизначена і складається з двох ділянок. Повна потенціальна енергія деформації конструктивної системи:

$$U_N = \frac{1}{2FE} \int_0^\pi \left( -X_1 \cdot \cos(\varphi) - X_2 \cdot \sin(\varphi) + q \cdot R \cdot \varphi \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \right)^2 d\varphi;$$

$$U_Q = \frac{1}{2FG} \int_0^\pi \left( -X_1 \cdot \sin(\varphi) + X_2 \cdot \cos(\varphi) + q \cdot R \cdot \varphi \cdot \cos \frac{\varphi}{2} \right)^2 d\varphi + \frac{1}{2FG} \int_0^{\pi/2} (X_3)^2 d\varphi + \frac{1}{2FG} \int_{\pi/2}^\pi (X_3 - P)^2 d\varphi;$$

$$U_M = \frac{1}{2EI_x} \int_0^{\pi/2} (X_3 \cdot R \cdot \sin(\varphi))^2 d\varphi + \frac{1}{2EI_x} \int_{\pi/2}^\pi (X_3 \cdot R \cdot (1 - \cos(\varphi)) + P \cdot R \cdot (1 - \cos(\varphi - \pi/2)))^2 d\varphi +$$

$$+ \frac{1}{2EI_y} \int_0^\pi \left( -X_1 \cdot R \cdot (1 - \cos(\varphi)) + X_2 \cdot R \cdot \sin(\varphi) + q \cdot R \cdot \varphi \cdot R \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \right)^2 d\varphi;$$

$$U_K = \frac{1}{2GI_K} \int_0^{\pi/2} (X_3 \cdot R \cdot (1 - \cos(\varphi)))^2 d\varphi + \frac{1}{2GI_K} \int_{\pi/2}^\pi (X_3 \cdot R \cdot (1 - \cos(\varphi)) + P \cdot R \cdot (1 - \cos(\varphi - \pi/2)))^2 d\varphi.$$

Аналізуючи результати вчислень для швелера №10:  $P=2000$  Н,  $q=500$  Н/м,  $R=2$ м, приходимо до висновку, що використання потенціальної енергії деформації кручення дає аналогічні результати при врахуванні повної потенціальної енергії деформації.

1.Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – ВАТ ТВПК «Збруч», 2003.- 332с.

УДК 621.358.42

Кульчицький І. – ст.гр. ХСзм-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## УДОСКОНАЛЕННЯ НОЖІВ ГИЧКОРІЗА ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

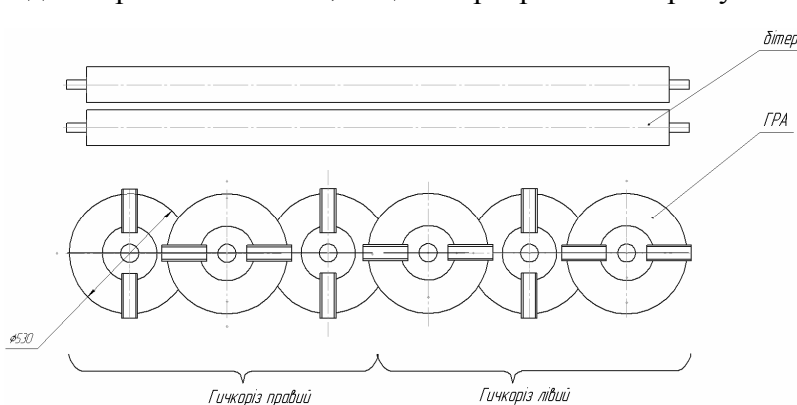
Збирання врожаю сільськогосподарських культур, зокрема коренеплодів, є найбільш енергоємною, тривалою в часі, залежною від природно-кліматичних умов, стану ґрунту та посівів, а також вимог до якості зібраної продукції, і вимагає надійної техніки, здатної до удосконалення і переналадження.

Удосконалення бурякозбиральних машин необхідно здійснювати так, щоб забезпечити відповідну якість збирання цукрових буряків, високі експлуатаційно-економічні показники у різних природно-виробничих умовах, з дотриманням вимог до якості сировини при її зберіганні та переробці.

При розробці нових конструкцій гичкозрізувальних апаратів необхідно враховувати, що з однієї сторони обрізка головки кореня небажана і негативно відображається на зберіганні і не може бути виправдана ні з економічної (недобір урожаю 5...8%), ні з технологічної точки зору, а з другої сторони – досягнення високих кондицій завдяки плоскій обрізці має жорсткі обмеження на втрати цукрової маси. У той же час наявність на головках коренеплодів великої кількості черешків та листя негативно відображається на зберіганні (загнивання) і переробці сировини.

Враховуючи специфічні механіко-технологічні властивості зв'язків гички з коренеплодами, що легко руйнуються при дотичному прикладанні навантажень, то процес відокремлення гички доцільно здійснювати комбінованим (двостадійним) способом, що включає грубу обрізку гички з частковою обрізкою головок без їх пошкодження. Тому у даній роботі запропоноване конструктивне рішення для машини типу БМ-6 – гичкорізальний апарат (ГРА) з шабельними (активними) ножами. Тобто виконується відносно високе зрізування гички, а рештки гички зачищає очисник головок коренів з капроновими щітками гвинтового типу. Його використання забезпечить високу зносостійкість, меншу енергоємність і високу якість роботи машини.

ГРА з «шабельними» ножами працюють при збільшених швидкостях різання і створюють ефект різання з ковзанням, у результаті чого зменшується лобовий опір різанню і число сколів. Пропонований різальний дисковий шабельний ніж приймаємо діаметром  $D=530\text{мм}$ , що перекриває ширину міжрядь 450мм із шахматним



розташуванням ножів (рис. 1). Швидкість різання підвищена -  $V_{зр}=24\text{м/с}$ ; число обертів ножа  $800\text{об/хв}$ . Інші конструктивні параметри шабельних ножів: ширина ножа  $b=60\text{мм}$ ; довжина ножа  $l=145\text{мм}$ ; кут заточки передній  $\alpha=30^\circ$ ; кут заточки задній  $\gamma=0^\circ$ .

Рис. 1.Схема установки шабельних ножів на ГРА



УДК 669.539

Макух М. – ст. гр. ХСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКУ**

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

Пристосування, які використовуються в наш час для збирання кукурудзи і соняшника, як правило мають струмковий характер, куди входять рядки збираних рослин.

У пристосувань для збирання кукурудзи русельний механізм завдяки відповідним робочим органам протягує стебло і при взаємодії качана з відривною пластиною проходить його відокремлення. Після цього в роботу включаються ріжучий і подрібнюючий апарати барабанного типу.

У пристосувань для збирання соняшника русельний механізм утримує стебло завдяки більш високої поступальної швидкості агрегату, за лінійну швидкість подаючих ланцюгів за рахунок чого проходить нахил рослин вперед по ходу комбайна. Нахилені рослини зрізаються на рівні кошиків ріжучим апаратом дискового типу. В подальшому стебла соняшника подрібнюються апаратом роторного типу.

На наш погляд, не вирішеним є питання створення єдиної приставки для збирання кукурудзи на зерно та соняшнику. Як відомо, ці культури вирощують одним комплексом машин та різниця в ньому є тільки в тім, що збирання кукурудзи проводять зернозбиральними комбайнами, обладнаними приставками ППК-4, КМД-6, КМР-6, а соняшника – ПСП-10, ПСП-1,5 та ін.

Однак, ці приставки мають два дуже енергомістких робочих органи – роторний ріжучий апарат та барабанний подрібнюючий апарат. Присутність цих двох апаратів ускладнює конструкцію пристосувань та відповідно збільшує витрати палива.

У відповідності до цього та в зв'язку з вивченням досвіду фірми Герінгофф, пропонуємо до застосування універсальне пристосування для відділення качанів, направлення їх на обмолот в молотильний пристрій зернозбирального комбайну, подрібнення та розкидання листостеблової маси протягуючими вальцями по ширині захвату пристосування.

У запропонованому пристрої відсутні у порівнянні з приставками ППК-4 та КМД-6 два робочих органи. Це знижує енергомісткість процесу та зменшує погектарну витрату палива.

Пристосування одночасно збирає вісім рядків кукурудзи, що забезпечує співпадання рядності посівних машина.

Після невеликого переобладнання (постановка восьми пар ножів на ведучі зірочки подаючих ланцюгів русел) пристосування без яких-небудь інших змін може збирати кошики соняшника з їх обмолотом в молотильному пристрої зернозбирального комбайна.

У порівнянні з серійними пристосуваннями ПСП-1,5, ПСП-10М, які мають фрези для подрібнення стебел соняшника універсальне пристосування подрібнює масу одночасно з протягуванням.

Таким чином, використання універсального пристосування на збиранні кукурудзи та соняшника збільшується, орієнтовно, в два рази, що безперечно, знижує металоемкість технології.

УДК 631.348

Миць В.- ст. гр. ХСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## НОВИЙ МЕХАНІЗМ ЗМІНИ ШИРИНИ КОЛІЇ ОБПРИСКУВАЧА

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

Задача даної роботи полягає у вдосконаленні вітчизняного обприскувача ОПШ-2000. В його конструкції рами зміна ширини колії здійснюється шляхом пересування висувних консолей, які фіксуються болтами. Таку операцію виконують, піддомкративши почергово кожен із сторін обприскувача, потім прикладаючи зусилля до консолей, пересувають їх. Даний спосіб є достатньо трудомісткий та не практичний, а також не відповідає вимогам сучасності.

Конструкції таких механізмів зустрічаються на більшості вітчизняних обприскувачів. Є і складніші, але застосування їх буде дуже коштовним і виробник на це не піде, оскільки необхідно змінювати практично всю конструкцію рами.

Суть вдосконалення полягає у наступному, рис. 1.

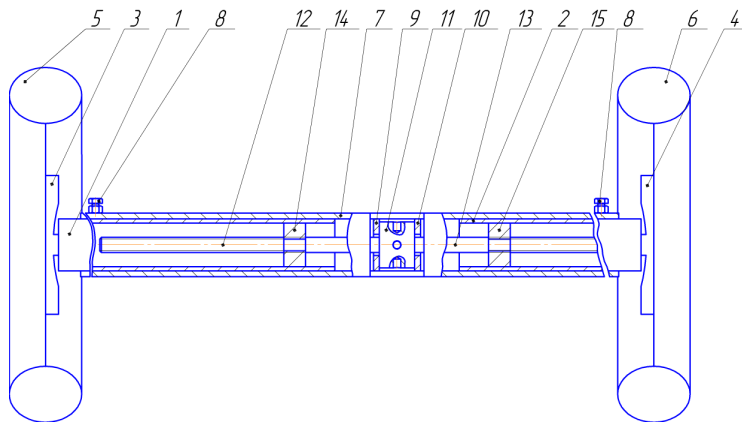


Рис. 1. Механізм зміни ширини колії

8, підходить до центральної балки-направляючої 7. В ній, обертаючи головку 11, осьове переміщення якої обмежують шайби 9, 10, обертає два гвинти 12, 13. Останні накручують чи викручують (переміщують в осьовому напрямку) спеціальні гайки 14, 15, які нерухомо закріплені в розсувних консолях 1, 2, що змушує їх разом переміщатися. Отже, переміщаючись, розсувні консолі 1, 2, що сполучені з маточинами 3, 4 для кріплення опорних коліс 5, 6, змінюють своє взаємне розташування і взаємне розташування опорних коліс 5, 6, тобто ширину колії машини.

Таким чином, запропонована конструкція механізму зміни ширини колії забезпечить можливість механізованим способом регулювати ширину колії без застосування спеціальних пристроїв – домкратів та піднімання машини. Також у зв'язку з цим було виконано ряд розрахунків, де отримано наступні результати: матеріал гвинта і гайки - сталь 45 нормалізована; передача гвинт-гайка самогальмівна з кроком різьби  $P=3$  мм трапецеподібного профілю; число заходів  $z=1$ ; середній діаметр різьби  $d_2=24.5$  мм; номінальний діаметр  $d=26$  мм; внутрішній діаметр  $d_1=22.5$  мм; висота гайки  $H=37$  мм; число витків у гайці  $z_B=12.3$ ; стійкість витків проти спрацювання забезпечується, оскільки  $p=10.7\text{ МПа} < [p]=15\text{ МПа}$ ; запас міцності гвинта за границею текучості  $s=9.5$ .

Отже, за таких умов передача є роботоздатною та міцною.

Маємо повністю чи частково завантажену машину, для якої в силу виробничої необхідності потрібно змінити ширину колії. Наприклад, обприскувач переїжджає на іншу площу, де можна працювати тим самим препаратом, а культура висаджена з іншим міжряддям і т.п. Тоді оператор, знаючи задану ширину колії, послаблює фіксуючий механізм

УДК 621.358.42

Олендер Н. – ст.гр. ХС-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ПРИВОДУ ГИЧКОРІЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОМБАЙНА КБС-6**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

Технології вирощування та збирання цукрових буряків, а також комплекси машин, що застосовуються для їх реалізації, визначають характеристики врожаю, конструкцію робочих органів і компоновочно-технологічні схеми машин.

Значні розбіжності умов роботи бурякозбиральних машин і недостатня пристосованість існуючих конструкцій гичкозрізаючих, викопуючих, очисних робочих органів до їх змін не дозволяють одержувати стійких агротехнічних показників, особливо при високій врожайності, а також у разі сухого чи вологого ґрунту, нерівномірного розташування коренеплідів у рядку, незадовільному стані гички, засміченості посівів.

У даній роботі пропонується удосконалення гідростатичного приводу гичкорізального апарата бурякозбирального комбайна КБС-6.

На базовій машині для приводу гичкозрізального апарата, який входить у комплект машини, використовується привод, який має суттєві недоліки.

Зокрема, потужність на привод передається через муфту зчеплення за допомогою клинопасової передачі на проміжну опору. З проміжної опори за допомогою двох карданних передач потужність передається на гідронасос гідрооб'ємної передачі, від гідродвигуна якого і приводиться у рух гичкорізальний апарат. Це недоцільно, так як гідронасос обладнаний системою сервоуправління, тому його керування виконується автономно. Крім того, передача громіздка, складна, включає відкриті карданні та клинопасові передачі, а це підвищує небезпеку при експлуатації.

Існуюча конструкція відзначається також наявністю масивних вузлів, що обертаються на великих швидкостях, і створюють значне динамічне навантаження, що негативно впливає на надійність рамних конструкцій та елементів приводу.

Низька довговічність клинопасової передачі, що входить у привод, потребує затрат часу для технічного обслуговування. Оскільки привод має багато складових елементів, то відповідно і значну вартість.

Для вдосконалення трансмісії приводу гичкорізального апарата комбайна КБС-6 на рамі машини з переднього кінця колінвала двигуна встановимо розподільчий редуктор, на вихідних валах якого будуть змонтовані гідронасоси приводу ходової частини та гичкозрізального апарата. Вхідний вал цього редуктора за допомогою карданної передачі з'єднується з переднім кінцем колінчатого вала двигуна. У результаті спрощується конструкція, зменшується вага шківів приводу робочих органів машини. Це стається за рахунок анулювання частини шківів, де розміщувались канавки для клинопасової передачі приводу насоса гідротрансмісії і приводу гичкорізального апарата.

Анулюються також всі елементи існуючого приводу та місця їх кріплення на рамних конструкціях машини.

Внесені зміни дозволяють спростити конструкцію трансмісії приводу гідростатичної передачі приводу гичкорізального апарата, знизити його вартість, знизити затрати часу на його технічне обслуговування, підвищити надійність і довговічність елементів приводу, що дозволить підвищити продуктивність машини при виконанні технологічного процесу з 1,2га/год до 1,32га/год експлуатаційного часу.

Внесені конструктивні зміни сприятимуть підвищенню безпеки праці при експлуатації машини.

УДК 669.539

Провальний О. – ст. гр. ХСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ МУЛЬЧУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

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

Для подрібнення поживних залишків різних сільськогосподарських культур останнім часом, з розвитком технологій мінімальної обробки ґрунту, все частіше використовуються спеціальні машини – мульчувачі.

Так, мульчував ИМС-2,8 ) виготовляється ВАТ «Агропромтехніка» призначений для збирання гички цукрових буряків, подрібнення та розкидання її по полю, подрібнення поживних залишків і рівномірного розподілу подрібненої маси по поверхні поля.

Недоліком цієї машини є її низька робоча швидкість, внаслідок чого маємо незначну величину продуктивності.

Мульчувач RC12 випускається фірмою RHINO і призначений для подрібнення рослинних залишків кукурудзи, соняшнику та стеблових колосових зернових і олійних культур.

Недоліком мульчувача RC12 є відсутність уніфікації навіски. Тобто, така машина може агрегатуватись тільки з зарубіжними тракторами з потужністю двигуна більше 200 к.с.

Мульчувач НК 4801 призначений для виконання тих самих функцій, що і попередні машини. Дана машина має більшу ширину захвату, у зв'язку з чим, в приводі вала крутний момент передається на обидва кінці робочого вала. Навіска цієї машини має універсальну конструкцію.

Основним недоліком представленої машини є відсутність причіпного пристрою для транспортного положення, а також ненадійні захисні пластини, які дуже швидко виходять з ладу.

Особливість мульчувача BNG 270 фірми KUNH полягає в тому, що привід ротора здійснюється на обидва кінці вала і ножі на роторі закріплені шарнірно.

Технічна характеристика проаналізованих мульчувачів представлена в таблиці

Коротка технічна характеристика мульчувачів

Показники	Машина			
	ИМС-2,8	RC12	НК 4801	BNG 270
Робоча ширина захвату, м	2,8	3,66	4,95	2,6
Робоча швидкість, км/год	6,5...9	10...12	10...12	10...12
Необхідна потужність трактора, к.с.	70	90	140	63
Маса, кг	1320	1730	2667	1010

В результаті аналізу існуючих технічних функцій встановлено, що наразі існує широка гама мульчувачів, але кожна з машин має свої недоліки, відзначені раніше. Для їх усунення нами пропонується нова конструктивна схема навісного мульчувача, який призначений для подрібнення рослинних решток практично усіх сільськогосподарських культур.

УДК 621.358.42

Рубінець Н. – ст.гр. ХС-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КБМ-6

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

Очищення коренеплодів цукрових буряків від ґрунту та інших домішок – одна із важливих технологічних операцій при їх викопуванні незалежно від способу збирання. Це сприяє отриманню кондиційних коренеплодів, що має вирішальне значення для їх зберігання і подальшої переробки та отримання продукції високої якості.

Процес очищення коренеплодів від ґрунту при їх механізованому збиранні має здійснюватися з мінімальними втратами дрібних коренеплодів та їх відбитих частин, мінімальною кількістю пошкоджених коренеплодів при ударному впливі внаслідок завищених швидкостей елементів робочих органів.

Ворох коренеплодів, що поступає на очищення, після викопуючих робочих органів – це механічна суміш твердих тіл різної форми та величини, проміжки між якими заповнені повітрям. У ньому крім грудок ґрунту може міститися значна кількість смітної рослинності, яка намотується на активні робочі елементи конструкції очисника, а також сторонні включення, що може приводити до заклинювання та поломки робочого органу.

Для транспортування і сепарації коренеплодів цукрових буряків всередині коренезбиральних машин, для завантаження їх у бункер і на транспортний засіб як робочий орган використовують поздовжні та вивантажувальні пруткові транспортери.

У багатьох конструкціях збиральних машин передача коренеплодів з викопуючого пристрою на поздовжній транспортер виконується безпосередньо крайнім вальцем викопуючого пристрою на пруткове полотно транспортера поздовжнього. При роботі коренезбиральної машини в умовах підвищеної вологості ґрунту і на полях, засміченість яких рослинними рештками перевищує допустиму за агротехнічними вимогами, кількість домішок у воросі зібраних коренеплодів у вигляді налиплого ґрунту і рослинних залишків перевищує допустимі вимоги зазначені нормативно технічними документами. Тому виникає необхідність підвищення інтенсифікації очищення коренеплодів на очищувально-транспортуючих робочих органах.

З цією метою вводиться додатковий валець, виконаний у вигляді циліндричного барабана з навареними на його поверхні поздовжніми прутками (рис. 1).

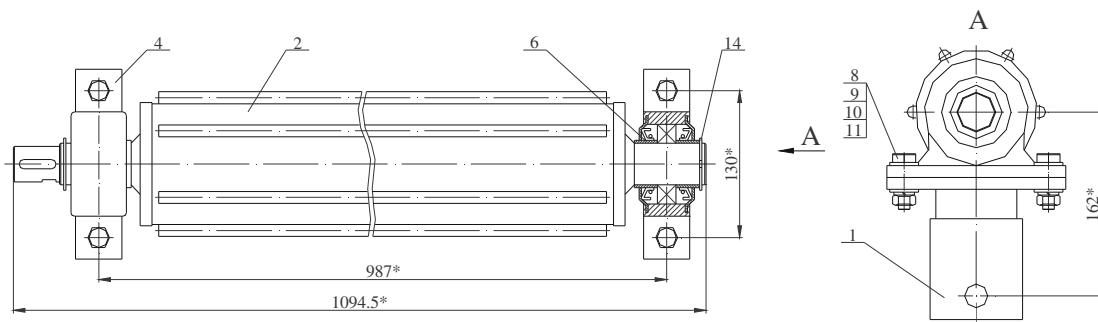


Рис. 1. Очищувально-передавальний валець

Цей валець встановлюється на підшипникових опорах. Привод його відбувається за допомогою карданної і ланцюгової передач через допоміжну підшипникову опору від останнього вальця викопуючого пристрою.

УДК 631.358.42

Сторожук І. М. – ст. гр. КМ-08

Національний університет біоресурсів і природокористування України

## РОЗРОБКА ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Онищенко В.Б.

Цукрові буряки – важлива технічна культура, яка є джерелом для одержання сировини з якої виробляють стратегічний харчовий продукт цукор, а також отримують соковиті корми для тваринництва та інші важливі побічні продукти її переробки.

За розмірами посівних площ цукрових буряків і за обсягом виробництва цукру Україна традиційно займає провідне місце серед найбільш розвинених бурякосійних держав світу. Проте за виходом цукру з одного гектару значно відстає від розвинутих країн (Німеччина, Франція, США).

Втрати цукроносної маси під час збирання обумовлені як втратами буряків під час їх збирання (більше 1,5 %), так і загальними конструктивними рішеннями гичкозбиральних машин, показники якості роботи яких не відповідають агротехнічним вимогам: забрудненість вороху залишками гички та рослинними домішками становить 3...5 %; відходи в гичку маси обрізаних головок до маси коренеплодів – 5...8%; пошкодження коренеплодів за рахунок сколів – до 10 %.

На основі проведеного аналізу показників якості роботи збирання гички існуючими машинами, нами, за результатами проведеного пошуку, запропоновано удосконалену гичкозбиральну машину, конструктивна схема якої наведена на рисунку.

Гичкозбиральна машина складається з рами 1, на якій послідовно встановлені опорні колеса 2, вал 3 з горизонтальною віссю обертання 4, кожух 5, обрізувачі 6

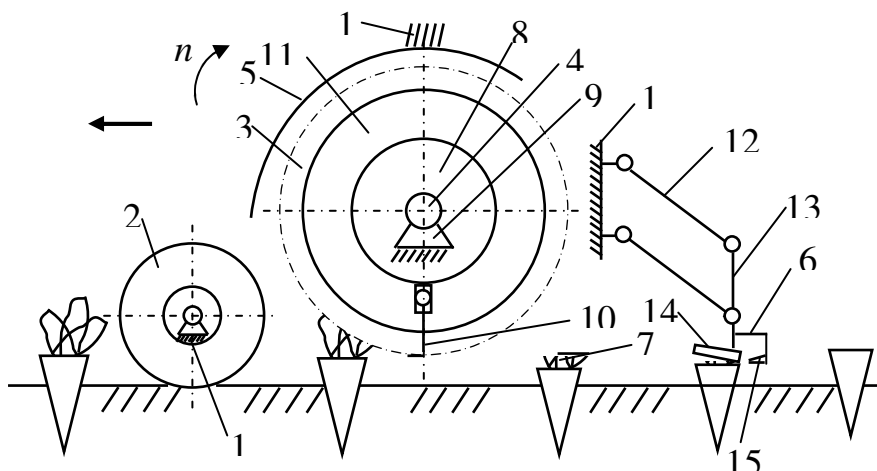


Рис. Конструктивна схема удосконаленої гичкозбиральної машини

залишків гички 7. Вал виконаний у вигляді барабана 8 та розташований в опорах 9, які встановлені на рамі машини. На барабані вала по гвинтовій лінії встановлені гичкозрізувальні ножі 10, які виконані Г-подібної форми. Гичкозрізувальні ножі, встановлені на барабані вала шарнірно, а їх радіальний поворот в шарніри обмежено упором. Між гичкозрізувальними ножами на валу розташовані ділильні диски 11. Верхня частина ножів і ділильних дисків закрита кожухом 5. Позаду вала на рамі змонтовано обрізувачі залишків гички, кожен з яких виконаний у вигляді паралелограмної шарнірної підвіски 12, на стояку 13 якої встановлено пасивний гребінчастий копир 14. За гребінчастим копиром встановлено ніж 15.

Секція: Машинобудування

УДК.621.96.001.1

Бачинський О., Ващенко Д., Вербовський С. Гр. МК-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА КОЕФІЦІЄНТ ПОЗДОВЖНЬОГО УКОРОЧЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ ТОЧІННІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАЛИХ ВИБІРОК

Науковий керівник, к.т.н. доцент Кривий П. Д.

Проаналізовано літературні джерела [1-2] присвячені дослідженню результатів впливу елементів режиму різання: (глибини -  $t$ , подачі -  $s$  та швидкості -  $V$ ) та геометричних параметрів різців на коефіцієнт поздовжнього укорочення стружки -  $k$ .

Відзначено, що отримані результати досліджень подавались у детермініському аспекті. У цьому зв'язку в літературі не висвітлено наскільки збільшення подачі буде суттєво впливати на  $k$ .

Враховуючи те, що на пластичну деформацію зрізаючого шару і на  $k$  діють фактори, що мають випадковий характер, а також наявність певних випадкових похибок при вимірюванні окремих параметрів, наприклад ваги зразка стружки і його довжини вважали за доцільне здійснити дослідження впливу  $s$  на  $k$  в імовірнісному аспекті.

Стружка утворювалась при поздовжньому точінні, без використання змащувально-охолоджувальної рідини, круглого прокату із сталі 30 при незмінних режимах:  $t=3$  мм і  $V=60$  м/хв і наступних значеннях встановлених на верстаті подач:  $s_i=0.075; 0.1; 0.15; 0.2; 0.3; 0.4; 0.6$  (мм/об). Матеріал різця твердий сплав Т15К6. Геометричні параметри різця:  $\phi=90^\circ; \gamma=0^\circ; \alpha=8^\circ$ .

Методика проведення експериментів була наступна.

Стружку отримували при кожній із зазначених вище подачах. Із зразків стружки отриманої при заданому  $s_i$ , вибрали 6 елементів у вигляді півкільця. Задавши масштаб, сканували кожний із елементів і визначали середню довжину як півсуму довжин зовнішньої і внутрішньої дуг зразка.

Скориставшись ваговим методом, визначали 6 значень  $k_i$  для елементів стружки отриманих при заданих  $s_i$ . Використавши метод прямокутних вкладів, з теорії малих вибірок і розроблене програмне забезпечення, отримали характеристики розсіювання: (математичне сподівання, яке приблизно дорівнює середньому значенню  $M(k) \approx \bar{k}$  і дисперсію розсіювання  $D(k)$  які подані в таблиці).

Таблиця. Характеристики розсіювання величини  $k$  отримані при подачах  $s_i$

Характеристика розсіювання	Значення подачі, мм/об.						
	0.075	0.100	0.150	0.200	0.300	0.400	0.600
$M(k) \approx \bar{k}$	2.072	1.798	1.677	1.415	1.299	1.365	1.152
$D(k)$	0.00446	0.00542	0.00090	0.00410	0.00075	0.00358	0.00165

За критеріями Стьюдента і Фішера, встановили значущість збільшення середнього значення подачі  $s_i$  і дисперсії  $D(k)$  на величину  $k$ .

Література

1. Гаскаров Д.В. малая выборка/ Д. В. Гаскаров, В. И. Шаповалов. М.: Статистика, 1978 – 248 ст.
2. Резание металов/[ Грановський Г. И., Грудов П. П., Кривоухов В. А. и др.]; под. ред. В. А. Кривоухова – М.: Машгиз, 1954 – 470 ст.

УДК 621.951.45:621.923.6.

Васильків А. – ст. гр. МВм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## НОВІ КОНСТРУКЦІЇ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЛ І МЕТОДИ ЇХ ЗАТОЧУВАННЯ

Наукові керівники: к.т.н., доц. Кривий П.Д., ст. викл. Кобельник В.Р.

Проаналізовані конструкції спіральних свердл, методи їх заточування та контролю геометричних параметрів [1-4]. Встановлено, що у більшості спіральних свердл, при різних відомих методах їх заточування, кут загострення  $\beta$  вздовж головної різальної кромки (ГРК) свердла є не постійний і зменшується по мірі віддалення точки на ГРК, в якій здійснюється вимірювання, від осі свердла до периферії. Це призводить до зменшення площі поперечного розрізу в перпендикулярному до осі перерізу зуба свердла і як наслідок до зменшення моменту опору при крученні, а значить і міцності, що в кінцевому рахунку призводить до необхідності зниження подачі і продуктивності обробки. Така ж картина матиме місце з точки зору теплового навантаження зуба свердла.

Запропоновані нові конструкції спіральних свердл, особливостями яких є по-перше постійний кут  $\beta$  вздовж ГРК і по-друге зростання значення  $\beta$  по мірі віддалення точки на ГРК в якій вимірюється цей кут від осі свердла до його периферії.

Така геометрія спірального свердла забезпечується новими розробленими автором методами заточування. Для свердла у якого  $\beta = \text{const}$  отримані аналітична і графічна залежності, які показують як змінюється головний задній кут  $\alpha$  вздовж ГРК, щоб забезпечити постійність  $\beta$ .

За заданою закономірністю зміни  $\alpha$  вздовж ГРК отримана залежність для визначення  $\beta$ , який зростає вздовж ГРК у напрямі від осі до периферії свердла.

Запропоновані кінематичні схеми заточування спіральних свердл по їх головній задній поверхні, які забезпечують реалізацію заданих закономірностей зміни кута  $\beta$  вздовж ГРК.

Виведені кінематичні залежності переміщення свердла для забезпечення заданих закономірностей зміни  $\beta$  при заточуванні по головній задній поверхні, що формується як сукупність слідів циліндричної поверхні, або слідів поверхні, що реалізуються сукупністю архімедових спіралей.

Отримані результати можуть бути використані для створення нових типів свердл та методів їх заточування, що забезпечить підвищення роботоздатності.

*Література:*

2. Дибнер Л.Г. Заточка спиральных сверл / Л.Г. Дибнер, Ю.П. Шкурин, М.: Машиностроение, 1967. – 153 с.
3. Попов С.А. Заточка режущего инструмента. Учеб. пособие для ПТУ / С.А. Попов, Л.Г. Дибнер, А.С. Каменкович, М.: «Высшая школа», 1970. – 342 с.
4. Кривий П.Д. Методи вимірювання головного заднього кута спірального свердла / Кривий, В.Р. Кобельник, В.І. Продан, В.Г. Яковлев // Науковий вісник ХДМА. Науковий Журнал. – Тернопіль, №2 (7) – 2012. – С. 145 – 155.
5. Деклар. патент на кор. модель №67685 МПК G 01 B 5/24. Спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла / Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Продан В. І.; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет. - № 201109411; заявл. 27.07.2011; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 4.



УДК 621.91.

Вознюк Л. – ст. гр. МРС–31, Кузьмінська Н. – ст. гр. МРС–31, Зьола В.- ст. гр. МК–31  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГОЛОВНОГО ПЕРЕДНЬОГО КУТА НА КОЕФІЦІЄНТ ПОЗДОВЖНЬОГО УКОРОЧЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ ПОЗДОВЖНЬОМУ ТОЧІННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ МАЛИХ ВИБОРОК**

Наукові керівники: к.т.н., доц. Кривий П.Д., ст. викл. Кобельник В.Р.

Проаналізовані результати дослідження впливу головного переднього кута  $\gamma$  на коефіцієнт поздовжнього укорочення стружки (КПУС)— $k$  [1]. Встановлено, що при використанні вагового методу Розенберга, знаходили середнє значення  $\bar{k}$ . Але при цьому невраховувався стохастичний характер цього коефіцієнта, не визначались характеристики розсіювання величини  $k$ : математичне сподівання  $M(k) \approx \bar{k}$ , дисперсія  $D(k)$  і середньо-квадратичне відхилення  $\sigma(k)$ .

Тому здійснення експериментальних досліджень впливу  $\gamma$  на  $k$  і обробка отриманих результатів з використанням теорії ймовірностей і математичої статистики є актуальною задачею. Експериментальні зразки стружок були отримані при поздовжньому точінні круглого прокату із сталі 45 з елементами режиму різання: глибина різання  $t=1$ мм; поздовжня подача  $s=0,17$ мм/об; швидкість різання  $V=60$ м/хв. Був використаний комплект з п'яти прохідних правих відігнутих різців з параметрами:  $\varphi=45^\circ$ ;  $\varphi'=45^\circ$ ;  $\alpha=10^\circ$ , та:  $\gamma_1=7^\circ$ ;  $\gamma_2=11^\circ$ ;  $\gamma_3=17^\circ$ ;  $\gamma_4=21^\circ$ ;  $\gamma_5=26^\circ$ ; Матеріал ріжучої частини різців - твердий сплав Т15К6. Точіння велось без охолодження. Кількість зразків стружки отриманих при використанні кожного різця було вибрано 10. Використавши ваговий метод, визначили значення  $k_i$  для кожного із зразків стружки отриманих при різанні кожним з 5 різців. Skorиставшись теорією малих вибірок і розробленим програмним забезпеченням визначили  $M(k)$  і  $D(k)$  для кожної з 5 вибірок стружки. За коефіцієнтами Стюдента— $t_n$  і Фішера –  $F$  визначили суттєвість впливу збільшення  $\Delta\gamma$  на  $k$ .

Отримані результати підтвердили закономірність пропорційного впливу  $\gamma$  на  $k$ . Запропоновані результати дослідження можуть бути використані для встановлення оптимальних значень головного переднього кута, токарних різців.

### **Література:**

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров.- М.:Машиностроение, 1975.-344с.

УДК 621.9.06

Галушак Р.– ст. гр. МВ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАУВАЖЕННЯ ДО РАЗРАХУНКУ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ НА ОПОРАХ КОЧЕННЯ**

Науковий керівник: ст.викл. Шарик М.В

Фізично обумовлений, проектний розрахунок шпindelних вузлів став можливий з одночасним врахуванням жорсткості шпindelя і його опор. Інженер Попович Б.Г. в 1956 р. приводить розрахункові схеми двохопорних шпindelних вузлів, в яких окремо враховуються деформації шпindelя і підшипників кочення. Розгорнутий розрахунок прогину переднього кінця шпindelя як статично визначеної задачі, що вирішується для двохопорного шпindelя, в якому так само враховувались власна деформація шпindelя і жорсткість підшипників кочення. В подальшому це використовувалось проф. Ачерканом А.С. в опублікованому конспекті лекцій, Фігатнером А.М. та іншими вітчизняними та закордонними спеціалістами. В 1969 р. проф. Чернянський П.М. запропонував принципово новий метод розрахунку шпindelних вузлів, в тому числі прогину і кута нахилу  $\theta$  осі шпindelя [1]. За допомогою цього методу можливо оцінити необхідність використання простановочних кілець і уточнити розрахункову схему при використанні дворядних циліндричних роликкових підшипників в опорах і жорсткому кріпленні шківів на шпindelі для багатоопорних шпindelних вузлів [2].

В літературі по металорізальним верстатам зустрічаються рекомендації, згідно яких опори шпindelя розглядаються як абсолютно жорсткі. Для шпindelів металорізальних верстатів такий підхід не прийнятний і дає результати, які далеко не відповідають дійсній картині деформацій. Так як в пружному зміщенні шпindelя можуть переважати як деформації вала, так і деформації опор. Це строго доведено в теорії силових зсувів обширними і глибокими дослідженнями шпindelних вузлів і підшипників кочення, які були виконані фірмами SKF і FAG. У своїх публікаціях вони наводять результати дослідження двоопорних і багатоопорних шпindelних вузлів різних компоновок.

Для оцінки пружних деформацій в шпindelних вузлах і впливу на них конструктивних параметрів може використовуватися метод кінцевих елементів [3]. При використанні методу МКЕ при всякій зміні конструкції шпindelного вузла необхідно складати нову кінцево-елементну модель, тоді як при використанні пропонованого методу лише вводяться, виключаються або змінюються параметри, що виконуються оперативно.. Таким чином, пропонований метод розрахунку дозволяє створити фізично обґрунтовану модель шпindelного вузла і не заперечує вже існуючі методи. При цьому він мобільний і простий у використанні, дає наочну диференційовану картину формування лінійних і кутових зміщень шпindelя, жорсткості і інших параметрів необхідних для оптимізації конструкції шпindelних вузлів.

*Перелік посилань:*

1. Чернянський П.М. Жесткость металлорежущих станков. Учебное пособие. изд. МВТУ М.: 1969 г.
2. Чернянський П.М., Краснов И.Д. Оптимальные параметры шпindelных узлов с учетом нелинейной жесткости опор. Известия вузов. «Машиностроение», 1982г., №2, с. 123-127.
3. Левина З.М., Зверев И.А. Расчет статических и динамических характеристик шпindelных узлов методом конечных элементов. Станки и инструмент., 1986г., №10\_\_

УДК 621.833

Гунька А. – ст. гр. МВМ – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИТИСКНОЇ ПЛАНКИ СПЕЦІАЛЬНОГО ТОКАРНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

В теперішній час широке поширення в розрахунковій практиці одержали чисельні методи. Застосування цих методів особливо ефективно для конструкцій зі складною геометрією елементів, з розривами фізико-механічних властивостей матеріалу, при складних граничних умовах.

Одним із найбільш поширених чисельних методів є метод кінцевих елементів (МКЕ), що припускає явну апроксимацію рішення на малих підобластях – кінцевих елементах. Для інтерполяції застосовуються координатні функції, що мають різний порядок.

Також відбулися суттєві зміни на ринку програмних продуктів. Програмні модулі для дослідження напружено-деформованого стану (НДС) об'єктів моделювання все частіше інтегрують у власне продукт для створення таких моделей, наприклад КОМПАС – 3D V13. Такий підхід дозволяє суттєво скоротити часові затрати на передачу даних із одного програмного продукту до іншого, усунути можливість виникнення несумісності версій програмних продуктів, реалізовувати типові, характерні лише для даного програмного продукту, операції керування об'єктом дослідження. Твердотільна модель притискної планки розроблена у програмному середовищі САПР КОМПАС – 3D V13, яке включає внутрішню бібліотеку інтерактивної дії для дослідження напружено-деформованого стану твердотільної моделі.

За результатами проведених досліджень встановлено:

При обраній схемі закріплення деталі та її навантаження найбільші сумарні напруження знаходяться в межах 110-134 МПа.

Переміщення фіксуючої частини пластини не перевищує 0.045 мм, а відповідно всі елементи на розглядуваній довжині деталі перебувають в області пружних деформацій.

У нижній частині проходить стиск матеріалу деталі і таке зміщення знаходиться у межах  $1.3 - 2.1 \times 10^{-4}$  мм.

У верхній частині деталі спостерігається незначний розтяг матеріалу деталі і таке зміщення знаходиться у межах  $1.1 - 1.9 \times 10^{-4}$  мм.

Найбільш напруженою ділянкою є зона затиску планки притискною гайкою і величина цих напружень 35 – 40 МПа, що у 3–4 рази менше за гранично допустимі напруження розтягу для цього матеріалу  $\sigma_p \leq [\sigma_p] = 120 \dots 135$  МПа.

Діапазон частот обертання шпинделя верстата 25 – 2500 об/хв. (max 261,667 рад/с) не призведе до виникнення резонансних коливань у тілі притискної пластини.

Література:

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике – М.: Мир, 1975. – 541 с.
2. Колтунов М.А. Прикладная механика деформируемого твердого тела/ Колтунов М.А. Кравчук А.С., Майборода В.П. – М.: Высшая школа, 1983. - 349 с.
3. Завьялов Ю.С. Методы сплайн-функций/ Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. – М.: Наука, 1980. - 352 с.

УДК 621.867

Гурик О. – ст. гр. КАМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СЕКЦІЙНОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

Науковий керівник: к.т.н. Ляшук О.Л.

Гвинтові робочі органи мають використання у різних галузях народного господарства для змішування, транспортування і необхідного переміщення сільськогосподарських продуктів, будівельних матеріалів, харчових та фармацевтичних продуктів, металевої стружки тощо. При виконанні технологічних процесів гвинтовими транспортно-технологічними механізмами машин не завжди досягається необхідна продуктивність і часто виникають перевантаження, що призводять до значних деформацій і поломок елементів цих машин. Тому, для забезпечення високої продуктивності та якості виконання технологічних процесів гвинтовими транспортно-технологічними механізмами машин, необхідно використовувати у їх конструкціях ефективні гвинтові робочі органи.

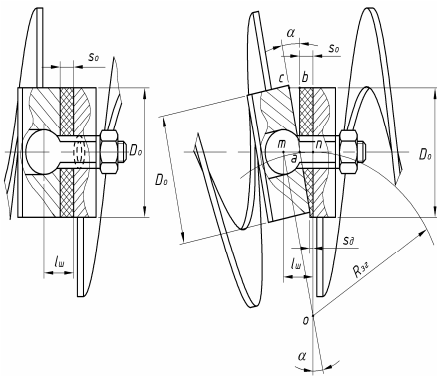


Рисунок 1. Розрахункова схема для визначення мінімального радіуса згину транспортера з гвинтовими секційними робочими елементами

Оскільки експлуатаційні характеристики будь-якого гнучкого робочого органу транспортера визначаються його радіусом згину (рис.1) то даний параметр визначає також і рівень технологічності такого транспортуючого органу. Проте залишається невідомим такий важливий параметр, як кут  $\alpha$  згину секцій. Для встановлення даного параметра, а також залежності радіуса згину гнучкого гвинтового робочого органу транспортера від інших конструктивних параметрів звернемось до розрахункової схеми представленої на рис. 1. Величина згину гвинтового робочого елемента, за умови абсолютної жорсткості по відповідних лінійних розмірах, є рівною його загальній лінійній довжині. Згідно розрахункової схеми співвідношення між довжиною згину і радіусом гвинтового елемента  $l_{зг} = \frac{2\alpha \cdot \pi R_{зг}}{180^\circ}$ . Радіус згину можна виразити через відстань між кінцями вигнутого робочого органу пристрою параметром  $L$ . Згідно розрахункової схеми радіус вигину рівний

$$R_{зг} = \frac{L}{2 \cdot \sin \alpha}, \quad (1)$$

де  $L$  – лінійна відстань між кінцями гвинтового елемента;  $\alpha$  – кут згину кут згину секцій гвинтового елемента.

У випадку двох траєкторій вигину  $R_{зг.p} = \frac{L \cdot \sin \alpha}{4 \cdot \cos \alpha} = 0,25 \cdot L \cdot \operatorname{tg} \alpha$ , а відповідно довжина вигину (лінійна довжина робочого гвинтового елемента)

$l_{зг} = 0,5L \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \pi \cdot 2\alpha$ . Так для встановлення аналітичних залежностей для розрахунку кута згину секцій одна відносно другої розглянемо  $\Delta abc$  згідно якого  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{cb}{ab} = \frac{s_0 - s_d}{0,5D_o}$ , де  $s_0$  – початкова товщина пружного елемента;  $s_d$  – товщина деформованого пружного елемента внаслідок зміщення;  $D_o$  – зовнішній діаметр оправки.

УДК 531.374

Дмитерко К. - ст.гр. МТмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ ПОДАЧІ ПРИ ВРІЗНОМУ КРУГЛОМУ ШЛІФУВАННІ**

Науковий керівник : к.т.н., доц. Паньків М.Р.

Шліфування – процес різання, який виконується зернами абразивного, алмазного чи ельборового матеріалу, закріпленого у зв'язці, що забезпечує певну форму інструменту. Завдяки великій твердості абразиву шліфуванням можна обробляти практично будь-які матеріали.

У якості абразивного матеріалу в основному використовують електрокорунд білий (марки 25А, 24А, 23А, 22А), електрокорунд хромистий (марки 34А, 33А, 32А), карбід кремнію зелений (марки 64С, 63С, 62С) і карбід кремнію чорний (марки 55С, 54С, 53С, 52С). Шліфування синтетичними алмазами у роботі не розглядається. Рекомендується для шліфування легованих і конструкційних сталей застосовувати електрокорунд білий, для шліфування з підвищеним припуском електрокорунд хромистий, для шліфування чавунів карбід кремнію зелений і чорний. У якості зв'язки використовують в основному керамічну (К), бакелітову (Б) і вулканітову (В), які розрізняються за твердістю: м'яка (М1, М2, М3), середньої м'якості (СМ1, СМ2), середня (С1, С2), середньої твердості (СТ1, СТ2, СТ3) і тверді (Т1, Т2). Абразивні зерна розділяють за розмірами, що визначають зернистість у мкм (5, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 і більше).

Операції шліфування застосовують переважно як фінішні, тому до них пред'являють високі умови щодо забезпечення необхідної якості поверхневого шару деталей, що визначатиме їхні експлуатаційні властивості. Процес шліфування, на відміну від процесів лезового оброблення, має деякі характерні особливості, серед яких можна виділити наступні:

Різання здійснюється великою кількістю зазвичай хаотично розташованих абразивних зерен, які мають форму багатогранників довільної форми з радіусом округлення вершин 8..20мкм. З урахуванням такої особливості різання відбувається переважно з від'ємними передніми кутами.

Абразивний інструмент може працювати у режимі затуплення і самозагострення. Затуплення пов'язане зі зношуванням абразивних зерен, залишками стружки, шламу у проміжках між зернами. Самозагострення обумовлене випадінням або сколюванням абразивних зерен. Режим затуплення не викликає зміну розміру інструменту, режим сомозагострення змінює форму і розмір інструменту.

Врізне шліфування виконується за наступною схемою Заготовка встановлена у центрах круглошліфувального верстату і їй передається рух обертання з частотою  $n_z$ . Діаметр  $D_z$  заготовки шліфується на ширині  $B$  шліфувальним кругом 2 діаметром  $D_k$ , що обертається з частотою  $n_k$  і якому передається рух поперечної врізної подачі  $S_v$  і у деяких випадках осцилюючий рух зі швидкістю  $S_o$ .

Зміна діаметру заготовки при всіх інших незмінних параметрах викликає зміну колової складової сили різання через зміну довжини лінії контакту шліфувального круга з заготовкою. Причому в зазначених діапазонах і вихідних даних колова складова сили різання змінюється більше, ніж довжина лінії контакту, що свідчить про нелінійність процесу різання.

УДК 621.9

Дрогальцев В.- ст. гр. МВ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ КОНТУРНОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Луців І.В.

Точність та продуктивність технологічного обладнання визначають ефективність машинобудівного виробництва та якість продукції, при цьому точність геометричної форми оброблених деталей у виробничих умовах, продуктивність обробки залежать від динамічних якостей верстата, застосованого інструмента, особливостей заготовок, режимів різання.

У технологічних процесах обробки металів різанням процес фрезерування складає до 15% від усієї кількості операцій металообробки. Зараз при розробці технологічних процесів вибір режимів різання на підприємстві здійснюється із застосуванням емпіричних залежностей. Не враховуючи явні переваги, які пов'язані з простотою розрахунку, ці залежності не відображають у повному обсязі сутність фізичних процесів, які відбуваються у зоні різання. Для активного керування точністю готових виробів необхідна інформація про вплив різних факторів на параметри деталі в процесі виконання технологічного циклу.

Контурне фрезерування являє собою обробку поверхонь по контуру. Особливу актуальність набувають процеси формоутворення контурних поверхонь на верстатах з ЧПУ кінцевими фрезами. Для циліндричних та кінцевих фрез визначають основні геометричні параметри, серед яких діаметр  $D_f$  фрези і кут  $\beta$  нахилу гвинтової канавки. На режим різання впливають кількість  $z$  зубців і ширина  $B$  фрезерування. Зуб фрези у нормальному перетині утворює різальний клин, який характеризується, як звичайно, переднім та заднім кутами. Виходячи з того, що всі силові характеристики процесу фрезерування залежать, крім режиму різання, матеріалу заготовки та інших умов фрезерування, від шару припуску, що вривається зубом фрези, для визначення відповідної математичної моделі перш за все розглядають кінематичну схему фрезерування.

Метою досліджень є підвищення точності контурного фрезерування на верстатах з ЧПК шляхом компенсації пружних деформацій на основі корекції взаємного розташування різального інструмента та оброблюваної заготовки.

Для досягнення цієї мети виконано аналіз існуючих методів забезпечення точності виготовлення деталей та розроблено спосіб моделювання жорсткості елементів технологічної системи металорізального верстата. При цьому обґрунтовано і підтверджено можливість підвищення точності при контурному фрезеруванні.

Щоб забезпечити необхідний ефект розроблено математичну модель еталонної моделі пружних переміщень верстата та інструмента, а також розроблено спосіб управління пружними переміщеннями верстата шляхом застосування еталонної моделі. Для досягнення мети досліджень виконано параметризацію елементів похибок, які здійснені нестабільністю пружних переміщень верстата та інструмента в різних точках координат еквідистантно. Таким чином новий підхід до проектування технологічних процесів контурного фрезерування на верстатах з ЧПК полягає у введенні в управляючу програму корекції пружних переміщень технологічної системи із застосування еталонної моделі.

УДК 621.91.01

Дячук Д. –ст. гр. КАМ-51, Шост Т. –ст. гр. КАМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ ЗМІНИ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ БАГАТОЛЕЗОВІЙ ОБРОБЦІ АДАПТИВНОГО ТИПУ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Луців І.В.

Якість поверхні деталей машин визначається параметрами характеристик шорсткості і хвилястості, фізико-механічних та хімічних властивостей і мікроструктури поверхневого шару. Процес виникнення нерівностей внаслідок геометричних причин слід трактувати як копіювання на оброблюваній поверхні траєкторій руху форми різання лез.

Процес багатолезової обробки дозволяє досить помітно підвищити якість обробленої поверхні [1]. Стійкість інструменту є вищою в порівнянні з традиційними способами лезової обробки, що сприятливо позначається на його розмірній стійкості. Ця обставина збільшує точність геометричної форми, особливо при обробці деталей великої довжини. Низька температура в зоні різання (нижче на 300 - 400 °С в порівнянні іншими способами лезової обробки), при високій стійкості, дозволяє в 3 - 4 рази збільшити швидкість обробки, завдяки чому шорсткість обробленої поверхні істотно знижується, при збереженні високої продуктивності. Прогресивний принцип багатолезовим дозволяє передбачити в конструкції інструмента чорнові, чистові і калібруючі (при необхідності вигладжуючі) ріжучі кромки, що сприяє отриманню якісної обробленої поверхні за один прохід необробленої (чорнової) поверхні і є особливо важливими для обробки пластмас і полімерних матеріалів.

Максимальна очікувана величина зміни подач різців, що викликає збільшення шорсткості:

$$\Delta s_n = \sum_{f=1}^j (s_{ao})_f,$$

де  $f$  – порядковий номер піку подачі ( $f=1..j$ )

Задаючись лише трикутними симетричними імпульсами отримаємо:

$$\Delta s_n = \frac{1}{T} \sum_{f=1}^j A_f \cdot T_{of}.$$

Оскільки:  $\sum_{f=1}^j T_{of} \approx T$ , і задаючись  $A_f = A_{f \max}$ , маємо  $\Delta s_n = A_{f \max}$ , тобто

зміну  $\Delta s_n$  можна регламентувати максимальним піком.

Для багатолезової обробки для оцінки шорсткості доцільно було б використовувати значення зміни подач  $\Delta s_{n \max} \rightarrow 2A_{f \max}$ .

Отже, можна отримати залежність

$$(R_{z\Sigma})_{\Pi} = \frac{s}{4m} \cdot \left( \frac{s}{2n} + A_{f \max} \right).$$

Наведені формули переконливо показують значне зменшення геометричних мікронерівностей при багатолезовій адаптивній обробці порівняно із однорізцевою (однолезовою).

Література

1. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ Упоряд. Кузнецов Ю.М. – К.: Тернопіль: терно-граф, 2011. – 692 с.

УДК 621.

Карпишин С. – ст. гр. МВ-51, Коваль М. – ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИСОКООБОРОТНІ ШПИНДЕЛЬНІ ВУЗЛИ МЕТАЛООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ЇХ ДОВГОВІЧНІСТЬ**

Науковий керівник: ст. викладач Дубецький І.Д.

В сучасних верстатах широко використовуються високооборотні шпindelльні вузли. Завдяки новим інструментальним матеріалам швидкість обертів шпindelльних вузлів досягає 80-100 тисяч обертів в хвилину.

Високооборотні шпindelльні вузли використовують двох типів: пневмошпindelлі і електрошпindelлі. За типом використаних опор шпindelлі ділять на шпindelлі на аеростатичних, гідростатичних і опорах кочення. Тип використовуваних опор залежить від необхідної жорсткості і вібростійкості, частоти й точності обертання, а також потужності обробки.

Пневмошпindelлі використовують у верстатах викінченої групи і виготовляються на аеростатичних опорах. Пневмошпindelлі повинні оснащуватися глушниками шуму; повітря для живлення турбін і опор проходить ретельну очистку від пилу, мастила і вологи в спеціальній станції живлення. Для них характерно також компактність, безпечність і зручність обслуговування, надійне охолодження опор повітрям, яке продувається через турбіну, добре змащення підшипників мастильним туманом, якщо шпindelль виконаний на опорах кочення. Разом з тим найбільшими недоліками пневмошпindelлів є низька жорсткість і можливість контакту опорних поверхонь вала і самих опор при неправильній експлуатації.

В основі конструктивного виконання електрошпindelлів лежить трифазний електродвигун, статор якого встановлюється в корпусі, що має порожнину для проходу охолоджувальної рідини. Ротор напресовується на вал-шпindelль, який розміщується на опорах кочення, здебільшого з автоматичною підколodкою натягу. Опори кочення добре змащуються завдяки використанню спеціальних методів змащення.

Один із недоліків опор кочення їх обмежений термін служби при великому його розсіюванні. Довговічність високошвидкісних кульково-роликкових підшипників різко знижується. На зменшення терміну служби підшипників кочення впливає багато різних факторів. При визначенні довговічності  $L$  не можна нехтувати дією на тіло кочення відцентрової сили  $F$ , яка розвивається кульками при орбітальному русі, а також вплив гігроскопічних моментів на початкові кути контакту кульок з доріжками кочення. Кут контакту кульки з внутрішньою дорожкою кочення збільшується, а з доріжкою зовнішнього кільця зменшується. Зміна кутів контакту тим більша, чим більша частота обертання ротора електрошпindelля, номінальний кут контакту і розвал дорожок кочення. Ця зміна кутів контакту знижує довговічність підшипника. Також відбувається зниження динамічної вантажопідйомності  $C$  одного і того ж підшипника, а також змінюється еквівалентне навантаження  $Q$ , так як ряд параметрів залежить від кутів контакту.

На довговічність високооборотних шпindelлів впливає і величина радіального зазору, тому до високооборотних шпindelлів при перевірці точності ставляться підвищені вимоги до радіального биття базової поверхні.



УДК 621.91.05

Коваль В.– ст. гр. МВм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛООБРОБНОМУ ОБЛАДНАННІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лещук Р.Я.

Для здійснення технологічної операції необхідно здійснити налагодження верстата, тобто зробити підготовку металообробного обладнання і технологічного оснащення для забезпечення при обробці необхідної точності.

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва необхідна точність досягається методом спробних проходів і промірів. У багатосерійному і масовому виробництвах необхідна точність досягається методами автоматичного отримання розмірів на верстатах, налагоджених на розмір.

Наявність і формування похибки обробки деталей на металорізальних верстатах визначаються наступними факторами: 1) недостатня жорсткість верстата; 2) коливання сили різання через нерівномірність твердості заготовки і припусків на обробку; 3) неточність верстатів; 4) похибки керуючих програм (для верстатів із ЧПК, найбільш істотні – похибки апроксимації); 5) похибки установки (базування і закріплення) заготовки на верстаті; 6) похибки настроювання інструмента і верстата на розмір; 7) похибки обробки, викликані неточністю інструмента і його зношенням; 8) теплові деформації; 9) помилки робітників тощо.

Для всіх цих факторів, що впливають на точність обробки, приводить до виникнення сумарної похибки обробки.

У відповідності до розрахунково – аналітичного методу визначення точності обробки елементарні похибки  $\delta_i$  визначаються дією кожного з приведених вище факторів, і приймаються практично незалежними один від одного.

Сучасні прилади для настроювання інструментів на розмір мають високу дозволяючу здатність, однак, якою високою не була б точність виконання приладу, інструмент завжди буде настроюватись з деякими відхиленнями. Вони складаються з похибок самого приладу ( $\delta_1 - \delta_5$ ) і похибок установки на верстаті настроєного на розмір інструмента ( $\delta_6 - \delta_8$ ), а саме:  $\delta_1$  - похибка шкал приладу;  $\delta_2$  - похибка відліку розміру по шкалах;  $\delta_3$  - неточність суміщення вершини інструмента з перехрестям екрана проектора;  $\delta_4$  - несуміщення початків відліку шкал і пристрою для кріплення інструмента;  $\delta_5$  - похибка від неточності кутового розташування на приладі пристрою для кріплення інструмента;  $\delta_6$  - розбіжність нуля відліку координат інструмента з теоретичним положенням через неточність розташування поверхонь, що базують інструмент на верстаті;  $\delta_7$  - похибка від неправильного кутового розташування на верстаті поверхонь, що базують;  $\delta_8$  - похибка у зв'язку з деформаціями елементів, що кріплять інструмент.

У технологічних довідниках наведені середньостатистичні дані по точності обробки деталі на верстатах. Усі вони отримані статистичними методами на основі обробки результатів експериментів. Основний недолік визначення точності обробки по середньостатистичним даним полягає в тому, що при цьому неможливо врахувати індивідуальні особливості конкретних верстатів. Верстати навіть однієї моделі відрізняються один від одного по точності різним зношенням, різною точністю складання і т.д. В ідеальному випадку необхідно мати дані по точності кожного верстата, причому ці дані повинні періодично оновлюватись. Тобто потрібні реальні математичні моделі, що представляють точність обробки деталей на верстатах, враховуючі динамічні процеси, що проходять у конкретній технологічній системі.

УДК 621. 833. 65

Ковальчук Р. – ст. гр. ПТ-31

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **МУФТА ІНЕРЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВА ПРУЖНА**

Наукові керівники: к.т.н., доцент Стрілець В.М. і асистент Стрілець О.Р.

Муфти є достатньо відповідальними механічними пристроями у приводах машин, що часто визначають їх надійність і довговічність. Призначення муфт – з'єднувати вали і передавати обертальні моменти. Крім цього, муфти пружні гасять динамічні навантаження – амортизують і компенсують вібрації, поштовхи та удари, що виникають під час експлуатації механічних приводів.

Основним недоліком відомої відцентрової пружної канатної муфти (патент України на винахід № 97295) є її низькі технічні характеристики і низька демпфуюча та компенсуюча здатність через наявність зведеного динамічного моменту інерції і зведеного моменту сил опору.

Нами розроблена інерційно-відцентрова пружна муфта (патент України на корисну модель №76586) яка складається з ведучої чашоподібної півмуфти з жорстко встановленими виступами у вигляді пальців з радіальними отворами, розміщеної на ведучому валу за допомогою, наприклад, несамогальмівної різьби, витки якої направлені в сторону обертання ведучого вала і підпружиненої пружиною через упорний підшипник в напрямку від веденої півмуфти, встановленої на веденому валу. У веденій півмуфті радіально встановлені канати і одним кінцем закріплені в радіальних отворах за допомогою гвинтів, а другим кінцем канати, встановлені в радіальні отвори рухомих вантажів і закріплені гвинтами. Рухомі вантажі встановлені з можливістю поступально-обертального руху у ведучій чашоподібній півмуфті 1 за допомогою, наприклад, косих шліців або несамогальмівної різьби. При з'єднанні веденої півмуфти з вантажами канати проходять через радіальні отвори виступів у вигляді пальців.

Муфта інерційно-відцентрова пружна працює так. В початковий момент обертання ведучого вала, ведуча півмуфта під дією сили, що виникає від інертності її маси, зміщується на різьбі в сторону веденої півмуфти, при цьому, пальцями натягуються канати і змінюється їх жорсткість. Крім натягування канатів в осьовому напрямку, вони додатково натягуються в напрямку обертання ведучого вала. Такий процес з послідовною деформацією канатів забезпечує плавну передачу обертального моменту від ведучого вала на ведений вал. При усталеному режимі роботи машини і вирівнюванні обертів ведучого та веденого валів, рухомі вантажі під дією відцентрових сил переміщуються в ведучій півмуфті за допомогою, наприклад, косих шліців або несамогальмівної різьби, виконуючи поступально-обертальний рух, натягують канати в радіальному напрямку і закручуючи їх, що в свою чергу збільшує їх жорсткість. Тоді ведуча півмуфта, під дією сил пружності канатів через пальці і пружину повертається в початкове положення. Муфта повністю переходить в робочий режим усталеного руху і працює як пружна, забезпечуючи при цьому за рахунок пружності та гнучкості канатів демпфування коливань та амортизацію поштовхів та ударів.

Запропонована муфта інерційно-відцентрова пружна забезпечує плавну передачу обертального моменту в період пуску машини, або неусталеного режиму її роботи і покращує демпфуючі та компенсуючі характеристики за рахунок відповідної жорсткості пружних елементів та використання інерційності мас ведучої півмуфти.

УДК 621.326

Колівошко В.– ст. гр. ТОА-414п

Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, місто Тернопіль

## **РОЗРОБКА СТЕНДУ І ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ДВИГУНА ВАЗ-2106 З МОЖЛИВІСТЮ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ**

Науковий керівник: викладач ТК ТНТУ ім.І.Пулюя - Іванюра І.Т.

Пропонований до уваги стенд розробляється в комплексному дипломному проекті студентами Технічного коледжу ТНТУ ім.І.Пулюя міста Тернополя групи ТОА-414п Колівошко Володимиром Михайловичом та Луцишин Павлом Володимировичом.

Прототипом стенду являється пристрій КИ-1575 (УСИН) для випробовування оливних насосів і фільтрів (рис.1).

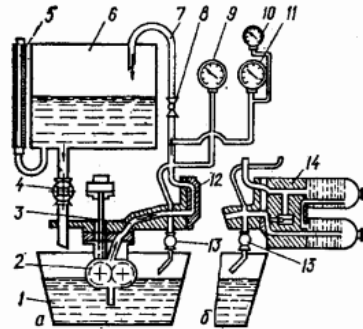


Рисунок 1 – Схема пристрою КИ-1575 (УСИН) для випробування оливних насосів(а) і фільтрів(б):

1 – нижній (забірний) бак; 2 – шестеренний оливний випробувальний насос; 3 – кронштейн для установки; 4 – кран; 5 – мірна скляна трубка; 6 – верхній мірний бак; 7 – труба; 8 – вентиль для регулювання тиску в магістралі; 9 – манометр для вимірювання тиску перед фільтром; 10 – випробувальний манометр; 11 – манометр для вимірювання тиску після фільтру; 12 – заглушка; 13 – дросельний клапан для регулювання тиску перед фільтром; 14 – випробувальний фільтр

Додатково у верхній мірний бак (6) вмонтовується електронагрівач оливи і під'єднуються проміжні магістральні манометри, термометри і хронометри. Для можливості вимірювання кінематичної в'язкості робочої оливи в залежності від її температури в магістраль пристрою додається незалежний замкнутий контур з термометром, хронометром та віскозиметром ВЖ-4 із забезпеченням зворотнього відводу оливи в нижній забірний бак (1).

Корисність проєктованого стенду полягає в можливості проводити на ньому навчально-дослідницьку роботу з студентами з таких дисциплін як «Автомобілі», «Автомобільні експлуатаційні матеріали», «Гідравліка» та інші.

УДК 621.867.4

Лесик Б. – ст. гр. МВМ-51,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗТОЧУВАННЯ МАЛОЖОРСТКИХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Лещук Р.Я.

Процес розточування внутрішньої поверхні (базової) маложорсткої або нежорсткої заготовки характеризується перервним точінням із значними динамічними навантаженнями, які виникають у елементах конструкції верстату, різцетримача, інструменту (різця) та оброблюваної деталі (нежорсткої деталі). Наявність вказаних навантажень значно погіршує процес оброблення, якість та точність внутрішньої поверхні, негативно впливає на стійкість інструменту.

Для запису математичної моделі процесу розточування необхідно задати такі припущення:

- деформації системи вважаємо пружними, а зведені жорсткості елементів – лінійними;
- зусилля різання в тангенційному та радіальному напрямках вважаємо прямопропорційними глибини різання;
- швидкість обертання пристрою для закріплення нежорсткої деталі вважаємо постійною;
- деформацією згину пристрою для закріплення нежорсткої заготовки нехтуємо;
- демпфуванням у системі нехтуємо внаслідок короткочасності ударного процесу різання;
- на ділянках врізання інструменту та його виходу глибина різання лінійно змінюється.

Розроблена система диференціальних рівнянь описує процес перервного розточування нежорстких заготовок, рух окремих складових системи та динамічні зусилля, які при цьому виникають. Для її розв'язку необхідно задати початкові умови. Очевидно, що перед початком різання (до контакту різця з тілом нежорсткої деталі) різцетримач знаходиться у вільному стані, тому його координати нульові, так само як і відповідні швидкості. Координату нежорсткої заготовки зручно відраховувати від моменту контакту, тому її початкове значення також є нульовим, а швидкість у цей момент дорівнює швидкості обертання пристрою для закріплення нежорсткої заготовки (швидкості різання).

Розв'язок системи рівнянь можна здійснити аналітичним методом, розділивши процес обчислень на окремі етапи, на кожному з яких характеристики системи незмінні, та контролюючи зміну структурного стану системи із зміною глибини різання, кожен раз розв'язуючи одержану систему рівнянь з новими початковими умовами.

Для практичного аналізу зручно застосувати стандартний чисельний метод інтегрування системи диференціальних рівнянь, наприклад, метод Рунге – Кутта. Для цього систему необхідно звести до системи диференціальних рівнянь першого порядку, виконавши очевидні перетворення для заміни змінних.

Аналіз результатів показує, що динамічні зусилля у пружних елементах різцетримача не мають таких різких коливних навантажень за рахунок значної інерційності його маси, хоча максимальні навантаження приблизно відповідають максимальним силам різання. Тангенційні зусилля спочатку різко збільшуються, а потім так само різко зменшуються. Динамічні зусилля обернено протилежно зміні тангенційних зусиль.

УДК 621.326

Липна В.Б., Малецька І.Б - ст.гр.КТм-51

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕТАЛОРИЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ НА БАЗІ ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ РІЗАННЯ**

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

Однією із основних і найбільш інформативних діагностичних ознак стану металорізального інструменту та контролю процесу механічної обробки, яка широко використовується для адаптивного керування, залишається сила різання. Існуючі на даний момент технічні можливості та інформаційні технології дозволяють дослідження сили різання перевести на якісно новий рівень, отримати нові дані для практичного використання при проектуванні металорізального обладнання та інструменту.

При вимірюванні сили різання користуються проекціями вектора сили на осі координат. Сила різання є вихідною величиною при визначенні похибок обробки, пов'язаних із деформаціями заготовки, інструменту і відповідних вузлів верстату.

Аналіз затрат на операціях механічної обробки показує, що впровадження системи автоматичного контролю стану різального інструменту забезпечує їх зниження до 40%. В процесі обробки різальний інструмент зношується, в результаті чого змінюється його геометрія. При збільшенні зносу різального інструменту будуть змінюватись і окремі складові сили різання і, відповідно, буде змінюватись навантаження на різальному інструменті.

Зношування інструмента відбувається в процесі різання внаслідок дії ряду факторів в зоні контакту різального інструмента з оброблюваною деталлю і з стружкою. Розрізняють наступні види зношування — абразивний, адгезійний, окислювальний, крихке і пластичне руйнування.

Метод пружної деформації приймає за міру сили різання викликану нею величину пружної, а не пластичної деформації. Оскільки сила визначається не шляхом порівняння з іншою силою, а за викликаним нею побічним наслідком — пружною деформацією, то принципово метод пружної деформації залишається менш точним ніж метод врівноважування. Але цей недолік проявляє себе тільки тоді, як порушується лінійність зв'язку між силою і деформацією. Це явище спостерігається при високих частотах коливання сили різання, та низькій жорсткості пружної ланки динамометра, коли деформація стає функцією не тільки сили, але й частоти її зміни. Ці особливості повинні враховуватись при розробці конкретних вимірювальних систем.

Розроблена функціональна схема системи контролю металорізального обладнання на базі 4-х компонентного силового давача УДМ-600, який забезпечує перетворення миттєвих значень сил різання і крутного моменту в діапазоні від 0 до 500 Гц з похибкою не більше 10%. Система виконана у вигляді мікропроцесорної обчислювальної системи, в якій аналогова частина забезпечує прийом аналогових сигналів на кожному з 4-х каналів, приведення їх до нормалізованого виду і ввід в АЦП, а подальша обробка проводиться в цифровому вигляді.

Розроблена структурна і принципова електричні схеми блоку спряження. За рахунок наявних в кожному каналі схем вибірки і зберігання захоплення сигналів відбувається у всіх вимірювальних каналах одночасно і режим зберігання продовжується до завершення певного вимірювального циклу, який включає в себе перетворення значення напруги в цифрову форму по всіх підключених каналах.

УДК 621.9

Мацьковський В., ст. гр. МВ-42, Грушицький О., ст. гр. МК-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗСИЮВАННЯ ПОДАЧ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ В МЕЖАХ ОДНОГО ОБЕРТУ

Наукові керівники: к.т.н., проф. Кривий П.Д., асист. Крупа В.В.

Проаналізовано роботи в області дослідження стохастичності подач на токарно-гвинторізних верстатах (ТГВ), в яких відзначено, що подача на ТГВ підчиняється усиченому нормальному закону розподілу [1]. Враховуючи те, що під час роботи інструменту виникають як власні так і вимушені коливання – розсіювання подач в межах одного оберту може мати на них значний вплив і такі дослідження є актуальними і безперечно мають як наукову так і практичну цінність.

Дослідження проводились на ТГВ підвищеної точності моделі 1604П. Методика визначення значень подач в межах одного оберту пояснюється на рис. 1а і суть її полягає у наступному. Включали механізм подач. Налагоджували верстат на подачу встановлену паспортом верстата  $s_1 = 0.1\text{мм/об}$ ,  $s_2 = 0.2\text{мм/об}$  та  $s_3 = 0.3\text{мм/об}$ . За допомогою вантажу 8, який підвішувався на тросі 6, і через блок 7, створювали силу  $P_x$ , щоб ліквідувати можливі зазори в зачепленнях елементів кінематичних ланцюгів. Провертаючи патрон на кут, що відповідав 24 градусам та за допомогою індикатора 4 годинникового типу з ціною поділки 1 мкм, який встановлювався на штативі 3 за допомогою магніту закріплювався до напрямних верстату, визначали переміщення супорта.

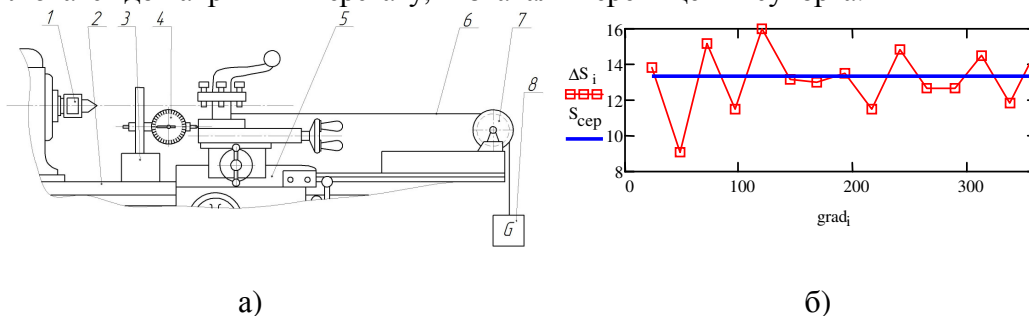


Рис. 1. Схема вимірювання подачі на верстаті:

1 – патрон, 2 – станина, 3 – штатив з магнітом, 4 – індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм, 5 – супорт, 6 – трос, 7 – блок, 8 – вантаж, а) та залежність середнього приросту переміщення супорта від кута повороту шпинделя при подачі  $s_2 = 0.2\text{мм/об}$  б) ——— теоретичний; □—□—□ - згідно експериментальних даних

Вимірювання здійснювали на 6 обертах для кожної з подач. За допомогою теорії малої вибірки знаходили середні значення, дисперсії розсіювання та середньоквадратичні відхиення, як абсолютних значень подач при певному куті повороту шпинделя так і їхніх приростів. Графік залежності середнього приросту подачі від кута повороту  $s_2 = 0.2\text{мм/об}$  зображено на рис. 1.б.

Використовуючи отримані дані можна встановлювати вплив стохастичності подачі на коливання системи ВПД, сили різання, висотні параметри шорсткості та ін.

1. Крупа В.В. Математичні моделі впливу стохастичності подач на шорсткість обробленої поверхні в імовірнісному аспекті / В.В. Крупа // Десятий міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові (Україна, м. Львів 25-27 травня 2011 р.): Праці.– Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2011. – С. 234-236.

УДК 531.374

Паньків В. - ст.гр. МК-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ**

Науковий керівник : к.т.н., доц. Паньків М.Р.

Модель - це представлення об'єкта, системи в деякій формі, відмінній від реального існування. Модель є засобом, що допомагає в поясненні, розумінні або удосконаленні системи.

Подібність моделі з об'єктом характеризується ступенем ізоморфізму. Для того щоб бути цілком ізоморфною, модель повинна задовольняти дві умови: по-перше, повинна існувати взаємно однозначна відповідність між елементами моделі й елементами, що представляють об'єкт; по-друге, повинні бути збережені точні співвідношення між елементами.

Більшість моделей лише гомоморфні, тобто подібні за формою. Причому є лише поверхнева подібність між різними групами елементів моделі й об'єкта. Гомоморфні моделі - результат спрощення й абстракції.

Для розробки гомоморфної моделі систему, звичайно, розбивають на більш дрібні частини, щоб легше було зробити необхідний аналіз. Але слід при цьому знайти складові частини, що не залежать у першому наближенні один від одного. З такого роду аналізом пов'язаний процес спрощення реальної системи.

Абстракція зосереджує в собі істотні риси поведінки об'єкта, але необов'язково в тій же формі і настільки детально, як в об'єкті. Більшість моделей - абстракція.

Після аналізу частин системи здійснюють їхній синтез, що повинно робитися дуже коректно, з обліком усіх їхніх взаємозв'язків. Основою успішної методики моделювання повинно бути ретельне відпрацювання моделі. Почавши з простої моделі, звичайно просуваються до більш досконалої її форми, яка відображає систему значно точніше. Між процесом модифікації моделі і процесом обробки даних є безперервна взаємодія.

Процес моделювання полягає в наступному: загальна задача дослідження системи розділяється на ряд більш простих; чітко формулюються цілі моделювання; підшукується аналогія; розглядається спеціальний чисельний приклад, що відповідає даній задачі; вибираються певні позначення; записуються очевидні співвідношення. Якщо отримана модель піддається математичному опису, її розширюють, у протилежному випадку - спрощують.

Ось чому побудова моделі не зводиться до одного базового варіанту. Увесь час виникають нові задачі з метою покращення відповідності моделі й об'єкта.

Найбільш загальні вимоги до моделі можуть бути сформульовані таким чином: модель повинна бути простою і зрозумілою користувачу, визначеною, модульованою, повною з погляду розв'язання головних завдань, адаптивною, що дозволяє легко переходити до інших модифікацій або оновлювати дані, дозволяти поступові зміни, тобто, будучи спочатку простою, вона може удосконалюватися до більш складної форми.

Ідея представлення системи за допомогою моделі носить настільки загальний характер, що дати повну класифікацію усіх функцій моделі важко. У техніці моделі служать як допоміжні засоби для створення нових або більш досконалих систем.

УДК

Пелех О.М. – ст. гр. КТМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ РОЗГОРТКИ ПРИ ЗГИНАННІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Микитишин А.Г.

Довжину розгортки визначають, вважаючи що довжини прямих ділянок деталі при згинанні залишаються незмінними, а у вигнутих ділянках знаходять довжину нейтрального шару. Радіус нейтрального шару:

$$R = r + Sx, \quad (1)$$

де  $r$  - внутрішній радіус згину в мм;  $S$  - товщина матеріалу в мм;  $x$  - величина, що залежить від відношення  $r/S$ .

Довжина розгортки (в мм) деталі дорівнює:

$$l_3 = \sum l + \sum \frac{\pi\alpha}{180^\circ} R, \quad (2)$$

де  $\sum l$  - сума прямих ділянок в мм;  $\alpha$  - кут згину в град;  $R$  - розрахунковий радіус нейтрального шару, що визначається за формулою (1).

Якщо в кресленні гнуття деталі задано однобічне розташування поля допуску, то для визначення довжини розгортки розрахунок ведуть по серединам полів допусків.

Розміри розгортки гнутих деталей, розраховані за формулою (2), слід уточнювати в тих випадках, коли за один хід утворюється кілька кутів, причому характер деформації істотно відрізняється від чистого згину, що спостерігається при згинанні складних деталей, а також у разі гнуття вушків, петель і т. п.

У табл. 1 приведені допоміжні формули для розрахунку довжини розгортки гнутих деталей при різних способах поданні розмірів на кресленні гнутої деталі і різних формах сполучень.

Таблиця 1. Допоміжні формули для розрахунку розгортки

Вихідні дані	Формули для розрахунку довжини розгортки, в мм
Розміри від центру закруглення вигнутого профілю	$l_3 = a + b + \frac{\pi\alpha}{180^\circ} (r + xS)$
Розміри від точки перетину продовження ліній зовнішнього контуру	$l_3 = a + b + \frac{\pi\alpha}{180^\circ} (r + xS) - \frac{2(r + S)}{\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}$
Розміри від дотичних до зовнішнього контуру	$l_3 = a + b + \frac{\pi\alpha}{180^\circ} * (r + xS) - 2(r + S)$

Завдяки виведеним формулам забезпечується правильний обрахунок довжини розгортки при згинанні, пришвидшує роботу конструкторів на виробництві і дозволяє якісно проаналізувати результат виконаної деталі після гнуття.



УДК 621.891

Петришин Ю., Недочуков О.-ст.гр СБ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МАСШТАБНИЙ ЧИННИК ПРИ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ**

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

Значна частина триботехнічних задач в даний час вирішується малоефективним, емпіричним шляхом, що призводить до великих матеріальних та енергетичних витрат, не враховуються параметри трибологічної надійності та довговічності машин, механізмів, ріжучих інструментів ще на етапі конструювання. Серед інших причин - це і відсутність комплексної методики дослідження, яка б включала в себе кінетичні критерії оцінки процесів в зоні фрикційного контакту при різанні металів, універсальні машини тертя, параметричні моделі дослідження. Важливу роль відіграє при цьому геометрія контактуючих поверхонь тертя (масштабний чинник), яка визначає значення коефіцієнта взаємного перекриття ( $K_{\text{вп}}$ ). Величина  $K_{\text{вп}}$  суттєво змінює швидкість процесів тертя та зношення при переході від точкового до лінійного контакту і нарешті до контакту по площині. В умовах тертя при різанні металів це призводить до зміни співвідношення швидкостей процесів утворення, трансформації та руйнування захисних вторинних структур (ВС). На обидві поверхні діють перемінні тиски, постійно змінюються площа контакту, шорсткість поверхні, умови теплопроводу, наростоутворення та мікротвердість, контактна температура, що призводить до різних інтенсивностей зношення робочих поверхонь різця. Аналізуючи вхідні параметри та умови різання (важконавантажені пари тертя), попередні експериментальні дослідження та дослідження інших авторів, вибрана наступна схема контакту пари тертя пальчиковий зразок - плоска торцева поверхня диска (контртіло). Положення зразка суттєво впливає на умови мащення та охолодження (характер подачі змащуючо-охолоджуючих рідин в робочу зону різання), що в свою чергу формує конкретні значення параметрів контактного електричного опору (КЕО)  $R$ , інтенсивності зношення  $I$ , коефіцієнта тертя  $\mu$ , температури  $T^{\circ}\text{C}$ . Враховуючи вище перелічене, запропоновано конструкцію трибометра для дослідження процесів в зоні фрикційного контакту при обробці металів різанням.

Побудована параметрична модель досліджуваних процесів. Запропоновані ідеї з реалізовані при вирішенні проблеми: прискореного припрацювання поверхонь тертя для одержання оптимальної експлуатаційної шорсткості. Наведені дані узагальнені для ряду різних матеріалів пар тертя, мастильних середовищ, вихідних значень шорсткості поверхні і характеристик вторинних структур, силових параметрів навантаження ( $P$ ,  $V$ ). Проведений цикл досліджень дозволив побудувати узагальнений графік залежності основних триботехнічних показників і структурного стану поверхонь тертя від значення  $K_{\text{вп}}$ . Дана схема дослідження дозволила шляхом фізичного моделювання процесів тертя та зношення, що має місце при різанні металів, значно зменшити трудоємкість експериментальних досліджень, а також дати фізичне обґрунтування зношенню ріжучих інструментів.

УДК 621.891

Петришин Ю.- ст. гр. СБ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ**

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

В сучасних машинах і механізмах використовуються різні по конструкції технології виготовлення і призначенню елементи, зносостійкість яких визначає трибологічну надійність важконавантажених пар тертя (ВПТ) в т.ч. і паливних систем. Не дивлячись на різноманітність конструктивних форм і функціональних особливостей ВПТ, спільними являються вимоги стабільності сил тертя, збереження розмірних параметрів (мінімальне зношування), оптимальні характеристики поверхневих шарів.

Деталі вузлів ВПТ працюють в умовах дії високих динамічних навантажень, реверсивного характеру руху, високих температур, абразивного середовища.

Дані умови роботи ставлять особливі вимоги до технологічних процесів виготовлення деталей, матеріалів і технічних вимог по параметрах точності і якості. Аналіз робочих поверхонь пар тертя виявив наступні види зносу: абразивний, механохімічний, корозійний, що дозволило нам запропонувати відповідні високопродуктивні технологічні методи підвищення надійності і довговічності деталей ВПТ.

Технологічні методи включають: методи зміцнюючої технології (збільшення твердості, зміна хімічного і фазового складу поверхневих шарів), примінення сучасних технологічних процесів для забезпечення вимог по точності виготовлення з відповідною шорсткістю робочих поверхонь. Технологічні методи забезпечують регулювання процесів активації і пасивації з одержанням вторинних структур (ВС) із заданими характеристиками поверхневої міцності. Обґрунтоване примінення технологічних методів дозволяє підвищити антифрикційність і зносостійкість, попередити схоплювання, абразивне зношування, підвищити зносостійкість при нормальному терті, а також керувати процесами припрацювання деталей вузлів тертя ВПТ.

Для вибору оптимальних технологічних методів для конкретних пар тертя проведено комплекс досліджень механохімічних процесів в зоні фрикційного контакту, в т.ч. специфіки утворення, трансформації та руйнування ВС. Дослідні взірці виготовлялись із сталі ШХ15 з наступними методами зміцнюючої технології: обробка глибоким холодом, хімічне травлення, хромування, комплексна хіміко-термічна обробка, конденсація з іонним бомбардуванням, лазерне зміцнювання. Шорсткість робочих поверхонь доводилася до  $Ya = 0,32\text{мкм}$ .

З позицій структурно-енергетичної теорії тертя та зношування проведено комплекс досліджень поверхневої міцності, структурної пристосовуваності матеріалів, механізмів руйнування ВС. В якості критеріїв вибору оптимальних технологічних методів в даній роботі використовувались: контролюючі параметри - момент тертя, температура, величина зносу, контактний електроопір поверхневих шарів; розрахункові параметри - коефіцієнт тертя, питома робота руйнування, енергоємність системи тертя. Для ідентифікації даних показників проведено дослідження структури поверхонь тертя, які працювали в режимі нормального тертя та зношування.

На основі одержаних даних розроблені схема управління поверхневою міцністю та практичні рекомендації по підвищенню трибологічної надійності ВПТ.

УДК 621.867

Постумент М. – ст. гр. КАМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ГНУЧКОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВИСІВОК

Науковий керівник: к.т.н. Золотий Р.З.

Гнучкі скребкові конвеєри широко використовуються у промисловості, коли необхідно транспортувати сипучі вантажі лінійному шляху. Проте на виробництві може виникати потреба транспортування вантажу по нелінійному шляху.

Метою роботи було дослідити параметри роботи гнучкого скребкового конвеєра при транспортуванні висівок при зміні напрямку транспортування на 180°.

В якості об'єкту дослідження використовували розроблений конвеєр, який приводився в рух асинхронним трифазним двигуном, потужністю 2,2 кВт, який регулювався перетворювачем частоти Altivar 71. Всі дослідні дані роботи конвеєра в навантаженому режимі записувались з допомогою програми PowerSuite на персональний комп'ютер. Параметри роботи приводу досліджували при частотах роботи приводу 20 Гц, 35 Гц, 50 Гц.

Усереднені результати проведених досліджень заносились в відповідні таблиці. При роботі транспортера досліджували такі параметри, як: витрачену потужність приводу, частоту обертання приводу, частоту обертання редуктора, момент на валу приводу, швидкість транспортування та продуктивність. Результати транспортування висівок при частоті приводу 20 Гц приведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Параметри роботи приводу при транспортуванні висівок (час – 20 хв, частота 20 Гц)					
Ротр, Вт	Частота, об/хв	частота ред, об/хв	Момент, Н*м	W, швидкість м/с	Q, продуктивність, кг/год
2244	584	8.76	14.9656	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.15267	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.18145	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.21023	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.21023	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.18145	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.18145	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.19584	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.18145	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.18145	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.16706	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.16706	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.16706	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.21023	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.22462	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.19584	0.0962724	557.1907633
2244	584	8.76	15.19584	0.0962724	557.1907633

В результаті проведених досліджень встановлено стабільність роботи транспортера в усіх режимах роботи та максимально продуктивність транспортування Q=3800 кг/год при частоты 50 Гц та коефіцієнти заповнення 0,8.

УДК 621.784.4

Савула Д.– ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФОРМУВАННЯ ЧАСТКОВО-РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ ПРЯМОЗУБИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАТИХ ЕВОЛЬВЕНТНИХ КОЛІС.**

Наукові керівники: к.т.н., доц. Кривий П.Д., ст. викл. Кобельник В.Р.

Проаналізовано технологічні процеси виготовлення зубчатих циліндричних коліс, а також процеси формування на їх робочих евольвентних поверхнях частково регулярних мікрорельєфів (ЧРМ) [1-4]. Здійснений обширний патентний пошук та аналіз конструкцій зубооброблювальних інструментів, особливо для викінчування зубів таких інструментів як шеверів. Відзначено, що процес формування регулярних мікрорельєфів на робочих поверхнях циліндричних евольвентних зубчатих коліс в науковій літературі висвітлений недостатньо. Встановлено, що існуючі методи формування ЧРМ на робочих поверхнях зубчатих [1] коліс відомим інструментом [2] мають суттєві недоліки. Основним недоліком є те, що в існуючому інструменті [2] для вібраційного обкочування деформуєчий елемент – кульки, не можуть бути розміщені так, щоб огинаючи їх поверхні, в площині перпендикулярній до осі отвору колеса, були евольвентною.

Запропоновано нові, науково-обґрунтовані конструктивні підходи щодо створення інструментів для формування ЧРМ на робочих поверхнях зубчатих коліс. Створені математичні моделі різних типів ЧРМ для відтворення їх на робочих поверхнях циліндричних зубчатих евольвентних коліс.

Розглянуті питання верстатного забезпечення технології створення ЧРМ вібраційним обкочуванням. Отримані залежності, які можуть бути використані при налагодженні верстатного обладнання, для отримання заданого виду ЧРМ.

Отримані попередні залежності для визначення елементів режиму вібраційного обкочування, а саме частоти осциляцій, частоти обертання оброблюваного колеса, величини амплітуди і значення моменту опору, визначеного з умови контактної міцності. Запропоновані конструктивні рішення нових видів інструментів для вібраційного обкочування прямозубих циліндричних евольвентних коліс.

Розглянуті передумови отримання залежності для визначення відносної площі віброобкочування. Запропоновані конструктивні рішення модернізації зубошевінгувального верстата моделі 5702 та широко універсального фрезерного верстата моделі 676 для практичної реалізації запропонованих технологічних процесів формування ЧРМ.

### *Перелік посилань:*

1. Рудник А.Г. Разработка и исследование процесса отделки зубчатых колес вибрационным накатыванием: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. спец 05.02.08 «Технология машиностроения»/ А.Г.Рудник, Ленинград, ЛОМИ, 1982 г.– 18 с.

2.Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. – 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение.1982г- 248 с.

3. Егоров М.Е. Технология машиностроения. 2-е изд., доп. – Москва.:Высшая школа, 1976 р – 534 с.

4. Овумян Г.Г. Справочник зубореза. – 2-е изд. перераб. и доп./ Г.Г. Овумян, Я.И. Адам. – М.: Машиностроение. 1983г. – 223 с.

УДК 621.867

Сало У. – ст. гр. КТМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГНУЧКОГО КАНАТНОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ПШЕНИЦІ**

Науковий керівник: к.т.н. Золотий Р.З.

Гнучкі канатні конвеєри знайшли широке використання в промисловості для транспортування сипучих матеріалів по нелінійному профілю. Вони володіють рядом суттєвих переваг в порівнянні з іншими видами транспортерів. Тому розробка гнучких конвеєрів є актуальною задачею на теперішній час.

Метою роботи було дослідити продуктивність гнучкого канатного конвеєра при транспортуванні пшениці при повороті транспортувальної труби на кут 180°.

В якості об'єкту дослідження використовували розроблений конвеєр, який приводився в рух асинхронним трифазним двигуном, потужністю 2,2 кВт, який регулювався перетворювачем частоти Altivar 71. Всі дослідні дані роботи конвеєра в навантаженому режимі записувались з допомогою програми PowerSuite на персональний комп'ютер.

Продуктивність конвеєра розраховували по формулі:

$$Q = 3600 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \cdot \rho \cdot K_c$$

де  $d$  – діаметр труби (м);  
 $v$  – швидкість конвеєра (м/с);  
 $\rho$  – густина (кг/м<sup>3</sup>);  
 $K_c$  – коефіцієнт заповнення.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що розроблена конструкція конвеєра забезпечує стабільну роботу приводу та високу ефективність транспортування пшениці. Продуктивність транспортування склала: для частоти роботи приводу 20 Гц – в середньому 570 кг/год, при частоті 35 Гц – в середньому 980 кг/год, при частоті 50 Гц – в середньому 1380 кг/год.

В усіх режимах роботи при різних частотах конвеєр показав стабільну роботу та відсутність заклинювання на протязі всього часу роботи (20 хв). Усі робочі параметри приводу, виміряні в програмі Power Suite відрізнялись від номінальних не більше ніж на 2-5%. Оскільки привід працював стабільно в усіх режимах роботи, можна зробити висновок, що для транспортування пшениці найбільш економічно використовувати частоту приводу 50 Гц.

УДК 621.867

Сеник М. – ст. гр. КТМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ГНУЧКОГО КАНАТНОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ГОРОХУ

Науковий керівник: к.т.н. Золотий Р.З.

Розробка гнучких канатних конвеєрів скребкового типу є актуальною задачею на теперішній час, оскільки забезпечує транспортування сипких матеріалів і в більшості випадків дозволяє замінити пневматичне транспортування, яке є більш енерго затратне.

Метою роботи було дослідити роботу гнучкого канатного скребкового конвеєра при транспортуванні гороху.

В якості об'єкту дослідження використовували розроблений конвеєр, який приводився в рух асинхронним трифазним двигуном, потужністю 2,2 кВт, який регулювався перетворювачем частоти Altivar 71. Всі дослідні дані роботи конвеєра в навантаженому режимі записувались з допомогою програми PowerSuite на персональний комп'ютер. Результати роботи конвеєра отримані при транспортуванні гороху приведені на рис 1.

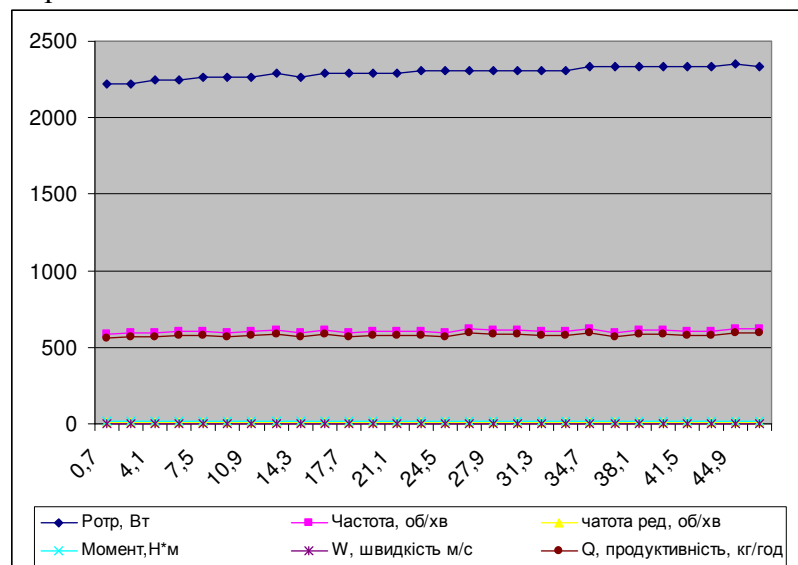


Рисунок 1. Параметри роботи приводу гнучкого конвеєра при транспортуванні гороху (частота 20 Гц).

Аналіз отриманих даних показав, що конструкція конвеєра забезпечує стабільне навантаження приводу при транспортуванні. Навантаження двигуна, частота роботи та крутний момент на валу коливаються в межах 2-5% від номінального, що свідчить про високу надійність. Продуктивність транспортування при частоті 20 Гц складає в середньому 585 кг/год, що дозволяє конкурувати з пневматичними транспортерами такого типу.

УДК 621.867

Сивуля Ю. – ст.гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ХОЛОДНОЇ ТА ГАРЯЧОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ДЛЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Данильченко Л.М.

Ремонт деталей пластичним деформуванням заснований на пластичній деформації зношених деталей з наступним їх механічним обробленням. Метод використовують для виправлення вм'ятин, погнутості, скручування, зміни посадкових розмірів зношених місць деталей (збільшення діаметра зношених шийок осей, валів, зменшення діаметра зношених поверхонь втулок), підвищення міцності деталей та зниження шорсткості механічного оброблення (накатування роликів шийок валів замість їх шліфування). Цей спосіб застосовується також для відновлення початкових властивостей деталей, зміцнення їх робочих поверхонь і в якості фінішного чистового оброблення. Для полегшення пластичного деформування деталей попередньо нагрівають, що різко підвищує пластичність металу. Так, при нагріванні деталей до 900° С прикладене навантаження знижується до 0,5-0,6 МПа.

У холодному стані рекомендується відновлювати деталі з низьковуглецевих сталей, кольорових металів і сплавів, а в гарячому - із середньо- і високовуглецевих сталей з температурою нагрівання 0,7-0,9 від температури плавлення. Після відновлення тиском відповідальні деталі піддають термічному обробленню.

При відновленні деталей тиском використовують пластичні властивості металу, їх здатність за певних умов деформуватися під навантаженнями, не втрачаючи цілісності деталі. Під тиском змінюється не лише форма й розміри деталі, але й структура та механічні властивості сплавів. Пластична деформація металу в холодному стані зміцнює метал, у цьому випадку твердість, міцність і межа текучості металу підвищуються, а пластичність зменшується. Але ці зміни не є постійними, тобто зрушення й порушення в кристалічній структурі металу піддаються відновленню.

При незначному нагріванні зміцненого металу (для сталі 200-300°С) відновлюються впорядковані кристалічні решітки, причому міцність і твердість дещо знижуються, а пластичність підвищується. Структура металу при цьому не змінюється. При більш високих температурах нагрівання починається відновлення металу. Найменшою температурою рекристалізації (порогом рекристалізації) є температура, при якій твердість металу різко знижується, а пластичність підвищується. Для розрахунків її значень температура плавлення металу множить на 0,4. Із збільшенням деформації температура рекристалізації зменшується. Якщо температура деформації вище температури рекристалізації, то зміцнення (наклепу) металу не відбувається.

На властивості металу впливають залишкові напруження, які виникають від неоднакової деформації різних частин деталей. Вони викликані також неоднорідним складом металу, а також різним нагріванням і охолодженням різнорідних частин деталі. Залишкові напруження повинні сумуватися з напруженнями, викликаними зовнішніми силами, збільшуючи або зменшуючи міцність деталі. Під дією залишкових напружень деталь може покоробитися, тріснути тощо. Для усунення залишкових напружень деталь піддають відпалу або нормалізації. При цьому температура деформування повинна бути вищою від температури рекристалізації.

УДК 621.9.06-2

Сондей С. – ст. гр. МВм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ ЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ І ЇХ ОСНАЩЕННЯ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Луців І.В.

Критерій жорсткості в машинах поряд з критерієм міцності є одним з найважливіших. Його роль безперервно зростає у зв'язку з підвищенням вимог до точності, з ростом швидкостей і інших характеристик машин.

Жорсткість верстатів визначається власною жорсткістю, що обчислюється за формулами опору матеріалів, жорсткістю деталей, що розглядаються як балки, пластини або оболонки з ідеалізованими опорами, і контактною жорсткістю [1]. Для аналізу жорсткості верстатів та їх оснащення, а також встановлення заходів щодо її підвищення та нормування жорсткості важливе значення має структура пружних переміщень.

У балансі пружних переміщень верстатів (без виробів) переміщення шпинделів, що працюють на згин, зі шпиндельними бабками становлять до 50%, а при рухомих шпиндельних бабках 60-70%. З цих переміщень у верстатах з нерухомими шпиндельними бабками контактні переміщення (в опорах шпинделя) складають 30-40%, а у верстатах з рухомими шпиндельними бабками – не менше 50%. Переміщення станин складають зазвичай до 15%. Згідно існуючих норм для токарних верстатів при випробувальному навантаженні  $0,74D^{1.5}$  Н характеристика жорсткості передньої бабки дорівнює  $1766D^{1/3}$  Н/мм. Для задньої бабки при випробувальному навантаженні  $0,74D^{1.5}$  Н характеристика жорсткості дорівнює  $1373D^{1/3}$  Н/мм, де D - найбільший діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Аналіз жорсткісних характеристик токарних верстатів та їх оснащення [1,2] дає змогу визначити такі основні напрями оптимізації конструкцій за умовою жорсткості: забезпечення раціонального балансу жорсткості системи; застосування матеріалів з високим модулем пружності; розширення застосування деталей, що працюють на розтяг і стиск; вибір раціональних форм січень; зменшення місцевих деформацій; раціональний вибір розташування опор; застосування конструкцій, що забезпечують відсутність пружних переміщень у напрямку, що визначає працездатність, зокрема точність обробки; початкове технологічне або пружне деформування в бік, протилежний деформаціям від ваги або робочого навантаження; забезпечення незначної зміни жорсткості по координаті обробки; застосування методів обробки, які не вимагають високої жорсткості верстата.

### *Перелік посилань:*

1. Решетов Д.Н. Детали и механизмы металлорежущих станков, т.1. Общие основы конструирования; направляющие и несущие системы. – М., «Машиностроение», 1972, стр. 664.
2. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах. – К.: – Тернопіль: Терно – граф., 2011. – 692с.



УДК 621.9.06-2

Сондей С. – ст. гр. МВм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АНАЛІЗ ЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ І ЇХ ОСНАЩЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Луців І.В.

Критерій жорсткості в машинах поряд з критерієм міцності є одним з найважливіших. Його роль безперервно зростає у зв'язку з підвищенням вимог до точності, з ростом швидкостей і інших характеристик машин.

Жорсткість верстатів визначається власною жорсткістю, що обчислюється за формулами опору матеріалів, жорсткістю деталей, що розглядаються як балки, пластини або оболонки з ідеалізованими опорами, і контактною жорсткістю [1]. Для аналізу жорсткості верстатів та їх оснащення, а також встановлення заходів щодо її підвищення та нормування жорсткості важливе значення має структура пружних переміщень.

У балансі пружних переміщень верстатів (без виробів) переміщення шпинделів, що працюють на згин, зі шпиндельними бабками становлять до 50%, а при рухомих шпиндельних бабках 60-70%. З цих переміщень у верстатах з нерухомими шпиндельними бабками контактні переміщення (в опорах шпинделя) складають 30-40%, а у верстатах з рухомими шпиндельними бабками – не менше 50%. Переміщення станин складають зазвичай до 15%. Згідно існуючих норм для токарних верстатів при випробувальному навантаженні  $0,74D^{1.5}$  Н характеристика жорсткості передньої бабки дорівнює  $1766D^{1/3}$  Н/мм. Для задньої бабки при випробувальному навантаженні  $0,74D^{1.5}$  Н характеристика жорсткості дорівнює  $1373D^{1/3}$  Н/мм, де D - найбільший діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Аналіз жорсткісних характеристик токарних верстатів та їх оснащення [1,2] дає змогу визначити такі основні напрями оптимізації конструкцій за умовою жорсткості: забезпечення раціонального балансу жорсткості системи; застосування матеріалів з високим модулем пружності; розширення застосування деталей, що працюють на розтяг і стиск; вибір раціональних форм січень; зменшення місцевих деформацій; раціональний вибір розташування опор; застосування конструкцій, що забезпечують відсутність пружних переміщень у напрямку, що визначає працездатність, зокрема точність обробки; початкове технологічне або пружне деформування в бік, протилежний деформаціям від ваги або робочого навантаження; забезпечення незначної зміни жорсткості по координаті обробки; застосування методів обробки, які не вимагають високої жорсткості верстата.

### *Перелік посилань:*

3. Решетов Д.Н. Детали и механизмы металлорежущих станков, т.1. Общие основы конструирования; направляющие и несущие системы. – М., «Машиностроение», 1972, стр. 664.
4. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах. – К.: – Тернопіль: Терно – граф., 2011. – 692с.

УДК 621.941.2

Сусь Ю. – ст. гр. МВмс-61, Пасічник Б. – ст. гр. МВм-51,

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙ НА ТОКАРНИХ АВТОМАТАХ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Лещук Р.Я.

Токарні автомати призначені для обробки деталей в багатосерійному і масовому виробництві, однак в останній час широко застосовується груповий метод обробки, який дозволяє застосовувати токарні автомати в серійному і дрібносерійному виробництві для обробки невеликих партій заготовок.

Аналіз сучасного стану застосування токарних автоматів показав, що вони не завжди з достатньою ефективністю використовуються в умовах серійного і дрібносерійного виробництва. Основною причиною такого становища є низький рівень технологічної підготовки багатоінструментального автоматизованого технологічного устаткування й спорядження, практика використання якого формувалась в умовах багатосерійного та масового виробництва з низьким рівнем технологічної гнучкості.

Основою для дослідження і розробки процесів механічної обробки на ЕОМ служить математична модель операції, переходу і процесу в цілому. Модель повинна об'єктивно відображати, насамперед, сутність реального процесу (переходу, операції, налагодження), а також враховувати закономірності взаємозв'язків його складових.

Адекватна математична модель повинна відповідати меті загальних і конкретно поставлених задач оптимізації, дослідження і керування. Перевірку адекватності моделі здійснюють шляхом порівняння результатів розв'язання з фактичними значеннями параметрів, що застосовуються на практиці, а також з реальними можливостями функціонування процесу.

Технологічна операція в умовах багатоінструментальної обробки деталей на одношпindelних токарних автоматах являє собою складну динамічну систему, в якій у єдиному комплексі взаємозалежні робочі елементи верстата, різальний і допоміжний інструменти, оброблювана деталь, а також допоміжні пристрої.

Для побудови оптимізаційних математичних моделей технологічного проектування під технологічною системою розуміємо сукупність структур оброблюваної деталі  $G_d$  технологічної операції  $G_T$  й інструментального налагодження  $G_n$ . Умовою функціонування системи є наявність взаємозв'язків (зв'язків) між елементами структур. Ці взаємозв'язки між елементами та їх параметрами усередині кожної структури і міжструктури відрізняються за їх роллю в призначенні та функціонуванні об'єкта за природою, рівнем абстрагування в математичному моделюванні, тощо.

Статистична характеристика технологічного об'єкта описується структурними, а динамічна - параметричними зв'язками. Оскільки параметричні зв'язки характеризують взаємовідносини параметрів структурних складових у процесі функціонування системи, наприклад, зв'язок між величиною подачі інструмента і шорсткістю оброблюваної поверхні за умовно фіксованих значень параметрів інших елементів, питання описів цих зв'язків та вплив характеру цих зв'язків і взаємовідносин з урахуванням показників технологічного процесу в умовах багатоінструментальної обробки деталей машин стають метою окремих досліджень.

З точки зору опису і моделювання структур технологічних об'єктів науково-практичний інтерес становлять структурні зв'язки технологічної операції.

УДК 531.374

Шульга М. - ст.гр. МТ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ТОРЦЕВОГО ШЛІФУВАННЯ**

Науковий керівник : к.т.н., доц. Комар Р.В.

Розвиток машинобудівного комплексу визначає необхідність розробки та застосування нових та вдосконалення вже існуючих оптимальних технологій виробництва машин та устаткування. В сучасному машинобудуванні при розробці нових технологічних процесів значна увага приділяється питанням пов'язаним із забезпеченням якості оброблення деталей машин. Розвиток та вдосконалення технологічних процесів визначається рішенням проблеми розробки та поширення високонадійного, сучасного різального інструмента, який є основним робочим органом при механообробці, який здатний технологічно забезпечити якість обробленої поверхні, а від так і конкурентну здатність деталі та машини в цілому на ринку.

Обробка площин деталей технологічного спорядження з точки зору експлуатації плоских поверхонь вимагає забезпечення не тільки високої точності розмірів та форм, але й необхідних фізико-механічних параметрів поверхневого шару.

Торцеве шліфування - один з найбільш прогресивних методів обробки плоских поверхонь. Розвиток цього виду механічної обробки обумовлено високою продуктивністю процесу, можливістю обробки високоміцних матеріалів. Як свідчить аналіз літературних джерел, відбуваються значні зміни в технічному та технологічному рівнях виробництва та механообробки взагалі.

Продуктивність шліфування торцевою поверхнею абразивного інструмента є високоефективним процесом оздоблювальної обробки торців деталей. Вона визначає навантаження на ділянки його робочої поверхні, знос профілю, потужність, що витрачається на різання, та теплову напруженість.

Для визначення гранично можливої продуктивності, теплової напруженості, товщини зрізу по координаті обробки процесу торцевого шліфування та проведення аналізу можливостей методу слід вміти знаходити інтенсивність підведення металу до торцевої поверхні круга вздовж її координат. Задачі по розрахунку продуктивності обробки на верстаті знайшли рішення у наукових працях Кальченка В.В., Венжеги В.І., Марчука В.І. та інших авторів для нових та традиційних методів.

Заниження технологічних режимів процесу шліфування дає можливість покращити якість поверхневого шару оброблюваного матеріалу, однак є малоефективним, оскільки призводить до зростання машинного часу на виготовлення одиниці продукції та зниження продуктивності. Підвищити продуктивність процесу та забезпечити стабільні якісні показники поверхонь деталей можна за рахунок застосування більш прогресивного різального інструменту, який дасть можливість знизити теплонапруженість оброблюваних поверхонь та проводити оброблення на більш високих швидкостях. Цього можна досягнути шляхом проведення переривчастого шліфування переривчастими, комбінованими та композиційними кругами. З урахуванням особливостей процесу торцевого шліфування деталей та правильно підібраними конструктивно-геометричними параметрами різального інструменту можна досягти підвищення продуктивності за рахунок розширення технологічних можливостей процесу, підвищення періоду стійкості та стабілізації різальної здатності абразиву.

Секція:

Електротехніка, електроніка та світлотехніка

УДК 621.313

Амброс М.М. – ст. гр. ЕМ<sub>мз</sub>-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАЛИХ ГЕС З АСИНХРОННИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ**

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

В умовах постійного зростання дефіциту та підвищення вартості енергоресурсів використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) є одним з напрямків забезпечення екологічної та енергетичної безпеки України. Використання нетрадиційних джерел енергії (НДЕ) в електроенергетичних системах є тим резервом, що за певних умов може забезпечити суттєву економію енергоресурсів. Економія енергоресурсів досягається в результаті використання відновлюваних джерел первинної енергії та децентралізації вироблення електроенергії і, як наслідок, зменшення витрат на її транспортування та розподіл.

Останнім часом в Україні появилось розуміння необхідності відновлення існуючих та будівництва нових малих ГЕС. Проте темпи розвитку малої гідроенергетики на сьогодні стримуються цілим рядом факторів. Основними проблемами у відновленні та експлуатації малих ГЕС є:

- відсутність, як правило, будь-яких документів по будівлях, спорудах, обладнанню та водних ресурсах;
- відсутність серійного обладнання, виходячи з чого практично кожна мала ГЕС потребує індивідуального підходу та відповідно індивідуального замовлення обладнання, а це завжди призводить до підвищених капіталовкладень та експлуатаційних видатків;
- великий термін повернення вкладених коштів та відсутність механізму пільгового кредитування зі ставкою менше 9 % річних.

У ряді країн для перетворення енергії в галузі відновлюваної енергетики знайшли широке застосування асинхронні генератори (АГ) змінного струму. Досвід показує, що для ГЕС з малими встановленими потужностями вони мають істотні переваги порівняно з синхронними. Це пов'язано у першу чергу, з низькою вартістю, простотою конструкції та експлуатації у нормальних режимах, стійкістю до зовнішніх аварій, значним ресурсом. Вказані переваги знайшли практичне підтвердження під час експлуатації ряду МГЕС з асинхронними генераторами на території України. Але дані генератори мають ряд недоліків: неможливість регулювання напруги та споживання реактивної потужності, виникнення коливань активної потужності при певних ковзаннях ротора, накиди реактивної потужності під час пуску агрегату. Для компенсації впливу зазначених факторів необхідно на етапі формування технічних умов закладати в проект додаткове обладнання, що збільшує вартість МГЕС.

З погляду на складність та особливості режимного характеру каскадів МГЕС, як об'єктів керування, очевидно, що визначення та своєчасна реалізація керувальних впливів для забезпечення оптимальних режимів їх роботи у відповідності зі змінами зовнішніх впливів можливі лише за допомогою автоматизованих систем керування (АСК), з поступовим підвищенням міри автоматизації. Досвід розробки та експлуатації засобів АСК малими ГЕС підтверджує, що задачі автоматизації оптимального керування необхідно розв'язувати виходячи з системного підходу, а застосування програмованих мікропроцесорних систем істотно спрощує створення технічного забезпечення автоматизованих систем керування.

УДК 621.326

Антимис І.З. – ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ РАЙОНІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Костик Л.М.

Зовнішнє освітлення міста є важливою та невід'ємною складовою інженерно-транспортної інфраструктури міста. Головною функцією зовнішнього освітлення є забезпечення життєдіяльності міста в темний період доби або в умовах недостатньої видимості, а також створення комфортних і безпечних умов для учасників дорожнього руху.

Зовнішнє освітлення вулиць житлових районів повинно виконувати основні функції: забезпечувати безпеку пішоходів на вулиці та створювати відчуття цієї безпеки, що визначається рівнем освітленості та зоровим комфортом. До безпеки руху відносять такі фактори: здатність помічати на тротуарі перешкоди, візуальне орієнтування і здатність розпізнавання облич інших людей на достатній відстані.

Для вулиць місцевого значення і проїздів в житлових кварталах в якості норми застосовується освітленість, оскільки в цьому випадку не можна стандартизувати ні геометрію дороги, ні положення спостерігача. Для оцінки зовнішнього освітлення вибрана горизонтальна освітленість покриття тротуарів і проїжджої частини.

На даний час велика кількість наукових публікацій присвячена дослідженню впливу спектрального розподілу енергії випромінювання на зорове сприйняття в сутінковий час доби, що дозволяє краще оцінити якість вуличного освітлення.

Зір людини поділяють на: денний (колбочковий), нічний (палочковий) і сутінковий (спільна робота колбочок і паличок). Палочковий (нічний) зір володіє найбільшою чутливістю до світла при низьких рівнях яскравості (нижче  $0,1 \text{ кд/м}^2$ ), але не здатний передавати відчуття кольоровості. Колбочковий (денний) забезпечує кольоровий зір, але він значно менше чутливий до слабкого світла і повністю функціонує тільки при рівнях яскравості вище  $10 \text{ кд/м}^2$ . Денний зір характеризується високою гостротою зору, хорошим візуальним сприйняттям кольору і форми предмета, тоді як нічний зір відповідає за орієнтацію в просторі. Відповідно, для забезпечення найкращих умов зорової роботи у сутінках необхідно враховувати спектральну чутливість ока в таких умовах.

У роботі ставилась задача встановлення залежності між спектром випромінювання ламп, що використовуються в установках зовнішнього освітлення, та забезпечення виконання цих зорових задач при нормованих значеннях освітленості.

У наш час в освітлювальних установках зовнішнього освітлення житлових районів застосовують дугові ртутні люмінесцентні лампи типу ДРЛ, натрієві лампи високого тиску ДНаТ, металогалогенні лампи ДРИ, а також лампи розжарювання й, рідше, в установках архітектурного освітлення, натрієві лампи низького тиску ДНаО. В останнє десятиліття широко почали використовуватись в освітленні світлодіодні джерела світла.

На основі порівняння світлової ефективності різних джерел випромінювання для сутінкового зору встановлена перевага світлодіодних світильників, які за рахунок різної колірної температури та індекса кольоропередачі дозволяють максимально їх використовувати майже для всіх видів зовнішнього освітлення. Оптимальні параметри освітлення вулиць дозволять підвищити енергоефективність установок зовнішнього освітлення при забезпеченні високої якості параметрів світлового поля.

УДК 621.136

Бабій М – ст. гр. ЕМм–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЕРСПЕКТИВИ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ТА ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к.т.н. Коваль В. П.

Виробництво енергії, є необхідним засобом для існування і розвитку людства, впливає на природу та на оточуюче середовище людини. З одного боку в побут і виробничу діяльність людини настільки твердо увійшла теплова й електрична енергія, що людина навіть і не уявляє свого існування без неї. З іншого боку, людина все більше і більше зосереджує свою увагу на економічному аспекті енергетики і потребує екологічно чистих енергетичних виробництв. Це говорить про необхідність вирішення комплексу питань, серед яких перерозподіл засобів на покриття енергетичних потреб людства, практичне використання в народному господарстві досягнень, пошук і розробка нових альтернативних технологій для виробництва тепла і електроенергії. Одним із шляхів їх подолання є впровадження нетрадиційної енергетики в народне господарство, котра використовує безкоштовну сонячну та вітрову енергію. [1]

Проте, кожен з альтернативних джерел енергії (як відновлюваної, так і невідновлюваної) має не тільки переваги, а й недоліки. У сонячних - висока вартість установки, у вітряних - мінливість вітру, у рідкопаливних (ШКТ) - вартість експлуатації. [2] Тому для найбільшої надійності електрозабезпечення рекомендується використовувати гібридну систему, що об'єднує два, а то й усі три види систем, що дозволяє використовувати переваги всіх компонентів, повністю нівелюючи недоліки.

Основним джерелом енергії в гібридній системі є вітрогенератор, оскільки він майже в два рази дешевше сонячної панелі, встановлювати його має сенс, якщо, звичайно, дозволяють умови. Набір з фотоелектричних сонячних панелей є допоміжним джерелом енергії, який виробляє енергію в періоди тривалого «штилю». Введення до складу такої системи дизель-генератора ще більше підвищує надійність системи, дозволяє убезпечити себе від будь-яких примх погоди. Такі системи, до складу яких входить і вітрогенератор і сонячна батарея, доцільно використовувати насамперед тому, що вітер може стихнути, а сонце буває майже завжди. Гібридні автономні електростанції краще всього використовувати для цілорічного отримання енергії: в зимовий час, коли сонця мало, основне навантаження припадає на вітроустановку, а в літній період - на сонячні батареї.

Відповідно до вищесказаного, необхідним і достатнім для енергонезалежного електропостачання є наступний склад гібридної системи: фотоелектрична система, вітрогенератори, акумуляторні батареї, інвертор, дизель-генератор, навантаження.

Список літератури:

1. Воронин С. М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – зерноград ФГОУ ВПО АЧГАА, 2007. – 204с.
2. Ткаченко С.Й., Чепурний М.М. Перспективні технології малої енергетики // Екологічний вісник. – 2003. – № 5/6–7-12 с.

УДК 621.326

Бобер П.І.-ст.гр.ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ**

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

Електропривід змінного струму з асинхронними двигунами в теперішній час є найпоширенішим на промислових підприємствах металургійної, гірничодобувної промисловості, транспорту. Перспективи розвитку електроприводу пов'язані з необхідністю впровадження нових високоефективних систем керування в тому числі на базі мікропроцесорних систем. Головною задачею цих систем є забезпечення ефективного функціонування та надійності електроприводу. Низька надійність електроприводу пов'язана з високим відсотком пошкоджень головної складової частини електроприводу – асинхронного двигуна. Щороку виходить з ладу і капітально ремонтується 20-25% двигунів від загального числа. Це призводить до порушення безперервності технологічних процесів та подальшим браком продукції, додаткових втрат на відновлення виробництва та ремонт [1].

Виникнення аварійних режимів роботи електричних машин, які призводять до пошкоджень та аварійного виходу з ладу електродвигуна, пов'язані з вимушеними порушеннями нормальної роботи всієї системи електроприводу чи її частини [2]. Першопричини виникнення аварій бувають різноманітні, але у своїй більшості є результатом своєчасно невизначених і не усунених дефектів обладнання, незадовільного проектування або ремонту, монтажу та експлуатації [2,3].

Для приводів більшості робочих механізмів застосовують трифазні асинхронні двигуни. Вимоги щодо експлуатації та ремонту трифазних асинхронних двигунів значно простіші порівняно з іншими електродвигунами [2]. Основними причинами виникнення аварій електродвигунів, залежно від галузі їх експлуатації є: обрив фаз (40-50%), заклинювання обертової частини машини (20-25%), тривалі навантаження (10-15%), пробій статорної обвитки (15-20%). Зазначається [3], що майже 20% двигунів сільськогосподарських машин виходять із ладу внаслідок теплового перевантаження.

Проведений аналіз причин виникнення ненормальних і аварійних режимів роботи асинхронного двигуна, аналіз існуючих принципів побудови та функціонування систем захисту, огляд напрямів їх удосконалення засвідчив що, пошук нових методів підвищення ефективності захисту електроприводу з асинхронними двигунами є актуальним.

### Література:

1. Луговой А.В., Максимов М.Ш., Родькин Д.И., Черный А.П., Сисюк Г.Ю. Эксплуатационная надежность электрических двигателей переменного тока и пути ее повышения. Материалы семинара «Проблемы промышленного энергоснабжения». - Кременчуг, 1998, 9 с.
2. Петров И.И., Мейстель А.М. Специальные режимы работы асинхронного электропривода. М. М: «Энергия», 1968, 264 с.
3. Башар Аль Муса Мухамад. Комплексний захист асинхронних двигунів. Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня к.т.н.:05.04.02, ЛДУ "Львівська політехніка". – Львів, 2000. - 16 с.

УДК 621.326

Бурка І.- ст.гр.ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА АКТИВНИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ НАПРУГАХ**

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

Несинусоїдальність — вид нелінійних спотворень напруги в електричній мережі, який пов'язаний з появою у складі напруги вищих гармонік з частотами, що суттєво впливають на спотворення основної гармоніки. Вищі гармоніки напруги мають негативний вплив на роботу системи електропостачання, викликаючи додаткові активні втрати в трансформаторах, електричних машинах і мережах; підвищену аварійність в кабельних мережах; зменшення коефіцієнта потужності за рахунок потужності спотворення, викликаного протіканням струмів вищих гармонік; обмежене застосування батарей конденсаторів для компенсації реактивної потужності [1,2].

Джерелами вищих гармонік струму і напруги є електроспоживачі з нелінійними навантаженнями. Наприклад, потужні випрямлячі змінного струму, що застосовуються в металургійній промисловості і на залізничному транспорті, газорозрядні лампи та інше [3].

Питанням оцінки активних втрат потужності в електричних мережах при несинусоїдальних напругах присвячено безліч робіт [1, 2]. В цих роботах доведена неправомірність застосування методу накладання для розрахунку активного опору при наявності в спектрі струму одночасно декількох частот, отримані апроксимуючі залежності активного опору від частоти для круглого дроту, одержано залежності ряду гармонік, з яких необхідно враховувати поверхневий ефект, в залежності від перетину провідника, отримана динамічна вольт-амперна характеристика активного опору, що дозволяє враховувати явище поверхневого ефекту при розрахунку та аналізі режимів систем електропостачання часовими методами. Так, зокрема, в [2] запропоновані практичні методи розрахунку несинусоїдальних режимів систем електропостачання, що дозволяють врахувати зміну активного опору елементів, обумовлену поверхневим ефектом, запропонований підхід до розрахунку активних втрат в елементах систем електропостачання, які обумовлені протіканням через них реактивної потужності, а також отримано еквівалентне значення реактивної потужності з точки зору визначення втрат.

Результати аналізу джерел підтверджують необхідність визначення активних втрат потужності в електричних мережах при несинусоїдальних напругах. У зв'язку з цим ознайомленням є приведена оцінка активних втрат потужності в електричних мережах при несинусоїдальних напругах, а також способи їх зменшення

### **Література:**

1. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в сетях промпредприятий.- М., Энергоатомиздат, 2000.- 331 с.
2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 2.- Л., Энергоиздат, 1981.- 416 с.
3. Говоров Ф.П., Говоров В.Ф., Четверикова И.М., Терешин В.Н., Денисенко В.И. К вопросу о реактивной мощности в осветительных установках с разрядными лампами// Технічна електродинаміка. Тематичний випуск: «Проблеми сучасної електротехніки», частина 5.- 2008.- С.13-17



УДК 621.326

Бурмака О.- ст.гр.ЕМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АВТОЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Тарасенко М. Г.

Автомобільний транспорт споживає значну частку паливно-енергетичних ресурсів (бензин, газ, дизпаливо), забруднюючи навколишнє середовище шкідливими викидами. Коефіцієнт корисної дії (ККД) двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) не перевищує 40 %, в той час як у електродвигунів він сягає 90-95 %. В зв'язку з цим питання переходу від ДВЗ до електроавтомобілів є актуальним. Саме тому метою даного дослідження є визначення енергоефективності використання електричного автомобільного транспорту.

У процесі дослідження встановлено наступні переваги цього типу транспорту:

- автомобіль з електроприводом – єдиний варіант застосування на легковому автотранспорті дешевої (порівняно з нафтовим або водневим паливом) енергії, що виробляється АЕС, ГЕС і т. п;
- повна відсутність шкідливих для здоров'я людини вихлопів. Традиційні автомобілі, які працюють на бензинових і дизельних двигунах викидають в атмосферу масу шкідливих речовин: оксиди сірки, вуглекислий газ, чадний газ ( який зв'язує молекули кисню в організмі людини) та інші отруйні речовини. Електроавтомобіль повністю безпечний для екології, в чому і є його безсумнівний плюс;
- електроавтомобіль не створює сильного шумового забруднення, так як його структура включає набагато менше технічних деталей, здатних створювати шум, на відміну від традиційних авто;
- простота техобслуговування, великий міжсервісний пробіг, дешевизна ТО і ТР.
- масове застосування електромобілів змогло б допомогти у вирішенні проблеми «енергетичного піку» за рахунок підзарядки акумуляторів в нічний час;
- можливість гальмування самим електродвигуном (режим електромагнітного гальма) без використання механічних гальм – відсутність тертя і відповідно зносу гальм.

Також є і негативні сторони:

- електромобіль, поки що, не може на рівних конкурувати з автомобілем за запасом ходу і вартості. Найвні високоенергоємкі акумулятори дуже дорогі, крім того відрізняються високим саморозрядом. Проблемою також є виробництво і їх утилізація; Для масового застосування електромобілів потрібне створення відповідної інфраструктури для підзарядки акумуляторів. Заправки подібного роду повинні знаходитися одне від одного на відстані менше 200 км;
- триваліший час зарядки акумуляторів в порівнянні з заправкою паливом;
- висока вартість літєвих батарей призводить до подорожчання електроавтомобіля по відношенню до схожого автомобіля з ДВЗ мінімум в два рази.

При надлишку електроенергії в Україні поступовий перехід до електромобілів, які курсують по місту є дуже доречним. Наприклад, електробус eBus-12 (31 сидяче місце, вартість \$ 395-592 тис.) споживає 100 кВт·год/100 км (77,97 грн). Аналогічний автобус МАЗ-103 (28 сидячих місць, вартість \$ 123 тис.) споживає 27 л/100 км (264 грн).

УДК 621.316

Вацків Т. І. – ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ НА БАЗІ СИСТЕМИ DALI**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.

Покращення вуличного освітлення є одним з перспективних напрямків розвитку сучасної світлотехніки. Це дає можливість впровадження новітніх освітлювальних технологій одночасно з сучасними видами дизайну архітектурних форм. В умовах обмеженості і вичерпності енергоресурсів, проблема раціонального використання виробленої електроенергії має особливу актуальність. Ефективно й економічно управляти складним господарством зовнішнього освітлення міських автомобільних магістралей та пішохідних зон, внутрішньоквартальним освітленням дворів, шкіл та лікарень, а також здійснювати художню підсвітку фасадів будинків і т.п. неможливо без використання сучасних автоматизованих систем.

Зовсім недавно на ринку була представлена нова цифрова система управління, що базується на стандарті DALI (Digital Addressable Lighting Interface – «цифровий адресний інтерфейс освітлення»). Використовуючи стандарт DALI, можна індивідуально регулювати світильниками з електронними пускорегулювальними апаратами. Це відкриває нові можливості для управління освітленням з робочого місця за допомогою пульта дистанційного керування або персонального комп'ютера. Управляючі сигнали в даному стандарті передаються по тих же проводах, по яких здійснюється живлення, тобто прокладка окремих управляючих дротів не потрібна. Європейські стандарти допускають прокладку дротів системи DALI в загальному кабелі або в одній трубі з силовими дротами з напругою 220–240В. Стандарт DALI забезпечує управління освітлювальними установками за заздальгідь розробленою програмою. Важливою перевагою даної системи є значне скорочення витрат електроенергії приблизно на 60-65%. Обладнання стандарту DALI на українському ринку пропонують компанії Osram і Philips. . В роботі проведено аналіз різних систем керування зовнішнім освітленням населених пунктів, дана оцінка їх ефективності, зроблено вибір найбільш ефективної та економічно доцільної системи керування освітленням нашого обласного центру.

Дано характеристику цифровій системі керування зовнішнім освітленням DALI. Запропоновано її, як автономну систему керування зовнішнім освітленням населених пунктів. Перевагою обраної мною системи над іншими є адресне керування світловими приладами освітлювальної установки, яке дозволяє забезпечити більшу економію електроенергії та створити більш динамічну систему.

В якості датчиків в даній системі запропоновано використати сенсорні панелі, датчики руху та рівня освітленості. Передачу інформації запропоновано здійснювати за допомогою дротів живлення системи освітлення та за допомогою радіоканалу. Розглянуто необхідні заходи при введенні в експлуатацію та після заміни цифрової системи DALI.

Запропоновано в якості автоматичної системи керування зовнішнім освітленням цифрову систему DALI, яка дозволяє, крім включення/виключення та регулювання параметрами СП, отримувати інформацію про їх стан та проводити заміну та корегування елементів системи освітлення.

УДК 621.311.1

Врублевський А.- ст.гр.ЕЕМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТУ ВИБОРУ АВТОНОМНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

Використання сонячної енергії є одним із потенційно перспективних напрямків енергетики. Екологічність, відновлюваність ресурсів, відсутність витрат на капітальний ремонт фотоелектричних модулів - все це є позитивними сторонами сонячної енергетики.

На підставі проведеного нами аналізу навантажень споживачів електричної енергії, характеристик сонячного випромінювання, периферійних пристроїв і перетворювачів енергії Сонця в електроенергію, найбільш конкурентоздатною системою автономного електропостачання на основі сонячної електростанції буде система, приведена на рисунку 1.

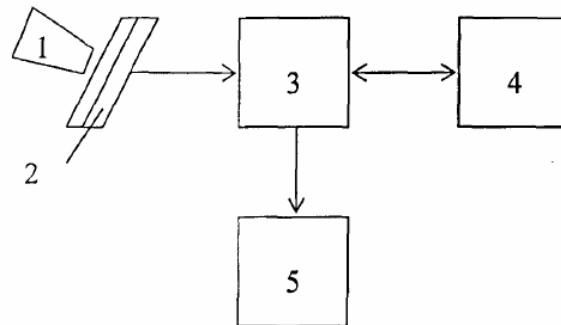


Рисунок 1 - Автономна система електропостачання на основі фотоелектричних перетворювачів з акумуляторним резервом: 1 - концентратор; 2 - фотоелектричний перетворювач; 3 – комутатор; 4 - акумуляторна батарея з контролером режиму заряду; 5 - споживачі електроенергії постійного струму

При цьому в процесі оптимізації її параметрів необхідно оптимізувати параметри орієнтації батарей фотоелектричних перетворювачів (ФЕП), визначити з умов достатності площу фотоелектричних перетворювачів і ємність акумуляторних батарей з урахуванням графіку навантаження і поступлення енергії сонячного випромінювання.

У цій електростанції акумулятори працюють в квазібуферному режимі, який передбачає їх зарядку від батареї фотоелектричних перетворювачів і розрядку на денних споживачів електроенергії при відключенні від фотоелектричних перетворювачів. Перемикання батареї акумуляторів на зарядку від ФЕП і розрядку на споживачів електроенергії здійснюється комутатором. Такий варіант автономної сонячної електростанції дозволяє виключити прямий зв'язок фотоелектричних перетворювачів із споживачами електроенергії, що мають пускові струми і усунути їх вплив на фотоелементи.

### **Література:**

Леви М. Аккумуляция, хранение и дальний транспорт солнечной энергии с использованием замкнутого и открытого тепловых химических циклов / М. Леви, Р. Левитан : Энергетическое строительство. - 1994-№2. - С. 18-22.

УДК 621.326

Господарик В. - ст.гр.ЕЕМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ ТА НЕСИМЕТРИЧНИХ НАПРУГАХ**

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

Як відомо, частка споживаною асинхронними двигунами електроенергії на промислових підприємствах досягає 80 %. Асинхронні двигуни споживають близько 40 % всієї виробленої електроенергії. Асинхронні двигуни загального призначення середньої потужності (0,1 – 400 кВт) на напругу до 1000 В у народногосподарському парку електродвигунів складають по кількості 90 %, по потужності – приблизно 55 % [1]. Тому підвищення надійності АД є актуальним завданням, і будь-яке дослідження в області якості електроенергії, так само як і в області енергозбереження, повинно враховувати аналіз функціонування АД в умовах зниженої якості електроенергії [2].

Розрахунки надійності асинхронних двигунів були введені в практику конструкторських бюро лише в кінці 60-х років. В результаті проведених досліджень, щодо експлуатації асинхронних двигунів, встановлено, що розподіл пошкоджень по окремих вузлах асинхронних двигунів змінюється залежно від умов їх застосування, проте, найбільше число пошкоджень доводиться на обвитку статора. В середньому, із-за пошкоджень обвиток двигунів відбувається 85 % всіх відмов [1]. Таким чином, надійність асинхронних двигунів в значній мірі визначається надійністю їх обвиток, яка, у свою чергу, залежить від стану їх ізоляції. Тому, особливого значення набувають методи розрахунку швидкості старіння ізоляції і на їх основі – терміну служби ізоляції[4].

Несиметрія і несинусоїдність напруги – найбільш значущі чинники зниження терміну служби асинхронних двигунів [1, 3]. При наявності вищих гармонік у кривій напруги більш інтенсивно протікає процес старіння ізоляції, ніж у випадку роботи електроустановки при синусоїдальній нарузі. При несиметричних напругах струми зворотної послідовності накладаються на струми прямої послідовності і викликають додатковий нагрів статора і ротора, що призводить до прискореного старіння ізоляції та зменшенню навантажувальної здатності двигуна[3]. Відомо, що при відхиленні симетрії напруги на 4%, термін служби асинхронного двигуна, що працює з номінальним навантаженням, скорочується приблизно в 2 рази [4].

Тому, можна зробити висновок про доцільність досліджень в області впливу якості електроенергії на термін служби двигунів; існуючі стандарти в області якості електроенергії мають бути підкріплені дослідженнями і відповідним чином відкоректовані.

### Література

1. Асинхронные двигатели общего назначения / Е.П. Бойко, Ю.В. Гаинцев, Ю.М. Ковалёв и др. // Под ред. В.М. Петрова и А.Э. Кравчика. – М.: Энергия, 1980.
2. Семяшкин Ф.И. Надёжность высоковольтных асинхронных двигателей тепловых электростанций // Электротехника. – 1969. – №4.
3. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г. Повышение качества энергии в электрических сетях. – К.: Наукова думка, 1985.
4. Радин В. И. и др. Электрические машины: Асинхронные машины: Учеб. для электромех. спец. вузов. Высш. шк., 1988.

УДК 621.326

Гринчишин С.– ст.гр.ЕМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лучейко І.Д.

Розвиток сучасної науки і техніки, а також економічні умови ініціюють нові задачі в галузі керування електроенергетичними системами. Завдяки все більшим можливостям обчислювальної та мікропроцесорної техніки стає реальним автоматизувати оптимальне керування режимами, метою якого є збільшення надійності електропостачання та зменшення втрат електроенергії під час її генерування, транспортування і розподілу.

Втрати електроенергії в мережах України недопустимо великі, особливо враховуючи гострий дефіцит на енергоносії, що суттєво впливає на тарифи на електроенергію. З метою активного впливу на зниження технологічних витрат електроенергії вдаються до їх нормування. Проте, існуючі підходи та методи нормування технологічних витрат електроенергії та планування заходів для зменшення її втрат в електроенергетичних системах не досконалі і вимагають адаптації до нових умов експлуатації. Особливо це відноситься до оперативних, в реальному масштабі часу, розрахунків втрат, складанню балансу електроенергії та керування витратами, включаючи їх нормування і корекцію тарифів.

У даний час системи керування в режимі реального часу широко використовуються в електроенергетиці. В електроенергетичних системах система керування технологічним процесом відома як автоматизована система диспетчерського керування, яка призначена для дистанційного моніторингу та керування енергетичними об'єктами генеруючих, передаючих і електропостачальних компаній. Сучасна автоматизована система диспетчерського керування є багаторівневою системою, верхній рівень якої представляє собою центр керування у вигляді локальної обчислювальної мережі з розподіленою архітектурою. Така архітектура, з одного боку, підвищує надійність і продуктивність системи, а з другого, суттєво ускладнює можливість її аналізу та аналітичного дослідження на стадії проектування і вдосконалення. Тому розробка математичних методів дослідження автоматизованої системи диспетчерського керування з розподіленою архітектурою стосовно використання для моніторингу та керування витратами електроенергії в електроенергетичних системах є важливою та актуальною задачею.

### **Література:**

1. Титов Н.Н., Прохвятилов В.Ю., Рыбальченко Т.В., Кривонос А.И. Оперативно-технический комплекс автоматизированной системы диспетчерского управления нового поколения в Северной энергосистеме Украины // Электрические сети и системы. – 2003. – №2. – с. 36-42.

2. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38-150 кВ, аналіз його складових і нормування технологічних витрат електроенергії. – К.: ОЕП "ГРІФРЕ", 2004. – 115 с.

УДК 621.326

Гуменюк О. – ст. гр. ЕС-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ СПОРУД СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ**

Науковий керівник: ст. викл. Чубатий Ю.О.

Невід'ємною частиною сучасних спортивних споруд закритого та відкритого типу є світлові установки. Вони відіграють важливу роль не тільки у досягненні потрібного рівня освітленості спортивного майданчика чи стадіону, але й створюють комфортні та зручні умови перегляду як для вболівальників безпосередньо на місці змагань, так і для телеглядачів.

На сьогоднішній день в освітленні спортивних споруд використовується багато різних світлових приладів з різними джерелами світла. Застосовують розрядні (наприклад з люмінесцентними джерелами світла) та галогенні світлові прилади, які є різних потужностей, кольорової температури та мінімально допустимої установочної висоти. В останнє десятиліття широко почали використовуватись в освітленні світлодіодні джерела світла.

Інженери при проектуванні систем освітлення спортивних споруд вибирають джерела світла за електричними, світлотехнічними та експлуатаційними характеристиками.

Світловий прилад, в склад якого входить: джерело світла, світлотехнічна арматура, призначений для освітлення чи світлової сигналізації. За перерозподілом світла ламп світлові прилади поділяють на три основних види: світильники; прилади прожекторного типу (прожектори); прилади проекторного типу (проектори).

Прожектором називається освітлювальний прилад дальньої дії, в якому світловий потік джерела випромінювання, за допомогою оптичної системи перерозподіляється та концентрується у напрямлений світловий пучок.

В залежності від типу джерела, сучасні прожектори можна поділити на галогенні, металогалогенні, натрієві й світлодіодні.

Світлодіодні прожектори – це новий вид сучасного зовнішнього освітлення, який характеризується бездоганною передачею кольору та великою контрастністю. Надзвичайно широка область застосування та енергоефективність дозволяють застосовувати світлодіодні прожектори майже для всіх видів зовнішнього освітлення. Також їх можна застосовувати не тільки самостійно, але й в поєднанні з іншими видами прожекторів.

Основне призначення освітлювальних установок відкритих спортивних споруд полягає в створенні достатньо хорошої видимості об'єкту спостереження для спортсменів і глядачів в темний час доби.

Загальні вимоги до освітлення закритих спортивних споруд дуже близькі до вимог, що стосуються освітлення відкритих споруд. Особливістю освітлення закритих спортивних споруд є те, що освітлювальна система повинна відповідати самим різним цілям, тому що одне й те ж приміщення часто застосовується для занять декількома різними видами спорту, а іноді й не тільки для спортивних занять.

УДК 621.326

Гусак Ю.В.–ст. гр. ЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДКЛЮЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МОДУЛІВ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДО ТРАДИЦІЙНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

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

Сонячна енергія – енергія від Сонця, яка потрапляє на Землю у формі радіації та світла. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на територію Тернопільської області складає  $16,3 \cdot 10^9$  МВт·год/рік. Технічний потенціал становить  $7,8 \cdot 10^7$  МВт·год/рік, а економічний –  $1,2 \cdot 10^5$  МВт·год/рік. Використовуючи енергію Сонця, можна заощадити до 80% традиційного палива, необхідного для нагрівання води, і до 50% – для опалення.

Сонячний колектор – пристрій для збору енергії випромінювання Сонця у видимому та інфрачервоному спектрі. Сонячні колектори застосовують для опалення промислових і побутових приміщень, гарячого водопостачання виробничих процесів, побутових потреб. Системи сонячного теплопостачання вважають одними з самих надійних і довговічних за умови, якщо вони правильно розраховані і якісно змонтовані. Будь-яка помилка може призвести до того, що система не буде виробляти бажану кількість теплової енергії або взагалі швидко вийде з ладу. Термін ефективної експлуатації сонячних колекторів у Тернопільській області 7 місяців (з квітня по жовтень). Основні види сонячних колекторів – плоскі і трубчасті вакуумні. Плоскі колектори широко використовують з причини невисокої вартості. Вакуумні колектори встановлюють в умовах, коли потрібна висока температура, або в комплексних системах для нагріву води та обігріву приміщень. Сьогодні більшість віддають перевагу трубчастим вакуумним колекторам, оскільки вони мають більш високий ККД і найнижчий рівень тепловтрат. Завдяки високій теплоізоляції вакуумні сонячні колектори працюють дуже ефективно при низьких температурах навколишнього середовища. Переваги вакуумних колекторів перед плоскими починають виявлятися при температурі повітря нижче  $-15^{\circ}\text{C}$ . При від'ємних температурах повітря вакуумні колектори альтернативи не мають. Сонячні теплові системи на основі вакуумних колекторів можуть застосовуватися як для гарячого водопостачання, так і для опалення будинку. При цьому в літній період можна повністю отримувати гарячу воду від сонячного нагрівача. В інший час року за рахунок енергії сонця можна отримувати до 60% гарячої води. Сонячна опалювальна установка на основі вакуумних сонячних колекторів може успішно підтримувати мінімально задану температуру будинку навесні і восени. У зимовий період можна розраховувати на деяку частку теплової енергії для опалення. Але вона буде незначна у грудні та січні. Тому зазвичай сонячну опалювальну систему розраховують на весняно–осінній період, а взимку вона буде підтримувати і допомагати основній системі опалення (газ, дрова, біопаливо, рідке паливо).

Для забезпечення безперебійності роботи системи теплопостачання, сонячні колектори потрібно використовувати разом з резервними джерелами тепла – котлами (твердопаливними, газовими, електричними) і теплоаккумуляційними баками. Перевагами сонячних систем теплопостачання є малий період їх окупності – від 3 до 5 років і високий середній термін експлуатації сонячних колекторів – до 30 років.

УДК 621.326

Джула В.- ст.гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУЧАЦЬКОЇ ГЕС НА РЕЖИМИ РОБОТИ ПІДСТАНЦІЙ ТА РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

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 Бучацьку ГЕС, однолінійна розрахункова електрична схема якої подана на рис. 1. Зазначена ГЕС видає електроенергію безпосередньо на шини 10 кВ підстанції 35/10 кВ «Бучач».

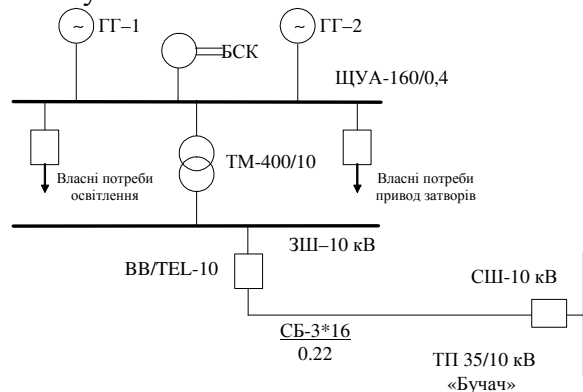


Рисунок 1 - Однолінійна розрахункова схема Бучацької ГЕС

В якості асинхронних генераторів ГГ-1, ГГ-2 планується встановити асинхронні двигуни серії 4а, номінальною потужністю  $P_H=132$  кВт. Для зв'язку ГЕС з енергосистемою на напругу 10 кВ використовується кабельна ЛЕП довжиною 216 м з мідними жилами, перерізом 16 мм<sup>2</sup>.

Виконані нами розрахунки показують, що фактично вся вироблена Бучацькою ГЕС електроенергія, споживається у мережах 10 кВ, які отримують живлення з I секції шин 10 кВ підстанції 35/10 кВ «Бучач». Отже, електрична енергія до розподільних мереж 110/35 кВ «Тернопільобленерго» не передається і, відповідно, Бучацька ГЕС фактично не має негативного впливу на режими роботи даної електричної мережі (ЕМ).

За рахунок вироблення електроенергії на малій ГЕС максимальна потужність, що передається через трансформатор підстанції, зменшується на 200 кВт, що призводить до його незначного розвантаження. Внаслідок цього напруга на шинах 10 кВ підстанції «Бучач» 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 малої ГЕС доцільним є приєднання її безпосередньо до електричних мереж 10 кВ.

### Література:

Нікіторович О.В. Особливості роботи малих ГЕС з асинхронними генераторами в електричних мережах енергосистеми : тематичний випуск - проблеми сучасної електротехніки / О.В. Нікіторович, П.Д. Лежнюк, В.В. Кулик. - Технічна електродинаміка. – 2008. – С. 43-48. – (ч. 4)



УДК 621.326

Дідух І. – ст.гр. ЕМ<sub>мз</sub> – 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Тарасенко М.Г.

Ефективне використання енергії як головний наслідок процесу енергозбереження завжди було і є пріоритетним напрямком розбудови Української держави.

Зі створенням Оптового Ринку Електричної Енергії, що складається з не залежних акціонерних компаній (державні електричні компанії та державні акціонерні електричні компанії), незалежного регулюючого органу (Національна комісія з питань регулювання електроенергетики України (НКРЕ)), і, власне, Енергоринку - державного підприємства, що здійснює управління оптовим ринком електричної енергії, виникла необхідність почасового обліку електричної енергії (почасові оптові тарифи реального часу) з підвищеною точністю. Оскільки вартість електричної енергії залежить від витрат на її виробництво і передачу, моменту споживання (пори року, днів тижня і години доби), величини заявленої потужності та часу споживання потужності, то собівартість її є різною для кожної години року.

Точність і достовірність системи обліку, в першу чергу, визначається засобами інформаційно-вимірювальної техніки, що застосовуються, а також принципами їх використання. За відсутності автоматизованої системи обліку статті балансу, що складається на основі даних обліку електроенергії, суттєво викривлені як внаслідок так званого «людського фактору», так і через різні похибки вимірювання приладів обліку, що встановлені на різних рівнях ринку електричної енергії, а також в результаті несинхронності зчитування інформації з лічильників. Ці обставини, в свою чергу, викликають необхідність відносити всі небаланси, що виникають, до втрат електричної потужності або енергії, що не дозволяє об'єктивно оцінювати рівень технічно неминухих втрат в мережах і перетворювачах. Процес отримання достовірної інформації повинен бути автоматизований з повним дублюванням отриманих даних і обов'язковою їх верифікацією не тільки для комерційного обліку, але й для задач технологічного обліку. Технічне середовище, що реалізує вищевказані функції, повинне забезпечити можливість ефективного регулювання відносин усіх суб'єктів Оптового ринку електричної енергії, споживачів, транспортувальників та виробників електричної енергії.

Перехід до високоточних вимірювань у реальному часі дозволяє вийти на дійсну ціну електричної енергії та оптимізувати виробництво, постачання і споживання електричної енергії. Це можливо лише при удосконаленні існуючих методів одержання первинної інформації про режими навантаження електричних мереж, відпущену в мережу, та корисно спожиту електроенергію за допомогою комп'ютеризованих систем.

Не зважаючи на велику кількість технічних рішень з побудови мікропроцесорних лічильників та комп'ютеризованих систем обліку електроенергії, досі не існує теоретичного узагальнення фізичної природи та математичного змісту похибок суто цифрових вимірювань, що пов'язані із застосуванням мікропроцесорної техніки. Необхідність теоретичного обґрунтування нової технології цифрових вимірювань електричних величин диктується все більш гострим попитом на цю технологію у зв'язку з потребами енергетичної галузі у точних та надійних вимірюваннях.

УДК 621.384.4

Йордан Т.В. - ст. гр. ЕСМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПУСКРЕГУЛЮЮЧИХ АПАРАТІВ НА БАЗІ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Науковий керівник: к.т.н. Белякова І.В.

Функціональні та принципіві електричні схеми напівпровідникових пускорегулюючих апаратів на базі п'єзотрансформатора повинні включати:

- перетворювач напруги (частоти), виконаний по схемі, яка реалізує один із способів керування ПТ;

- компенсуючий елемент, що усуває вплив температури на параметри п'єзотрансформатора;

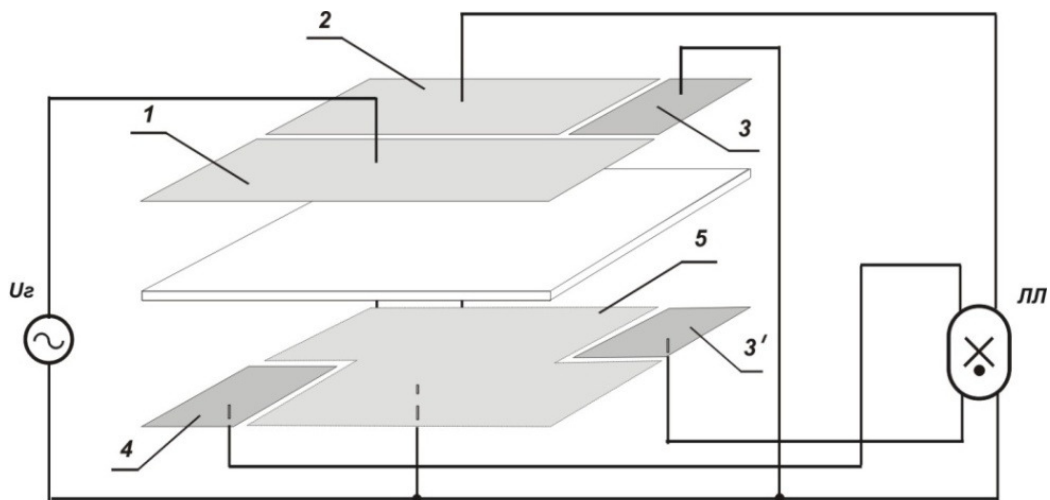
- пристрій захисту, призначений для від'єднання п'єзонапівпровідникового ПРА від джерела живлення в аварійних режимах (тривалих режимах ХХ або попереднього підігріву електродів лампи);

- електронний стартер (для баластів стартерного типу), який забезпечує попередній підігрів електродів ЛЛ, що продовжує термін використання лампи.

Конструкції НПРА з ПТ використовують, в основному, прямокутні та дискові конструкції ПТ струму, які виконуються з п'єзоматеріалу, що має добротність  $Q_m > 500$  і забезпечує ККД пристрою на рівні 0,75...0,85.

Схеми НПРА з ПТ, які реалізують фазочастотний спосіб керування, розроблені для ЛЛ малої потужності типу ЛБ-4 на основі ПТ струму прямокутної форми (довжиною 100 мм, шириною 30 мм та товщиною 1 мм) з п'єзоматеріалу ЦТБС-3. ПТ працює на 1-й моді коливань по ширині з частотою 62 кГц.

НПРА використовує п'єзотрансформатор струму, який, крім основної секції для живлення ЛЛ (2,5), містить ще дві секції, до яких під'єднуються електроди лампи (3-3', 4) (рис. 1).



В даній конструкції НПРА використовується ПТ як прямокутної форми, так і дисковий, з наступними параметрами: діаметр диска 60 мм, товщина 1 мм, робоча частота 100 кГц (3-я мода радіальних коливань), матеріал - ЦТС-35.

УДК 621.326

Когут В.Я.- ст.гр. ЕЕ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З НЕЛІНІЙНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ**

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

Широке впровадження потужних вентиляльних 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 [1].

Натомість, у промисловості спостерігається значний ріст частки нелінійних навантажень, які є споживачами реактивної потужності. У зв'язку з цим виникають питання з оцінки реактивної потужності і розрахунку параметрів компенсуючих пристроїв при наявності вищих гармонік у живильній мережі. Різноманітність підходів до визначення поняття реактивна потужність в електричних колах при несинусоїдальних режимах вимагає їхнього аналізу [2,3].

Відсутність єдиного підходу до визначення реактивної потужності робить актуальним завдання дослідження методів розрахунку реактивної потужності при несинусоїдальних режимах, що дозволить здійснювати оптимальний вибір фільтрокомпенсуючих пристроїв.

Реактивна потужність в лінійних ланцюгах синусоїдального струму характеризує процеси обміну електромагнітною енергією між джерелом і навантаженням і чисельно рівна амплітуді швидкості зміни електромагнітної енергії [3].

При інтегральному визначенні реактивної потужності (обмінна потужність) її значення істотно залежить від зрушень фаз гармонік напруги і струму. Баланс реактивних потужностей в загальному випадку не виконується. Активні втрати, визначені за значенням обмінної потужності, можуть істотно відрізнятись від значень знайдених з урахуванням всіх гармонік згідно із законом Джоуля-Ленца [3].

Інтегральні методи оцінки реактивної потужності багато в чому носять формальний характер і не відповідають вимогам, що пред'являються до них у трифазних мережах [3].

Огляд літературних джерел і аналіз інтегральних і частотних методів розрахунку реактивної потужності дозволяє зробити висновок про доцільність використання теорії миттєвої реактивної потужності, яка, на наш погляд, найповніше характеризує процеси обміну електромагнітною енергією в нелінійних навантаженнях.

### Література:

1. Маевский О, А. Энергетические показатели вентиляльных преобразователей. - М., Энергия, 1978.- 320 с.
2. Новосельцев А.В., Стрелков М.Т. Определение составляющих полной мощности в однофазных электрических сетях на основе интегрального, спектрального и статистического методов. - Киев. – 1986. - №59.
3. Яценко А.А., Руденко А.Б. Применение реактивной мощности Фризе к анализу энергопроцессов в нелинейных цепях // Тез.докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф. "Проблемы нелинейной электротехники". - Киев, 1988. - ч.2. - С.167-169.

УДК 621.326

Коржак Ю.- ст.гр.ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА КОНТРОЛЮ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

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

Впровадження єдиної системи комерційного обліку електроенергії на всіх рівнях електроенергетичної системи дозволить спростити систему взаєморозрахунків за спожиту електроенергію, а також підвищити точність та вірогідність її обліку [1].

Керування режимами електроспоживання є невід'ємною умовою забезпечення стійкої життєдіяльності сучасних промислових підприємств [1]. Зважаючи на неухильне зростання вартості енергоносіїв, в т. ч. електричної енергії, що призводить до зростання собівартості продукції, керування режимами електроспоживання є одним з найефективніших шляхів заощадження енерговитрат на підприємстві, підвищення рентабельності виробництва та отримання додаткової конкурентної переваги [2]. Слід також нагадати, що керування режимами електроспоживання на промислових підприємствах дозволяє знизити нерівномірність графіків навантажень енергосистеми, що позитивно відбивається на собівартості виробітку й передачі електричної енергії [2].

Впровадження автоматичної системи комерційного обліку електричної енергії відкриває підприємству широкі можливості щодо керування власним енерговикористанням, в т. ч. дозволяє: в реальному масштабі часу контролювати характеристики режимів електропостачання підприємства, здійснювати аналіз режимів електроспоживання з метою виявлення та наступного зменшення (усунення) втрат та непродуктивних витрат електроенергії, що призведе до зниження енергоємності продукції, а відповідно, до підвищення її конкурентоздатності; зменшить витрати підприємства на електроенергетичні ресурси без зниження рівня електроспоживання за рахунок вибору оптимальних тарифів під час розрахунків за електричну енергію; дозволить здійснювати керування режимами електроспоживання з метою оптимізації витрат на електричну енергію за найнижчими тарифними коефіцієнтами.

Відсутність базової концепції, яка б регламентувала послідовність організації вимірювального середовища автоматичної системи комерційного обліку електричної енергії. Це визначає актуальність створення інформаційної поетапної інфраструктури розподільних електричних мереж для забезпечення підтримки розв'язування технологічних задач контролю режимами електропостачання на промислових підприємствах.

### **Література:**

1. Коцарь О. В., Мазан В. В. Применение унифицированного протокола передачи данных коммерческого учета электрической энергии в АСКУЭ Головного оператора ОРЭ Украины // Энерг. и электрификация, 2005. — № 2.
2. Рабчинский С. А. Стадии и этапы создания интегрированных автоматизированных систем диспетчерского управления и учета электроэнергии // Энергетика и электрификация. — 2004. — № 2.

УДК 621.311

Кубів В.В.– ст. гр. ЕЕ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ ТА НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ МЕРЕЖІ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Особливої актуальності в останні роки набули проблеми якості електроенергії і надійності електропостачання. Існуючий стан якості електроенергії викликає в середньому скорочення терміну служби трансформаторів на два роки.

Дослідження проблеми якості електроенергії показали, що щорічні витрати від низької якості електроенергії складає декілька мільярдів доларів в рік.

Величезні суми щорічних збитків свідчать про практичне значення дослідження в області якості електроенергії на сучасному стані розвитку якості електроенергетики.

Однією з основних причин значних витрат від порушення надійності електропостачання являється зношення матеріальних ресурсів електроенергетичних підприємств. В даний час відмови, обумовлені старінням і поступовим зношенням, викликають серйозну стурбованість більшості енергооб'єднань. Це пов'язано з тим, що багато елементів енергетичних систем досягають критичного стану до кінця терміну своєї експлуатації [1,2]. В зв'язку з цим, необхідно провести подальше дослідження методів визначення фактичного зносу і залишкового ресурсу довготривалої експлуатації електрообладнання [3].

Отже, важливою задачею як в теоретичному так і в практичному аспекті є подальше дослідження методів оцінки старіння ізоляції електрообладнання і зміни надійності в процесі експлуатації.

В подальшому планується виконати дослідження закономірностей виникнення поступових відмов електрообладнання, обумовлених негативним впливом несинусоїдності і несиметрії напруги; розробити математичну модель функціональної надійності силових трансформаторів, яка враховує випадкові зміни несинусоїдності та несиметрії напруги, навантаження і умов оточуючого середовища; провести оцінку можливості використання розробленої моделі для прогнозування надійності в умовах експлуатації та на стадії проектування; розробити практичні рекомендації відносно допустимих границь несинусоїдності і несиметрії напруги, ефективності використання заходів щодо зниження негативного впливу вказаних факторів, яке дозволяє забезпечити необхідний рівень надійності, а також завантаження електрообладнання.

1. Надёжность систем энергетики и их оборудования. Справочник / Под общ. ред. Ю.Н. Руденко. В 4-х т. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – Т. 1. Справочник по общим моделям анализа и синтеза надёжности систем энергетики / Под ред. Ю.Н. Руденко. – 1994. – 480 с.

2. Саенко Ю.Л., Горпинич А.В. Показатели надёжности силовых трансформаторов в условиях пониженного качества электроэнергии // Зб. наук. пр. IV Міжнар. наук. конф. "Ефективність і якість електропостачання промислових підприємств". – Маріуполь, 2000. – С. 161 – 164.

3. Китушин В.Г. Надёжность энергетических систем: Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 256 с.

УДК 621.384.4

Кузь В.І.- ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ СВІЛОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ФОТОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДИНАМІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ ІЗ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Андрійчук В.А.

Випромінювання ультрафіолету широко застосовують у медицині для діагностики та лікування різних захворювань шкіри (екзем, псоріазу, фототерапії пухлин тощо), інших медико-біологічних дослідженнях. Лікувальна дія такого випромінювання залежить від застосованої довжини хвилі, інтенсивності, тривалості, локалізації та площі опромінення, а також від своєчасного виявлення змін реакції організму. Для розвитку фотомедичних технологій, зокрема фотоферезу, є потреба удосконалення пристроїв випромінювання із впровадженням контролю параметрів процесу й оцінюванням дози впливу на біооб'єкт (БО).

Моделювання динамічного імпульсного опромінення та контролю параметрів із застосуванням удосконалених оптико-електронних пристроїв (ОЕП) випромінювання для фотомедичних технологій.

Для підвищення ефективності лікувального сеансу опромінення при ФФ запропоновано використання динамічного випромінювання в імпульсному режимі, що створює додатковий стимуляційний ефект в об'ємі БО. Особливо ефективним є режим біорезонансного впливу на БО, за яким частоти стимуляції співпадають, або є кратними частотам біологічних процесів, що забезпечує значне підвищення ефективності лікування, у порівнянні з постійним режимом опромінення із незмінними у часі характеристиками.

На основі концепції оцінювання характеристик відбитої енергії від пошкодженої поверхні БО при керованому імпульсному випромінюванні ОЕП створена математична модель у просторі змінних станів. Цей підхід дозволяє провести оперативне оцінювання реакції БО обчислювальними методами та отримати функцію для програмно-керованого регулювання динамічними фотостимуляційними режимами ОЕП із контролем параметрів процесу для ефективного проведення фотомедичних технологій. Отримані результати підтверджують, що застосування цієї математичної моделі у просторі змінних станів та калманівської фільтрації не вимагає багатократних процедур для визначення достовірної оцінки стану БО за критерієм Неймана-Пірсона при заданій величині помилки і суттєво зменшує вірогідність помилкового прийняття рішення оператором. Це забезпечує своєчасну корекцію в лікуванні екзем, псоріазу та скорочує тривалість процедур фотомедичних технологій.

Запропонована математична модель процесу динамічного імпульсного опромінення поверхні біооб'єкту у просторі змінних станів забезпечує оптимізацію параметрів і отримання зворотного зв'язку про стан змін в організмі. Це дозволило удосконалити методи керування динамікою амплітудних, просторових і спектральних характеристик опромінення нових оптико-електронних пристроїв для їх широкого застосування з вищою ефективністю в нових технологіях фотоферезу.

### **Використана література:**

1. Круковская Л.П. Ультрафиолетовое излучение - его биологическая возде́йствие, приемники: Методическое пособие. – СПб.: СПбТПУ, 2009. –26 с.

УДК 621.136

Лецишин С. - ст. гр. ЕМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛА ТА ЕНЕРГІЇ З СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Коваль В.П.

Сонячна радіація може бути перетворена в корисну енергію, використовуючи так звані активні і пасивні сонячні системи. Пасивні системи впроваджують через проектування будівель і підбір будівельних матеріалів таким чином, щоб максимально використовувати енергію Сонця. До активних сонячних систем відносяться сонячні колектори. Також в даний час ведуться роботи по вдосконаленню фотоелектричних систем - це системи, які перетворюють сонячну радіацію безпосередньо в електроенергію.

Типовий сонячний колектор накопичує сонячну енергію в установлених на даху будівлі модульних трубок і металевих пластин, пофарбованих у чорний колір для максимального поглинання радіації. Вони вмонтовані в скляний або пластмасовий корпус і нахилені на південь, щоб вловлювати максимум сонячного світла. Таким чином, колектор являє собою мініатюрну теплицю, яка накопичує тепло під скляною панеллю. Оскільки сонячна радіація розподілена по поверхні, колектор повинен мати велику площу.

З метою підвищення енергоефективності перетворення сонячної енергії у електричну та теплову слід сумістити сонячний колектор та фотоелектричний модуль. Таке поєднання називають PV/T системою. В ній фотоелектричний модуль вловлює видимий спектр випромінювання, а колектор інфрачервоний. При цьому позитивним є те, що зменшення температури фотоелектричного модуля за рахунок підбору тепла колектором приводить до підвищення його ККД. Сукупне виробництво теплової та електричної енергії в одному пристрої приводить до зменшення площі, яку займає PV/T модуль в порівнянні із роздільним використанням її складових. Ці системи можуть з успіхом використовуватись для комплексного енергопостачання приватного будинку при виробництві гарячої води та електроенергії. При цьому можливе використання виробленої електроенергії для підвищення температури теплоносія (води) до необхідного рівня.

Проте в PV/T технології, яка є на даний час новою, є ряд проблем, які потребують вирішення:

- підвищення коефіцієнта теплопередачі від сонячних батарей до теплоносія та забезпечення рівномірного відбору теплової енергії;
- можливість виготовлення даних систем у гнучкому виконанні по аналогії до існуючих гнучких фотоелектричних модулів;
- відсутність стандартизованого методу оцінки енергетичної ефективності PV/T системи.

Отже, проведення робіт по дослідженню PV/T систем та розробці нових енергоефективних конструкційних рішень модулів є необхідне для зниження вартості одиниці виробленої енергії із сонячного випромінювання, що в перспективі приведе до підвищення попиту на нетрадиційні енергоносії. Це, безперечно, позитивно вплине на складну екологічну ситуацію в нашій природі.

УДК 621.326

Лисюк А.-ст. гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ НА ТЕПЛОВИЙ СТАН АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Асинхронні двигуни є найбільш розповсюдженими в системах електроспоживання. На них припадає приблизно 50% електроенергії, що споживається. Асинхронні двигуни потужністю до 400 кВт складають 80% від наявного парку електричних машин. Щорічно в Україні виходить з ладу 20 - 25% асинхронних двигунів, що спричиняє збитки 1 – 1.5 млрд. грн [3].

Основною причиною аварійності асинхронних двигунів є несиметрія напруги живлення мережі. За даними проведених досліджень [1] до 45% відмов асинхронних двигунів пов'язані з порушенням симетрії напруги на затискачах асинхронного двигуна. Поява напруги зворотної послідовності [2] призводить до нерівномірного розподілу струмів в обвитках трифазних асинхронних двигунів та зростання температури обмоток окремих фаз. Найбільш небезпечними [2] є несиметричні режими при зниженні напруги прямої послідовності. В цьому випадку ймовірно одночасне зростання струмів прямої та зворотної послідовностей, що призводить до додаткового нагріву обмоток статора та ротора, і в результаті, до пошкодження асинхронного двигуна. Вказані причини виходу з ладу асинхронних двигунів свідчать про актуальність проведення досліджень теплового стану асинхронних двигунів у тривалому режимі роботи та в режимі частого пуску з метою удосконалення систем контролю теплового стану та підвищення експлуатаційної надійності асинхронних двигунів при несиметрії напруги живлення мережі.

Вплив несиметрії напруги живлення на тепловий стан асинхронних двигунів досліджується наступними методами [3]: метод симетричних складових з використанням Т-подібної схеми заміщення при розрахунку електромеханічних характеристик асинхронного двигуна; метод симетричних складових з використанням системи диференціальних рівнянь у фазних обвитках статора і ротора при розрахунку пускових характеристик асинхронного двигуна; метод еквівалентних теплових схем при розрахунку теплового стану асинхронних двигунів; стандартизовані методи випробувань асинхронного двигуна для отримання електромеханічних і теплових характеристик при проведенні експериментальних досліджень асинхронного двигуна.

1. Жежеленко И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях / Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 262 с.

2. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Горпинич А.В. Влияние качества электроэнергии на надежность асинхронных двигателей // Промисл. електроенерг. та електротехн. – 2004. – №1. – С. 15 – 21.

3. Сорокинд Михаил. Асинхронные электродвигатели 0.4 кВ. Аварийные режимы работы // Новости электротехн. – 2005. – №2 (32). – С. 32 – 39.



УДК 621.326

Мартинюк Д.–ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ РОБОТИ СУМІЩЕНИХ ГЕНЕРАТОРІВ В СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Режим синхронізації роботи суміщених генераторів в системах автономного електропостачання є найбільш складним і відповідальним режимом роботи електричних машин [1]. У випадку помилки оператора чи неправильній роботі пристроїв синхронізації, що пов'язано з низькою точністю вибору або виміру початкових умов синхронізації, може призвести до непоправних аварій на електричних машинах.

Паралельна робота суміщених електричних машин споріднених потужностей з мережею, у якій можливі відхилення напруги та частоти, супроводжується збуреннями. Це призводить до порушення стійкості електрообладнання, виникненню асинхронного ходу та ресинхронізації [2, 4]. При цьому, не забезпечується ощадлива витрата палива та знижується коефіцієнт корисної дії обладнання при перетворенні енергії [5]. Вказані недоліки свідчать про зниження надійності роботи суміщених електричних машин.

Умови приведення суміщених електричних машин до стану, при якому можлива їхня синхронізація, вивчені недостатньо стосовно впливу показників якості електричної енергії (відхилення напруги та відхилення частоти) [3].

Тому, актуальним є дослідження умов забезпечення якості електричної енергії при паралельній роботі суміщених електричних машин. Дослідження спрямовані на створення удосконалених пристроїв синхронізації та розподілу навантажень, що дозволить забезпечити ощадливу, надійну та безпечну експлуатацію суміщених електричних машин.

Також, необхідно здійснити експериментальну перевірку коректності отриманих результатів на реальних об'єктах, щодо суміщеної роботи електричних машин та забезпечення їх синхронізації при паралельній роботі з мережею [3].

1. Маркович И.М. Режимы энергетических систем. – М.: Энергия, 1969. – 352 с.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1970. – 472 с.
3. Городский Д.А. Исследование условий синхронизации синхронных машин// Электричество. – 1939. – № 10–11. – С. 57–59.
4. Жданов П.С. Устойчивость электрических систем. – М.: Госэнергоиздат, 1948. – 399 с.
5. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях./ Жежеленко И.В., Рабинович М.Л., Божко В.М. – К.: Техника, 1981. – 160 с.

УДК 621.326

Матлюк О. – ст.гр. ЕМ<sub>мз</sub> – 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИ ВРАХУВАННІ ТЕМПЕРАТУРНО-ПОГОДНИХ ФАКТОРІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лучейко І.Д.

Системи теплопостачання та інші технічні системи, що безпосередньо взаємодіють з оточуючим середовищем, слід розглядати як складні природно-технічні системи. Це означає, що вибір технічних рішень при управлінні такими системами має ґрунтуватися на використанні відповідної метеорологічної інформації з метою вибору раціональних стратегій управління. Модель прогнозу оцінки метеорологічних режимів є першою ланкою в ланцюзі реалізації комплексу прогнозно-оптимізаційних розрахунків. Від точності останніх безпосередньо залежать результати усіх подальших обчислень, аж до остаточного прийняття технічних рішень щодо подачі тепла споживачам із урахуванням впливу метеорологічних умов.

Аналіз нормативів теплоспоживання в Україні та світі засвідчив великий потенціал енергозбереження та показав, що наші будівлі відрізняються по тепловому захисту від розвинених країн в 1,5-3 рази. Показник кількості «градусо-діб» є нормою для проектування, проте в Україні його застосування слабо розвинене. Існуюча нормативна база, що враховує показник «градусо-діб», направлена в основному на проектування, але доцільно проводити більш глибокий аналіз впливу погодних умов також і під час оцінки ефективності експлуатації та впровадження енергозберігаючих заходів.

В умовах недотримання температурного графіку теплопостачання під час проведення енергетичного обстеження будівель і в подальших розрахунках ефективності енергозберігаючих заходів важливим питанням є визначення реальних помісячних і погодинних температур у приміщеннях будівлі. Створення температурних карт приміщень для оцінки реального стану комфортних умов із урахуванням недотримання нормативних параметрів теплоносія, теплонадходжень, сонячної радіації та швидкості вітру потребує великої кількості вимірювань і часу.

У цих умовах зростає цінність систематизації існуючих показників ефективності, розробки методичних підходів до обґрунтування критеріїв оцінки ефективності функціонування систем теплопостачання (від виробника до споживача). Зважаючи на значний - близько 40 % потенціал енергозбереження, підвищення енергоефективності існуючих об'єктів теплопостачання є важливим питанням. Все більше уваги при цьому приділяється підвищенню якості теплопостачання та регулюванню, дотриманню комфортних умов у будівлях. Це потребує подальшого розвитку методик і моделей для урахування впливу температурно-погодних факторів, у тому числі для оцінювання ефективності систем теплопостачання, починаючи з етапу проектування, для ефективно експлуатації, під час проведення енергетичних обстежень будівель і впровадження комплексних енергозберігаючих проектів.

Виходячи з цього, актуальними є дослідження з підвищення ефективності теплопостачання при врахуванні температурно-погодних факторів. Крім цього, проблема метеорологічного забезпечення теплопостачання набуває особливої актуальності в сучасних умовах, коли відбуваються кардинальні зміни клімату на Землі в планетарному масштабі, пов'язані з розвитком процесів глобального потепління.

УДК 621.311.22

Мельник Т.- ст.гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

Стійка тенденція підвищення цін на енергоносії як на світовому, так і на внутрішньому ринку, з кожним роком загострює проблему енергетичної безпеки України. Тому ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів на основі широкого впровадження енергозберігаючих технологій є стратегічним напрямком державної політики України. Одним із шляхів підвищення ефективності використання первинного палива є впровадження сучасних когенераційних технологій сумісно з альтернативними джерелами тепла, що дозволяє підвищити ефективність і надійність систем енергоспоживання за рахунок комплексного використання різних відновлюваних джерел енергії.

Основними стримуючими факторами розвитку систем розподіленої генерації є відсутність технічних можливостей ефективного використання переваг когенераційних технологій автономними споживачами малої потужності. Це зумовлено невідповідністю графіків електричного і теплового навантаження споживача відповідним графікам когенераційної установки, їх значною добовою і сезонною нерівномірністю та низькою ексергетичною ефективністю системи в цілому.

Вирішити задачу ефективного використання когенераційних технологій і підвищення конкурентоспроможності систем альтернативного теплопостачання можливо за рахунок впровадження інтегрованих систем енергозабезпечення (ІСЕ), що поєднують когенераційні установки малої потужності і додаткові (альтернативні) джерела тепла. Завдяки такої інтеграції стає можливим зняття більшості обмежень та недоліків, що властиві окремо кожній системі.

Тому задача дослідження та науково-технічного обґрунтування ІСЕ на основі когенераційних установок малої потужності з використанням додаткових альтернативних джерел енергії (сонячної, геотермальної, низькопотенційного тепла ґрунту, водоймищ, промислових і побутових скидань та ін.) для ефективного комбінованого енергозабезпечення промислових і комунально-побутових споживачів є дуже актуальною.

Таким чином, можна сформулювати науково-технічну проблему – підвищення ефективності використання когенераційних установок малої потужності та альтернативних джерел енергії шляхом інтеграції їх до єдиної системи та визначення умов і режимів ефективного функціонування інтегрованої системи.

### **Література:**

Стан та перспективи розвитку когенерації в Україні // Первая в Украине Международная конференция “Когенерация в промышленности и коммунальной энергетике” 18-20 жовтня. – К. : 2004, Україна. — 275 с.

УДК 621.326

Откидач С.- ст.гр. ЕМм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В СМТ.ШУМСЬК ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ

Науковий керівник: д.т.н., доцент Тарасенко М.Г.

Для виконання розрахунків з підвищенням ефективності енергоресурсів за рахунок встановлення твердопаливних котлів в якості прикладу було використано котельню в смт. Шумськ. Безпосереднє встановлення твердопаливних котлів подане на рис. 1.

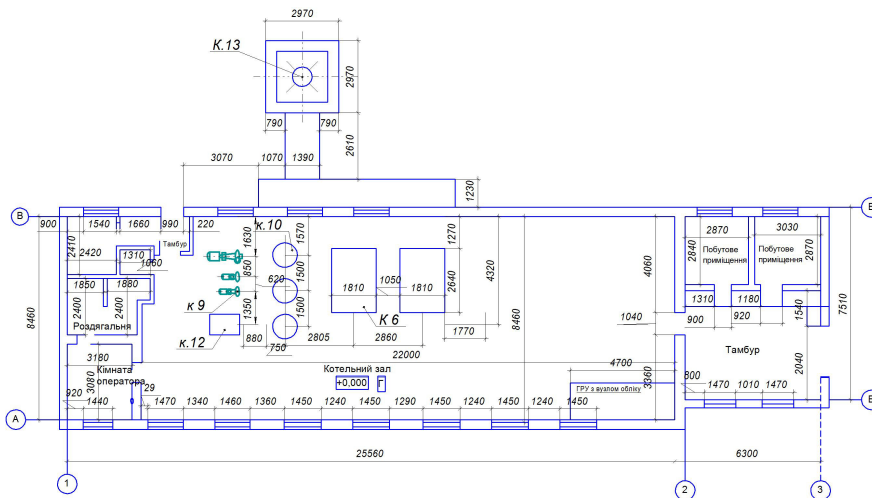


Рисунок 1 – Реконструкція котельні зі встановленням твердопаливних котлів.

В якості опалювальних елементів планується встановити твердопаливні котли імпортного виробництва фірми Kalvis, потужністю 1250 кВт. Із завантаженням палива зверху і спереду.

Твердопаливні котли Kalvis дуже добре зарекомендували себе на ринку котлів під тверде паливо, з чим пов'язаний великий попит на них. Переваги цих котлів: Високий коефіцієнт корисної дії (ККД) - не менше 82%; Тривалий час горіння - від 8 до 12 годин; Не вимогливість до палива - можна використовувати дрова будь-якої якості (дрова, деревні відходи, тирсові і торф'яні брикети) з вологістю до 35%; Відмінною рисою котлів Калвіс є велика камера завантаження, що забезпечує тривалий час горіння і високий ККД; Вага котлів Kalvis більше в порівнянні з котлами аналогічної потужності інших виробників, що свідчить про більшу товщину металу і гарантує тривалий термін служби; Функціональність: наявність механічного терморегулятора, є можливість вмонтувати змійовик аварійного охолодження та електронагрівальні елементи.[1]

Виконані мною розрахунки показують, що заміна котлів з газових на твердопаливні яскраво демонструють економію грошових коштів орієнтовно в 5 раз.

За рахунок встановлення твердопаливних котлів, в якості енергоресурсу виступають торф'яні брикети які розміщені на території області.

### Література:

1. Нікіторович О.В. Особливості роботи твердопаливних котлів – 2008. – С. 43-48.

УДК 621.384

Понятишин І.В- ст.гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЕЗОЕЛЕКТРИЧНІ ТРАНСФОРМАТОРИ ЯК БАЗОВІ ЕЛЕМЕНТИ ДЛЯ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ РОЗРЯДУ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОЇ ЛАМПИ**

Науковий керівник: к.т.н., Белякова І.В.

Протягом останнього десятиліття спостерігається активне впровадження високочастотних пускорегулюючих напівпровідникових апаратів (НПРА) для запалювання розряду та стабілізації струму люмінесцентних ламп (ЛЛ) у побутових і промислових освітлювальних пристроях. Тому важливим напрямком у розробленні високочастотних НПРА є заміна електромагнітних елементів п'єзоелектричними трансформаторами, які за своїми характеристиками подібні до трансформаторів з розсіюванням, але мають значно меншу масу та габарити і не потребують налаштування. Це дозволить усунути основні недоліки, які перешкоджають широкому впровадженню НПРА.

Відомі конструкції напівпровідникових пускорегулюючих апаратів є перетворювачами струму мережевої частоти в струм підвищеної частоти, які містять необхідні вузли для підтримки оптимального режиму запалювання і роботи лампи, а також пристрої контролю роботи ламп та засоби захисту від аварійних режимів. НПРА, як правило, містять такі вузли: мережевий вузол захисту, фільтр електромагнітних завад, випрямляч, коректор коефіцієнта потужності, високочастотний інвертор напруги.

На даний час відомі конструкції, в яких п'єзоелемент використовується для запалювання електричного розряду і стабілізації струму газорозрядної лампи. Їх можна розділити на дві групи :

- пристрої запалювання газорозрядних ламп (ГРЛ);
- пристрої запалювання та стабілізації розряду люмінесцентних ламп.

П'єзотрансформатор має максимальний ККД при значенні струму навантаження, і спадає при зменшенні або збільшенні струму навантаження ПТ відносно його номінального значення. Величина ККД залежить також від рівня напруженості вхідного електричного поля.

Слід зазначити, що п'єзотрансформатори Розена, які мають низьке значення вихідних струмів, можуть бути використані у пристрої запалювання газорозрядних ламп і системах живлення лампи зі значеннями робочих струмів люмінесцентних ламп із холодним катодом.

Розглядалася традиційна схема електронного ПРА зі складним резонансним контуром і схема на основі п'єзотрансформатора. Застосування п'єзотрансформатора дозволяє відмовитися від індуктивних і конденсаторних компонентів, які використовуються у звичайних НПРА, що підвищує надійність і знижує собівартість виготовлення НПРА.

При роботі п'єзотрансформатора комутація в колі стабілізації струму здійснювалася в режимі комутації при нульовій напрузі, що істотно знижує втрати в ключі. Крім того, внутрішня вхідна ємність п'єзотрансформатора поліпшує роботу мостових ключів, тому що працює як демпфер.

Встановлено, що при розрахунку параметрів ПТ з підігрівними секціями для вихідної секції ПТ слід вибрати режим максимального ККД, а для підігрівних секцій - режим максимальної потужності (другий узгоджений режим). Крім того вихначено, що підігрівні секції ПТ струму в схемах безстартерного включення ЛЛ споживають не більше 5 % кожна від вихідної потужності п'єзотрансформатора в робочому режимі лампи.

УДК 621.326

Прокопів Н.-ст.гр.ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОБУДОВА МОДЕЛІ КОРЕКЦІЇ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕКУЧИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

До недавнього часу в Україні була відсутня достатня кількість і специфікація вітчизняних засобів обліку електроенергії і контролю параметрів режимів електроспоживання промислових підприємств в умовах енергоринку[1].

В процесі аналізу існуючих методів і засобів контролю електроспоживання [3] слід враховувати, що електрична енергія, як і будь-яка інша продукція, володіє не тільки кількісними, але й якісними характеристиками. Отже, комплексний контроль електроспоживання передбачає не тільки облік потужності електроенергії, але і контроль показників якості електроенергії.

Аналіз стану якості електричної енергії на промислових підприємствах і його впливу на ефективність використання електричної енергії [2] доводить необхідність вжити дієвих заходів, спрямованих на нормалізацію режимів елетроспоживання. Першим кроком у вирішенні цієї проблеми, безсумнівно, є організація на підприємстві достовірного обліку електроенергії та оперативного контролю за текучими параметрами режиму електроспоживання з метою ефективного управління енерговикористанням такого контролю можливий тільки на основі високопродуктивних автоматизованих систем контролю електроспоживання [2].

Питанням дослідження і корекції похибок вимірювальних трансформаторів струму присвячено безліч робіт [1,2]. В роботах [1,2,3] докладно описаний ряд рішень, що дозволяють знизити похибки трансформатора струму на стадії їх проектування та виготовлення. До них відноситься виткова корекція, компенсація, заснована на властивості феромагнітних матеріалів змінювати свою магнітну проникність в залежності від магнітної індукції (спрямування кривої намагнічування, підмагнічування магнітопровода, створення нульового потоку і т.д.). Що стосується зниження похибки трансформатора струму в експлуатації, то в цьому випадку застосовують методи корекції похибок за допомогою застосування різного роду додаткових пристроїв. Так, в [2,3] описані способи корекції похибок трансформатора струму за допомогою електронних блоків.

Результати припущених досліджень підтверджують необхідність корекції похибок вимірювальних трансформаторів при використанні їх в автоматизованих систем електроспоживання для обліку електроенергії і контролю текучих параметрів режимів електроспоживання. У зв'язку з цим пропонується робота присвячена методиці корекції амплітудної (струмової) похибки трансформатора струму шляхом застосування повздовжньо - ємнісної компенсації індуктивного опору вторинної вітки трансформатора струму з урахуванням величини результуючої кутової похибки при визначенні потужності та електричної енергії.

1.Вавин В.Н. Трансформаторы тока. - М.-Л.: Энергия, 1966. – 105 с., ил.

2.Gretu A., Agafitei E. Исследование автоматической компенсации погрешностей трансформаторов тока путем использования электронного усилителя малой мощности, соединенного со вспомогательным трансформатором // Institut Politehnicdin Jasi Buletimul. - sec.3. – 1974. – V.20, №3/4. – Н. 57 - 67.

3.Танкевич Є.М. Первинні вимірювальні канали систем комплексної автоматизації електроенергетичних об'єктів // Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 05.14.02 – К., 2004. – 444 с.

УДК 621.327

Проців Х.Б. - ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РІЗНОСПЕКТРАЛЬНІ ТЕПЛИЧНІ СВІТЛОДІОДНІ ОПРОМІНЮВАЧІ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.

Тепличні господарства займають важливе місце в агропромисловому комплексі України, оскільки вирішують важливу проблему забезпечення населення свіжими овочами та квітами протягом цілого року, у них здійснюються селекційні роботи для отримання високопродуктивних сортів рослин, вирощуються лікарські рослини, проводяться дослідження з пошуку нових шляхів інтенсифікації виробництва та раціонального використання електроенергії при штучному опроміненні рослин. Постійне зростання вартості електроенергії зумовило необхідність наукового обґрунтування та розробки енергоефективного світлотехнічного обладнання з сучасними високоефективними джерелами випромінювання і вироблення на їх основі нових технологічних схем світлокультури рослин, здатних значно знизити енергоспоживання опромінювальних установок та підвищити продуктивність рослин при вирощуванні їх у закритому ґрунті. Побудова нових світлотехнічних приладів з використанням високоефективних джерел випромінювання є актуальним, оскільки приводить до зниження енергоспоживання в агропромисловому комплексі.

У переважній більшості в опромінювальних установках використовуються адаптовані для рослинництва розрядні лампи високого тиску. Основними їх перевагами є висока енергетична ефективність та потужність. До недоліків слід віднести те, що тільки третина спожитої ними енергії перетворюється у фотосинтезноактивне випромінювання. Додаткова споживана кількість енергії позначається на собівартості продукції. У даний час інтенсивно вивчають альтернативні джерела світла – світлодіоди. За останні роки їх світловіддача значно зросла і досягає 100 лм/Вт, що дає підстави вважати їх перспективними для тепличного рослинництва. Невеликі розміри і маса світлодіодів дозволяють зробити конструкцію опромінювальних установок малогабаритною і мобільною, а відсутність чи мала частка інфрачервоного випромінювання дає змогу максимально наблизити таку опромінювальну установку до вирощуваних рослин. Великий асортимент світлодіодних джерел з вузьким спектральним розподілом, який охоплює весь видимий діапазон та ближню ультрафіолетову та інфрачервону зону випромінювання, дозволяє створити опромінювальні установки із заданим спектральним розподілом випромінювання.

Метою роботи було запропонувати опромінювачі з комбінацією різноспектральних світлодіодів, які забезпечать потік випромінювання, максимально наближений до спектральної чутливості середнього зеленого листка рослини. Оцінка проводилась за отриманим фотосинтезноефективним потоком випромінювання (фітопоток), повним потоком фотосинтезноактивної радіації та рекомендованими співвідношеннями між потоками квазімонохроматичного випромінювання у різних діапазонах видимого спектру.

Для отримання оптимального спектрального розподілу випромінювання використано різну кількість світлодіодів фірми Osram різного кольору свічення.

Оцінка ефективності отриманого спектру випромінювання проводилась згідно розробленої методики і комп'ютерної програми на основі порівняння спектру випромінювання опромінювача та спектральної чутливості середнього зеленого листка рослини. Запропоновано різні комбінації різної кількості та типів світлодіодів, які забезпечують необхідний розподіл випромінювання згідно з рекомендаціями для різного типу рослин.

УДК 621.326

Стефанюк В.- ст.гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕНАПРУГ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ ПРИ ОДНОФАЗНОМУ ЗАМИКАННІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Однофазні замикання на землю, що виникають у розподільчих мережах з ізолюованою нейтраллю є переважним видом ушкоджень і складають більше 75% від загального числа [2]. Перенапруги при однофазних замиканнях на землю знижують електричну міцність ізоляції кабелів, призводять до пробую, спрацювання пристроїв релейного захисту [1,3]. Це визиває відмови в роботі електричного обладнання, є причиною тривалих простоїв технологічного устаткування, додаткових витрат на ремонт обладнання що, в кінцевому рахунку, призводить до зменшення продуктивності роботи підприємств.

Переважає більшість методів дослідження [2] проходження перехідних процесів при однофазних замиканнях на землю у розподільчих мережах не враховували повною мірою зміни параметрів мереж живлення у фазах, а також опір кола замикання на землю. Це не дозволяє провести оцінку залежностей коефіцієнта повноти замикання та згасання амплітуд вільних складових потенціалів фаз на нейтралі розподільчих мереж, та прогнозувати протікання перехідного процесу в місцях короткого замикання в мережах з ізолюованою нейтраллю.

Важливим питанням для розподільчих мереж 6-10 кВ є необхідність зниження рівнів перенапруг при однофазних замиканнях на землю за рахунок визначення раціональних засобів їх обмеження [1]. При цьому виникає необхідність дослідження комплексного застосування різних методів, які пов'язані з використанням засобів обмеження перенапруг у розподільчих мережах [1]: високоомних резисторів у нейтралі; міжфазних ємностей і нелінійних обмежувачів перенапруг [3]. Це дало б можливість знизити ймовірність виходу з ладу силових кабелів, електрообладнання, зменшити витрати на виконання поточного ремонту, скоротити простої технологічного електричного устаткування та підвищити продуктивність роботи підприємств.

Питанням обмеження перенапруг від дугових замикань на землю присвячені роботи провідних вчених: Петерсена, Петерса і Слепяна, Белякова М.М., Ліхачова Ф.А., Дударєва Л.Ю., Самойловича І.С., Дергільова М.П.[2]. Однак в даних роботах мало досліджено вплив опору кола замикання на землю на рівні перенапруг при однофазних замиканнях на землю, що дало б можливість прогнозування на процесів формування перенапруг і визначати заходи щодо їх мінімізації та підвищення ефективності роботи мережі.

Тому актуальністю даної роботи є підвищення ефективності та надійності роботи розподільчих мережах з ізолюованою нейтраллю.

1. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. *Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах.* - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 464 с.
2. Беляков Н.Н. *Анализ поврежденный от замыканий на землю в кабельных сетях // Электрические станции.* - 1952.- №6.- С. 64-66.
3. *Правила устройства электроустановок.* - М.: Атомиздат, 1979



УДК 621.326

Тарас І.- ст.гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗНЕСТРУМЛЕНИХ СПОЖИВАЧІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Ефективність електропостачання споживачів значною мірою залежить від технологічного стану ЕМ (електричних мереж). При цьому електричні мережі як об'єкти, які функціонують протягом тривалого часу, піддаються різним зовнішнім впливам та процесам старіння, що призводить до зниження рівня надійності електропостачання споживачів. У такому випадку, аварійні ситуації, як правило, супроводжуються довготривалими знеструмленнями споживачів електричної енергії.

Причинами виникнення порушень процесу нормальної експлуатації розподільних ЕМ є планові вимкнення для виконання планово-попереджувальних та капітальних ремонтних робіт обладнання мереж, а також аварійні вимкнення, що обумовлені стійкими або нестійкими короткими замиканнями (після автоматичного повторного вмикання лінія ЕМ залишається в роботі).

Для вдалого виконання процедури ВЕС (відновлення електропостачання знеструмлених споживачів) потрібна формалізація дій ОП (оперативно-диспетчерського персоналу) і вибір ним оптимальних дій впродовж усього процесу відновлення електропостачання знеструмлених споживачів в ЕМ. Особливу актуальність і ефективність в даному випадку мають такі заходи з підвищення керованості ЕМ, які не потребують значних капітальних витрат. Одним із таких заходів є розробка та застосування програмних "порадників" ОП, мета яких полягає в раціональній організації дій ОП та виключення можливих його помилок в процесі ліквідації аварійних ситуацій в ЕМ.

Одним із пріоритетних напрямків науково-практичних досліджень в області електроенергетики є підвищення рівня керованості енергетичних систем та об'єктів. Вагоме значення при цьому приділяється підвищенню ефективності керування розподільними електричними мережами. Процеси керування електричними мережами досить складні та динамічні, а їхня автоматизація пов'язана із серйозними теоретичними та практичними труднощами.

Найбільшого поширення в аспекті розв'язання задачі ВЕС набули методи та засоби штучного інтелекту. Останні застосовуються для розв'язання задач, які важко формалізувати або процес розв'язання яких, як правило, базується на експертних знаннях про об'єкт дослідження

На підставі проведених досліджень ефективності відомих методів та засобів [1] для розв'язання оптимізаційної задачі ВЕС визначено, що в аспекті отримання практичних результатів доцільним є використання ГА (генетичних алгоритмів). Існуючі засоби, побудовані на основі ГА (зарубіжні аналоги), не достатньо ефективні при розв'язанні задачі ВЕС, необхідні покращені шляхи вирішення даної проблеми.

### **Література:**

1. Лук'яненко Л. М. Сучасні методи та засоби розв'язання задачі відновлення електропостачання знеструмлених споживачів в електромережах / Л. М. Лук'яненко // Техн. електродинаміка. Тем. випуск. Силова електроніка та енергоефективність. – 2007. – Ч. 5. – С. 89–92.

УДК 621.326

Цушко О. – ст.гр. ЕМ<sub>МЗ</sub> – 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ІНДИВІДУАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ ПУНКТАМИ**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Тарасенко М.Г.

У системах централізованого теплопостачання традиційно використовувалось центральне регулювання відпуску теплоти. Це означає, що витрати води, що циркулює в системі (теплоносій) на потреби опалення, залишається незмінним протягом усього опалювального періоду, а кількість теплоти, що подається, регулюється теплопостачальною організацією шляхом зміни її температури у відповідності до затвердженого температурного графіку. В результаті у періоди збільшення температури зовнішнього повітря до житлових будинків із теплових мереж надходить надлишкова кількість теплоти. У цей період з метою економії теплової енергії необхідно здійснювати регулювання відпуску теплоти у самому будинку. Але єдиним способом зменшення теплонадходжень у більшості будинків до цього часу залишається лише додаткова вентиляція через відкривання вікон і квартир. Такий метод регулювання відпуску теплоти не враховує індивідуальні особливості кожної будівлі, режим роботи, властивості огорожувальних конструкцій. Все це негативно позначається на ефективності використання енергії і якості мікроклімату у приміщеннях.

Останніми роками перевагу при опаленні будівель віддають індивідуальним тепловим пунктам (ІТП). Оснащення ІТП може бути різним, але, як правило, ІТП включають теплообмінники для систем гарячого водопостачання, циркуляційні насоси систем опалення і гарячого водопостачання, регулятори температури гарячої води і регулятори відпуску теплоти на опалення будівель з врахуванням їх характеристик і режиму роботи, вузол обліку теплоти та інші супутні елементи.

Застосування пластинчастих теплообмінників в ІТП дозволяє забезпечити економію завдяки регулюванню параметрів подачі теплоносія в місцеву систему опалення. Монтаж засобів автоматизованого регулювання подачі теплоносія в ІТП дозволяє оптимізувати витрати теплової енергії в різний час доби і знизити за рахунок цього теплоспоживання в будівлі. Крім того, теплообмінник відокремлює систему опалення будівлі від розподільної мережі центрального опалення, дозволяє виключити розбір на гаряче водопостачання дорогого теплоносія з системи опалення, зменшує небезпеку корозії опалювальних трубопроводів, незалежно від якості теплоносія.

Встановлення ІТП у житлових будинках дозволить зменшити металоемність системи теплопостачання в 2 рази; знизити капітальні вкладення в матеріали й будівельні конструкції на 40...45%; скоротити розрахункову поверхню нагрівання теплообмінника на 25...30%; повністю вирівняти графік добового гарячого водоспоживання й зменшити тепловтрати в навколишнє середовище до 20% у порівнянні з центральним тепловим пунктом; зменшити теплові втрати в межах установки, що становлять 0,5...1%, за рахунок ізоляції прошивними матами; підвищити якість теплопостачання в цілому за рахунок здійснення місцевого кількісно-якісного регулювання на ІТП.

Підвищення ефективності роботи та експлуатації теплопостачальних систем за рахунок розробки і впровадження нових ресурсозберігаючих технологій і установок є досить актуальною науково-технічною проблемою. Перелік невирішених питань щодо вдосконалення систем централізованого теплопостачання вимагає проведення наукових досліджень і розробки рекомендацій для їх практичного застосування.

УДК 621.326

Шегера К. - ст. гр. ЕМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ СОНЯЧНИХ PV-ПАНЕЛЕЙ**

Науковий керівник: к.т.н. Коваль В. П.

Необхідність застосування систем автономного електрозабезпечення виникає з різноманітних причин: уникнення перебоїв постачання енергії, особливо для таких споживачів як медичні установи чи високотехнологічне виробництво; підвищення якості електроенергії. Сьогодні в енергетичній системі України не задовольняють дані умови. Так наприклад перерви в електропостачанні можуть складати близько 10 % від загального часу електропостачання протягом року, тоді як у західних країнах цей показник коливається в межах 0,1 %. Відповідно впровадження автономного електрозабезпечення допоможе вирішити ці проблеми в місцях де вони постають найбільш гостро.

Як джерело електроенергії в таких системах актуальними і доцільними на сьогодні є відновлювані джерела енергії, а зокрема сонячна енергетика. Основним елементом для отримання сонячної електроенергії є кремнієві фотоелектричні модулі, ККД яких досягає 20 %. На разі вартість отримання чистого кремнію є досить велика, яку можна співставити з вартістю отримання збагаченого урану для електростанцій. Розглянемо структуру систем автономного електрозабезпечення на основі сонячних фотоелектричних панелей. Така установка містить три основні компоненти: PV-модулі з рамами для сонячних панелей, інвертор, лічильник. Далі система під'єднується до мережі будинку.

Перевагами використання автономних систем є: загальнодоступність і невичерпність електроенергії, її безпека для навколишнього середовища. Недоліки: вплив погодних умов та зміни дня і ночі; необхідність догляду за панелями та їх періодична чистка; елементи та матеріали, які тут використовуються, не є широко доступними, а напрочуд досить дорогими.

Сьогодні електроенергія, яку отримуємо від Сонця є найдорожчою з усіх відновлюваних джерел енергії. Дешевшою є навіть вітрова енергія, але пропри це сонячна енергетика є перспективною і вважається «популярною». Провідні фахівці називають Китай потенційним лідером у виробництві систем для отримання сонячної електроенергії. Деякі виробники заявляють, що готові продавати такі системи дешевше, ніж коштує їх виробництво. Такі кроки спрямовані на завоювання більшої частки дуже перспективного ринку. Отже, надіємося що об'єднання західних технологій та азійських виробників і, як наслідок, перехід до масового виробництва фотоелектричних панелей зробить сонячну енергію найдешевшою, що допоможе уникнути використання традиційних джерел енергії.

УДК 621.326

Юрковський І. -ст.гр.ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ МЕРЕЖІ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА БАЗІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Консультант: асистент Сисак І. М.

В сучасних умовах важливого значення набуває проблема підвищення якості електричної енергії. Система електропостачання промислових підприємств і міст та інші багатофазні системи різного призначення характеризуються тривалими усталеними несиметричними режимами. Ці режими обумовлені особливостями технологічних процесів і конструктивною побудовою елементів. В багатьох випадках показники якості, до переліку яких входить і несиметрія напруг, не відповідають нормам, встановленим діючим стандартам. Це веде за собою масштабні негативні наслідки.

Основним заходом при симетруванні режимів багатофазних систем є використання статичних компенсуючих пристроїв поперечної структури. Вони коригують складові струмів зворотної послідовності в місцях, де підключені несиметричні навантаження.

Проте, використання компенсуючих пристроїв вимагає високих втрат встановленої потужності устаткування, що не рідко перевищують потужність симетруючих навантажень. Тому особливої актуальності набуває пошук нових шляхів, спрямованих на підвищення економічності технічних заходів по нормалізації якості електроенергії в системах електропостачання з несиметричними елементами.

У багатьох випадках корекція несиметричних режимів може бути ефективно здійснена на основі методів симетрування напруги. Реалізація цих методів у багатофазних системах з ізольованою нейтраллю з допомогою зміни схем і параметрів системи електропостачання і застосування статичних компенсуючих пристроїв різної структури дозволяє істотно зменшити приведені витрати, пов'язані з підвищенням якості електроенергії і понизити встановлену потужність електроустаткування.

Проте, ряд невирішених проблем, таких як відсутність конкретних рекомендацій по їх застосуванню при побудові системи електропостачання, недостатньою вивченістю питань, схемної реалізації статичних компенсуючих пристроїв різного функціонального призначення, перешкоджає широкому використанню на практиці методів симетрування напруги.

Основні труднощі виникають при математичному описі багатофазних систем, які містять компенсуючі пристрої і несиметричні елементи повздовжньо-поперечної структури, недостатній розвиток якого ускладнює визначення параметрів пристроїв для симетрування напруги.

1. ВАСЮТИНСКИЙ С Б . Вопросы теории и расчета трансформаторов. - Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1970, - 432 с.
2. ШИДЛОВСКИЙ А.К., МОСТОВЯК И.В., КУЗНЕЦОВ В.Г. Анализ и синтез фазопреобразовательных цепей. - Киев: Наук, думка, 1979. - 252 с.
3. ФЕДОРОВ А.А., СЕМИЧЕВОКИЙ П.И. Методика расчета дополнительных потерь, обусловленных высшими гармониками. – Промышленная энергетика, 1978, № 12, с.29-31.

УДК 536.73

Ясин В.М. – ст. гр. ЕМ<sub>мз</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

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

Енергетична криза 1972 р. дуже гостро порушила питання про необхідність розробки нових джерел енергії та широкомасштабного використання поновлюваних джерел енергії (у тому числі сонячної енергії). У 2002 р. цій проблемі вперше був присвячений Світовий Саміт сталого розвитку в ПАР, проведений на рівні глав держав. На ньому було ухвалено рішення про підвищення обсягів енергії, одержуваних від поновлюваних джерел у всіх країнах до 5 % в їхньому енергобалансі до 2010 р.

Річна потреба України в енергоносіях для теплопостачання її житлово-комунального господарства дуже велика й становить 74,5 млн. тонн умовного палива (т.у.п.) у рік. Тому актуальним є використання для цієї мети поновлюваних джерел енергії. Утилізація енергії Сонця є дуже перспективним напрямком економії енергоресурсів у зв'язку з виснаженням світових запасів нафти й газу, а також проблемою забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння твердих палив. Технологією утилізації енергії сонячного випромінювання, найбільш підготовленої для практичної реалізації забезпечення комунально-побутових потреб населення, є сонячне нагрівання води.

Національна енергетична стратегія України на період до 2030 року передбачає різко збільшити випуск у країні обладнання для систем сонячного гарячого водопостачання (ССГВП), зокрема, передбачається випустити та встановити близько 2,0 млн. м<sup>2</sup> сонячних колекторів (СК), що дасть можливість забезпечити значну економію, оскільки досвід експлуатації ССГВП в Україні показав, що 1 м<sup>2</sup> СК дає економію від 0,1 до 0,15 т.у.п. за сезон залежно від їхньої ефективності й широти місцевості. Таким чином, великомасштабне використання ССГВП в Україні дозволить до 2030 року заощадити в рамках прийнятої стратегії 204 тис. т.у.п.

Сонячні колектори є основними елементами ССГВП – вони в основному визначають їхню ціну, ефективність та термін служби й таким чином формують собівартість вироблюваної гарячої води, яка є основним критерієм економічної оцінки сонячного ГВП.

В останні роки наукові дослідження з геліотехнічної тематики в Україні ведуться широким фронтом. У Національній академії наук створений новий підрозділ – Інститут відновлюваної енергетики. Його фахівці вже випустили два видання Атласу ресурсів поновлюваних джерел енергії по регіонах України. У системі вищої освіти України недавно введена нова спеціальність «Поновлювані джерела енергії».

Дотепер задача створення вискоєфективних конструкцій ССГВП, у першу чергу СК та інших елементів геліосистем, остаточно поки не вирішена. Тому розробка, моделювання й оптимізація елементів геліосистем (сонячних колекторів проточного й акумулюючого типів, проміжних теплообмінників та теплоакумуляторів) є досить актуальними.

Секція:

**Радіоелектронні біотехнічні системи**

УДК 004.891:614.47:612.19:612.06

Беляєва Н. А.—ст. гр. РМм-51, к.м.н., доц. Гевко О. В., к.т.н., доц. Яворська Є. Б.  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРВАЛУ Q-A ДЛЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ  
ПЕРИФЕРИЧНОГО КРОВООБІГУ**

Науковий керівник: к. м. н., доц. Гевко О. В.

Час розповсюдження пульсової хвилі або інтервал  $Q-\alpha$  є одним з найбільш інформативних показників для діагностування дисфункції ендотелію судин. Вчасно виявивши відхилення даного показника від норми, лікар зможе уникнути подальших можливих наслідків у пацієнта таких як: атеросклероз, гіпертонічна хвороба, коронарна недостатність, інфаркт міокарда, тощо. Відповідно, спрощення розрахунку часу розповсюдження пульсової хвилі є актуальною задачею як для кардіології так і для судинної хірургії. Час розповсюдження пульсової хвилі - час, за який пульсова хвиля проходить певну ділянку артеріальної системи. Для визначення інтервалу  $Q-\alpha$  використовують запис електрокардіосигналу, зареєстрованого синхронно з реовазосигналом. Вимірюється відрізок часу від початку пульсової хвилі реовазосигналу до піку Q-зубця електрокардіосигналу. Даний відрізок відповідає часу напруження при фазовому аналізі систоли шлуночків. Відбирання даних сигналів не створює додаткових затрат ні матеріальних, ні часових.

Існують численні повідомлення про використання інтервалу  $Q-\alpha$  для оцінки параметрів периферичного кровообігу. Зокрема В. П. Подпалов використовував венооклюзивну плетизмографію, при цьому відслідковував за зміною пульсового кровоплину в передпліччі при проведенні проби з реактивною гіперемією. Визначення інтервалу  $Q-\alpha$  в цьому випадку було занадто трудомістким та з підвищеним впливом завад. Також, у науковій літературі, зокрема у дослідженнях Полонецького Л. З. та співавт. висвітлено, визначення замість часу, швидкості поширення пульсової хвилі за допомогою імпедансної плетизмографії, проте цей метод також є надзвичайно трудомістким. Тому, оперативне визначення інтервалу  $Q-\alpha$  при синхронній реєстрації електрокардіо- та реовазосигналів є досить перспективним завданням, так як його відхилення від норми, вказує на підвищення або зниження тону магістральних судин, що і призводить до розвитку патології.

Створюється математична модель спільна для реовазо- та електрокардіосигналів, яка виділятиме на передній план інтервал  $Q-\alpha$ , як параметр своєчасної діагностики патології серцево-судинної системи. Створення такої математичної моделі дасть змогу створити програмне забезпечення у комп'ютерних системах для запису та аналізу реовазо- та електрокардіосигналів, яке уможливить автоматизацію аналізу сукупності реовазо- та електрокардіосигналів з метою попередження патологічних змін у серцево-судинній системі людини.

Дослідження виконані на базі кафедри біотехнічних систем ТНТУ імені Івана Пулюя (НДР ДІ 191-12, № д. р. 1112U002206).

УДК 004.78:617.3:616.7:612.7:519.7

Бентковський Т. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА МЕТОДУ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОТЕЗОМ ПЕРЕДПЛІЧЧЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Яворська Є.Б.

Протезування – компенсація відсутньої кінцівки, або лікування спеціальними апаратами порушеної функції апарата руху та опори за допомогою механічних пристроїв. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я в світі нараховує приблизно 320 млн. людей з ампутованими кінцівками. Згідно статистики в Україні щороку виконуються більше 10 тис. ампутацій кінцівок на різних сегментах і рівнях. Вони потребують заміни втраченої кінцівки за допомогою протезуванням. Сучасні протези в більшості випадках виконують тільки косметичну функцію. Дослідження показали, що за допомогою біоелектричних потенціалів, які присутні на ампутованих кінцівках, можна керувати протезом так само як втраченою кінцівкою. В даному напрямку працюють дві компанії Touch Bionic ( Шотландія) та RSLSteeper ( Англія ).

Існує декілька методів за допомогою яких здійснюється керування протезом кінцівки. Одним із таких є метод електроміографії, який надає можливість відбору біоелектричного потенціалу з поверхні шкіри. Такий спосіб керування є найбільш близький до природного. Всяке скорочення (напруження) скелетних м'язів супроводжується появою в них електричної активності. Біоелектричні потенціали м'язів можуть бути зареєстровані за допомогою електродів, які вводяться всередину м'язів або під шкіру, або з допомогою поверхневих електродів, накладених на шкіру над відповідними м'язами. В останньому випадку реєструються сумарні потенціали багатьох м'язових волокон. При поверхневому відведенні біоелектричних потенціалів електроміограма являє собою складний по амплітудних і частотних спектрах змінний електричний сигнал. Встановлено, що в залежності від ступеня скорочення м'язів амплітуди біоелектричних сигналів можуть змінюватися від кількох мікрвольт до декількох мілівольт, а смуга частот становить кілька сотень герц. Встановлено також, що для управління протезами практично достатніми є амплітуди біоелектричного сигналу від 20 - 30 мкВ і вище, а робочий діапазон частот-100-400 Гц. Потужність біоелектричного сигналу дуже мала, тому для практичного використання її необхідно посилювати. Для цього використовуються електронні підсилювачі, за допомогою яких рівень біоелектричного сигналу з м'язів підвищується до необхідної величини і перетворюється у форму, придатну для управління виконавчими органами протеза.

Всі рухи в біоелектричних протезах здійснюються за рахунок маленького, але цілком потужного електродвигуна. Працюють такі біоелектричні протези на невеликих літєво-іонних акумуляторах. Перевага біоелектричного протеза - в природних рухах кисті. Краще володіння протезом вимагає різного рівня інвазивності з боку керуючого апарату.

В біоелектричній системі керування існують недоліки, які потрібно вирішити: електроди, які реєструють біоелектричні потенціали м'язів, джерело живлення, безпровідна передача сигналу і компактність всієї системи.

Також метод електроміографії може знайти свої використання у військових технологіях. Але основною галузю застосування залишається медицина, реабілітація інвалідів після ампутації кінцівки або при паралічі м'язів.

Тому удосконалення математичної моделі та методу електроміографії для побудови системи керування протезом передпліччя є актуальним в Україні та у світі.

УДК 614.8.013:519.711.3

Беньо А.М. – студент гр. РМмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ШУМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ СПЕКЛ-ТРЕКІНГ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бачинський М.В.

Спекл-трекінг ехокардіографія – метод дослідження переміщень та деформацій міокарду з використанням спекл-інтерферометрії. Фізичною її основою є використання унікальної спекл-структури, що завжди має місце при отриманні сірошкального ультразвукового зображення внаслідок інтерференції ехо-сигналів. Будь-який сегмент міокарда з точки зору цієї технології є унікальним і його індивідуальні особливості зберігаються під час руху міокарда. Оскільки метод тільки починає використовуватися у клінічній практиці, важливими є проблеми стандартизації дослідження та визначення нових показників кінетики та деформації міокарда в нормі [1]. Важливим елементом імітаційного моделювання, без якого неможливі тестування та верифікація методу, є генерування спекл-шуму. Відомі математичні моделі спекл-шуму не враховують фізичну природу його утворення. Так, в [2] і [3] використовується модель зображення  $F(x, y)$  у вигляді суми адитивної  $n_a(x, y)$  та мультиплікативної  $n_m(x, y)$  складових.

В праці [4] автори пропонують розглядати кореляцію інтенсивностей окремих пікселів в межах «зерна», що дає змогу зімітувати характерну зернисту структуру шуму. Сам шум при цьому описується статистичною моделлю у вигляді закону розподілу (найчастіше Гауса, хоча використовуються й інші). Для задачі спекл-трекінгу потрібна більш детальна структура моделі шуму, яка б враховувала фізичну природу його утворення, геометричні параметри схеми та частоту ультразвукових коливань.

Пропонуємо математичну модель спекл-шуму у такому вигляді:

$$n(x, y) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ij}(x, y) = a \cos\left(b\pi \frac{\sqrt{(i-x)^2 + (j-y)^2}}{c}\right).$$

Параметр  $a$  характеризує інтенсивність шуму, Параметр  $b$  пов'язаний з довжиною хвилі ультразвуку, параметр  $c$  характеризує геометричні параметри схеми вимірювання та пов'язану з ними інтерференційну картину.  $i$  та  $j$  - координати центрів джерел вторинного випромінювання.

### Література:

1. Дзяк Г.В. Двовимірна спекл-трекінг ехокардіографія – нова технологія дослідження кінетики та деформації міокарда. Методологія та референтні значення / Г.В. Дзяк, М.Ю. Колесник // Клінічна медицина. – 2012. – 12 Том XVII/2. – С.1-6.
2. J.F. Chen, Non-Gaussian Versus Non-Rayleigh Statistical Properties of Ultrasound Echo Signals. / J.F.Chen, J. A. Zagzebski, E. L. Madsen // IEEE transactions on ultrasonics Ferroelectrics and frequency control. – 1994.– vol 41. – № 4 – P. 435– 440.
3. 4. R F. Wagner, Statistics of speckle in ultrasound B-scans / S W. Smith, J M. Sandrik, H. Lopez // IEEE transactions on ultrasonics. – 1983. – vol.30. – №3. – P.156– 163.
4. Білинський Й.Й. Математична модель спекл-шуму та аналіз фільтрів обробки УЗД зображень / Й.Й. Білинський, А.О. Мельничук, О.А. Павлюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. - №2. – С.152-157.



УДК 612.216.3:-519.87

Блашків Н. – ст. гр. РМмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ЛЮДИНИ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бачинський М.В.

Однією з основних фізіологічних систем організму людини є система дихання. Процес саморегуляції системи і дослідження проводиться з різних позицій вивчення вкладу системи зовнішнього дихання та розробки методів інтеграції різних оцінок стану системи зовнішнього дихання. Сучасна практика медичної діагностики системи зовнішнього дихання спрямована, в основному, на виявлення прихованих порушень дихальної функції, патогенних механізмів цих порушень та більш обґрунтоване проведення лікувальних заходів.

Серед існуючих математичних моделей оцінювання параметрів функціонального стану людини у деяких відомих методів діагностування не враховуються індивідуальні показники, в інших не здійснюється співставлення цих показників із середньо статичною моделлю оцінювання даних (СМОД), що може призвести до прийняття невірної рішення про стан здоров'я людини.

Дослідження функції зовнішнього дихання людини проводяться з метою визначення типу і тяжкості вентиляційних порушень, уточнення тяжкості порушень газового складу крові. У клініці використовуються методи визначення статичних і динамічних показників функції зовнішнього дихання такі як спірометрія (спірографія), пневмоскопія і пневмотахометрія, оксигометрія.

Спірографи мають швидкість легентопротяжки 1200 мм\хв і більше дозволяють визначити миттєві і середні об'ємні швидкості форсованого вдиху, що є певне діагностичне значення, оскільки дозволяє приблизно визначити рівень бронхіальної обструкції (дрібні великі бронхи, бронхи середнього калібру).

За допомогою спірографа можна визначити споживання кисню за умов основного обміну у зачиненій системі. З допомогою пневмотахометрії визначається об'ємна швидкість вдиху і видиху. При спірографії відзначається зниження ФЖЕЛ, МВЛі швидкості форсованого видиху, при чому ЖЕЛ не змінюється, а іноді навіть трохи збільшується за рахунок компенсаторного поглиблення вдиху.

Розроблено математичну модель, яка реалізує функціональну самоорганізацію системи дихання організму людини оптимального керування з різноманітними критеріями оптимізації. Проведений чисельний аналіз математичної моделі керування з різноманітними критеріями оптимальності дозволяє: простежувати динаміку основних фізіологічних параметрів моделі при перехідних процесах та в стаціонарних станах; прогнозувати та кількісно оцінювати регуляторні реакції організму при заданих збурюючих впливах; здійснювати індивідуалізацію модельних розробок при наявності масиву даних про анатомо-фізіологічні особливості конкретної людини.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Н.С.Слепченко.Функція зовнішнього дихання людини.Вінницький національний медичний університет ім.. М.І.Пирогова – Харків.1997.
2. В.О. Невзгода .Страна врачей - Львівський національний медичний університет ім..Д. Галицького – Харків, 1997.

УДК 519.218:617.73

Іскрижицький В.В. – ст. гр. РМмзс-71

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРИФЕРИЧНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ СЕРЦЕВО – СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Науковий керівник: д.т.н., професор Ткачук Р.А.

По ступеню поширеності і важкості наслідків серцево-судинні захворювання останніми роками вийшли на перше місце серед причин смертності і непрацездатності населення. Своєчасне виявлення цих захворювань за допомогою показників периферичної гемодинаміки серцево-судинної системи (дослідження руху крові по судинах, що виникає внаслідок різниці гідростатичного тиску в різних ділянках кровоносної системи) істотно спрощує процес подальшого лікування та сприяє збільшенню тривалості життя людини.

На сьогодні відомі такі методи дослідження периферичної гемодинаміки серцево-судинної системи як реографія (РЕО) (дослідження коливань руху крові по артеріях), електрокардіографія (ЕКГ) (дослідження кровонаповнення і руху крові в серці людини) і сфігмографія (СФГ) (дослідження кровонаповнення і руху крові тільки в досліджуваній частині тіла).

Застосування комплексу цих методів до дослідження периферичної гемодинаміки серцево-судинної системи дає змогу встановити точний та розширений діагноз стану людини за короткий інтервал часу, в порівнянні з окремо використовуваними методами (рис.1).

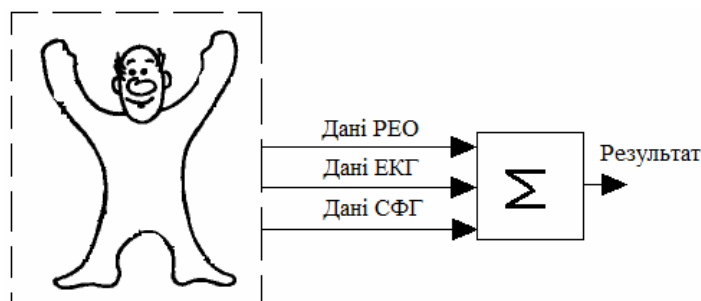


Рис.1. Спосіб дослідження периферичної гемодинаміки

Тому для спрощення процедури діагностики серцево-судинної системи людини, а саме її периферичної гемодинаміки, запропоновано застосувати новий (оптимальний) метод дослідження, який поєднує у собі реографію, електрокардіографію та сфігмографію, отриманий шляхом одночасної та адитивної реєстрації біомедичних сигналів (реосигнал + електрокардіосигнал + сфігмографічний сигнал).

УДК 519.218:617.73

Падлецька М.І. – ст. гр. РМмз-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СФІГМОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хвостівський М.О.

Для розв'язання задач визначення параметрів судин і способів оцінки їх стану застосовують сфигмографічний метод (Валтнерис А.Д., Власова С. П., Савицкий Н.И. та ін.), який базується на аналізі форми сфигмографічного сигналу (СС) (рис.1).

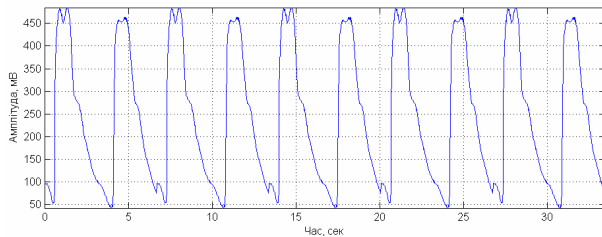


Рис.1. Реалізація СС (фізіологічна норма)

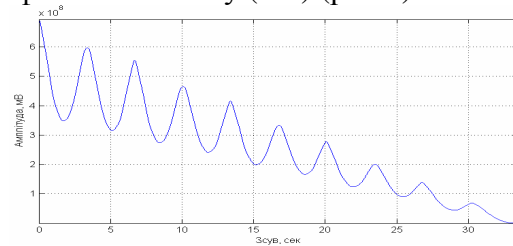


Рис.2. Реалізація автокореляційної функції СС

На основі параметрів СС можна судити про зміни гемодинамічних характеристик, ритму серця, швидкості кровонаповнення в досліджуваній частині тіла. Оскільки, фізичні процеси утворення форми СС до кінця ще не вивчені, тому породжується широке коло задач, які розв'язуються за допомогою математичного моделювання.

Оскільки СС є випадковим процесом із періодичними характеристиками (кореляційна функція (рис.2) є періодичною) то адекватною математичною моделлю є модель у вигляді періодичного корельованого випадкового процесу (ПКВП), яка має методи та засоби статистичного поєднання цих властивостей (періодичності із випадковістю), що є важливим при дослідженні змін у фазово-часовій структурі СС з метою виявлення моменту прояву ранніх змін у функціонуванні стану судин людини.

СС як ПКВП належить до класу  $\pi^T$  тоді, коли він має зображення:

$$\xi(t) = \sum_{k \in Z} \xi_k(t) e^{ik\Lambda t}, \quad (1)$$

де  $\xi_k(t)$  - випадкова складова СС у вигляді стаціонарних та стаціонарно пов'язаних процесів (стаціонарні компоненти),  $e^{ik\Lambda t}$  – періодична складова СС з періодом  $T$ .

Подання СС у вигляді ПКВП (1) обґрунтовує застосовність до нього відомих методів статистичного опрацювання (синфазного, компонентного) для обчислення статистичних оцінок їхніх ймовірнісних характеристик, які є показниками стану судин людини.

УДК 621.326

Патерак В. – ст. гр. РА-402

Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

## ВИКОРИСТАННЯ ІОНІСТОРІВ В ЯКОСТІ КОРОТКОЧАСНОГО РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

Науковий керівник: викладач вищої категорії Штогрин П. І.

Іоністори займають проміжне положення між конденсаторами і хімічними джерелами живлення. Іоністори можуть бути з органічним чи неорганічним електролітом. В якості обкладок в них використовується подвійний електричний шар на межі між електродом і електролітом. Через дуже тонкий електричний шар іоністор може запасати велику електричну енергію але працює при відносно низькій напрузі від одиниць до десятків вольт. Перевагами іоністорів є висока швидкість заряду і розряду, висока ємність при малих розмірах(відносно конденсаторів), великий ККД, низький коефіцієнт старіння. Недоліками є мала ємність(порівняно з акумуляторами), високий внутрішній опір(порівняно з конденсаторами), працюють при малих значеннях напруги живлення, напруга яку може видавати іоністор залежить від ступеню зарядженості, низька довговічність при максимально допустимій робочій напрузі.

На рисунку 1 зображено включення іоністора С1 в якості резервного джерела

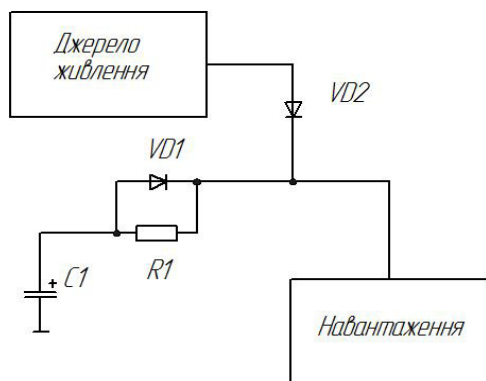


Рисунок 1 – схема включення іоністора в якості резервного джерела живлення.

живлення. Під час роботи навантаження від джерела живлення струм проходить через діод VD2 який призначений для пропускання струму тільки в напрямку від джерела живлення до навантаження. Далі струм розділяється і проходить через дві вітки. Більша частина струму проходить на навантаження, а менша частина йде на заряд іоністора. Це відбувається завдяки включенню послідовно до іоністора струмообмежуючого резистора, який обмежує струм заряду іоністора, щоб на навантаження під час заряду іоністора потрапляла необхідна кількість струму живлення. При відключеному джерелі живлення струм від іоністора проходить через діод VD1 на навантаження. Діод VD1 включений паралельно струмообмежуючому резистору, щоб під час розряджання іоністора на резисторі не розсіювалась потужність. Час роботи від іоністора залежить від його ємності і споживання струму навантаженням. Цей час може тривати від декількох хвилин до декількох днів.

Перспективним є використання іоністорів в якості заміни звичайним акумуляторам, в автотранспорті, в побутовій техніці, в медицині. Існує проект автобуса, який замість акумулятора використовує іоністор і на кожній зупинці за 30 секунд заряджається повністю. Такий автобус на одній зарядці проїжджає 1 км.

УДК 621.326

Покотило М. – ст. гр. РА-404

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ**

Науковий керівник: викладач вищої категорії Недошитко Л.М

Сонячні панелі – це система, яка складається з набору однієї чи більше сонячних панелей, контролера заряду-розряду акумуляторів, інвертора, набору акумуляторних батарей та опорної конструкції. Сонячні панелі розміщуються під оптимальним для падаючого сонячного променя кутом на даху будинків, споруди або на опорній конструкції на виділеній ділянці землі. Зараз технологія дійшла до того, що дані панелі можуть встановлюватися під будь-яким кутом і це ніяк не вплине на їхню продуктивність. В сонячній електростанції енергія сонячного випромінювання перетворюється в електричну енергію, необхідну для системи енергопостачання. Сонячні електростанції використовують для резервного, автономного енергопостачання чи в системах для економії електроенергії чи промислового виробництва електроенергії за «зеленим» тарифом. Використовуючи блочний принцип будови сонячної електростанції, існує можливість поступового нарощування потужності під потреби замовника.

Переваги сонячних батарей:

1. Не потребує палива. Використання енергії сонця потребує витрат практично тільки на установку.
2. Працює постійно. Сонячна система регулюється автоматично. Її не потрібно постійно вмикати і вимикати, як дизель.
3. Безшумність. Оскільки електрика виробляється шляхом прямого перетворення енергії світла, то немає абсолютно ніяких шумів.
4. Надійність. Сонячна система гарантовано виробляє електроенергію щодня від сходу до заходу.

В сучасному політичному та економічному світі відбуваються кардинальні зміни у відношенні до джерел поновлювальної енергії. Не зважаючи на період економічної кризи, на ринку сонячних енергетичних установок очікується щорічне зростання виробництва на 30% до 40%.

Ефективність сонячних елементів і силової електроніки постійно зростає. Одночасно на новий якісний рівень піднімаються топологія і конструкція нових приладів.

УДК 681.518

Стоянов Ю. – ст. гр. РМм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ СИНТЕЗУ ВУЗЬКОНАПРЯМЛЕНОЇ РЕКТЕНИ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Яворський Б. І.

При синтезі параметрів вузьконапрямленої випромінювальної ректени методом розв'язування системи рівнянь Максвела із заданими граничними умовами виникають великі труднощі [1]. Для вирішення цієї проблеми прийнято рішення застосувати генетичні алгоритми, оскільки вони можуть використатися для пошуку рішень в дуже великих і тяжких просторах пошуку [2].

У випадку застосування генетичного алгоритму задача кодується таким чином, щоб її вирішення могло бути представлено в вигляді масиву подібного до інформації складу хромосоми. Випадковим чином в масиві створюється деяка кількість початкових елементів «осіб», або початкова популяція. Особи оцінюються з використанням функції пристосування, в результаті якої кожній особі присвоюється певне значення пристосованості, яке визначає можливість виживання особи. Після цього з використанням отриманих значень пристосованості вибираються особи допущені до схрещення (*селекція*). До осіб застосовується "генетичні оператори" (оператор схрещення (crossover) і оператор мутації (mutation), створюючи наступне покоління осіб. Особи наступного покоління також оцінюються застосуванням генетичних операторів і виконується селекція і мутація. Так моделюється еволюційний процес, що продовжується декілька життєвих циклів (*покоління*), поки не буде виконано критерій зупинки алгоритму. Таким критерієм є знаходження оптимального рішення чи вичерпання часу або числа поколінь, що відпущені на еволюцію [3].

На даному етапі досліджень сформовано початкову популяцію ректен, обрано алгоритми схрещення і мутації параметрів, визначено фітнес-функцію та обрано оператори вибору батьків. Наразі основним недоліком є використання для обчислень трьох різних програмних середовищ (Elcut Student, Microsoft Word Virtual Basic, Matlab) та експорт даних між ними. Також недоліком є ресурсоємність фітнес-функції, яка багаторазово використовується в кожному циклі генетичного алгоритму. В подальшому планується оптимізувати код для роботи в двох програмних середовищах, спростити фітнес-функцію та використати для моделювання досконаліше обладнання.

Література:

1. Стоянов Ю.М., Тези V Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції ТНТУ ім. І. Пулюя «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», Синтез ректени для бездротового заряджання акумулятора в імплантованому електрокардіостимуляторі, 2012. - 207 с.
2. Суботін С.О., Олійник А.О., Олійник О.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія / Під заг. ред. С.О. Суботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.
3. Успенский В. А., Семенов А. Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. – Москва: Наука, 1987. – 285 с.

УДК 621.326

Стросінський С.–ст. гр. РА-404

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **МЕМРИСТОР. ПЕРШИЙ КРОК ДО САМОПРОГРАМОВАНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ**

Науковий керівник: викладач вищої категорії Недошитко Л.М.

Мемристори – це електронні пристрої, котрі можуть запам'ятовувати свій електричний опір, встановлюваний величиною сили струму, який протікає через них. Отже, мемристори, як і резистори, мають електричний опір, але при цьому він залежить від того, який струм пропускали через електроди останній раз. Висловлюючись простіше, виникає ефект пам'яті. Звідси і пішла назва: з англ. memristor = memory + resistor, тобто пам'ять + резистор.

Мемристори вважаються четвертим пасивним елементом мікросхем після резистора, конденсатора та котушки індуктивності. Можливість існування мемристора була передбачена в 1971 році, однак на практиці створити прототип даного елемента довгий час не вдавалося. Лише в 2008 році вчені змогли отримати дослідний взірць мемристора. Ключовою особливістю елемента цього типу є гістерезис, коли реакція на вплив залежить від сил, що діяли раніше, тобто стан системи визначаються її власною історією. Струм, що протікає через мемристор, призводить до зміни його атомної структури, в результаті чого опір елемента змінюється в тисячу і більше разів. Завдяки цьому елемент можна використовувати як комірку пам'яті.

Вченими зараз ведуться розробки нового виду пам'яті на основі мемристора – ReRAM – пристрою для зберігання інформації з дуже низьким енергоспоживанням, високою швидкістю і довготривалим (десятки і сотні років) зберіганням інформації при відключенні електроживлення. В перспективі технологія ReRAM повинна замінити флеш-пам'ять, оперативну пам'ять DRAM і жорсткий диск.

Є ще одна властивість мемристора, котра викликає дуже великий інтерес – можливість виконувати обчислення. Саме ця властивість може зробити революцію в комп'ютерній техніці. Завдяки тому, що пам'ять мемристора зберігає значення струму, котрий через нього пропустили, стає можливою обробка не тільки двійкових сигналів «1» і «0», але і будь-яких інших значень в проміжку від 0 до 1, наприклад «0,3» або «0,8», що відкриває широкі перспективи для створення обчислювальних систем, в тому числі і нейрокомп'ютерів.

Фактично мемристори можуть зробити непотрібними багато частин комп'ютера, так як дозволять виконувати обчислення без передачі даних центральному і допоміжним процесорам. Комп'ютер з універсальним чіпом ReRAM не матиме вінчестера, ОЗП, відеокарти, можливо і процесора, а також зможе обійтись без обов'язкового завантаження операційної системи «з нуля», так як може зберігати в пам'яті стан, що передувало виключенню, що дозволить відразу ж продовжити роботу. Зрозуміло, що мемристорний комп'ютер буде споживати в рази менше енергії, (а отже не потребуватиме потужного охолодження) і буде значно компактніший.

Мемристорна технологія може вчинити невелику революцію в електроніці і, що більш важливо для простого користувача, зробить домашні ПК швидшими, простішими, економічнішими і дешевшими.

Очікується, що комерційні пристрої на основі мемристорів можуть з'явитися в середині 2013 року.

Секція:

**Зварювання та споріднені процеси і технології**

УДК 532.64:541.1

Бусов А. В.<sup>1</sup>

Биковський О. Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студ. гр. ІФ-310 ЗНТУ

<sup>2</sup>д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

**ВПЛИВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ НА ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА  
НА ГРАНИЦІ РОЗДІЛУ ТВЕРДЕ ТІЛО – РІДИНА**

На сьогоднішній день змочування металами поверхонь з різним ступенем шорсткості вивчено недостатньо, а існуючі літературні дані не дають однозначного результату. Нами були проведені випробування для визначення поверхневого натягу методом лежачої краплі. Дослідні зразки з бронзи Бр КМц 3-1, алюмінію А0, сталі 100Х15М2Г2Р і сталі 07Х20Н9Г7Т у вигляді циліндрів, розміщених на гладких та шорстких підкладках зі сталі Ст.3, переплавляли у краплі за допомогою спеціальної установки для визначення поверхневого натягу методом лежачої краплі. Плавлення та розтікання кожного сплаву на підкладці фіксували за допомогою відеокамери, після чого аналізували отримані дані на комп'ютері. Вивчення характеру змочування і розтікання проводили на роздрукованих знімках, де чітко фіксували різні стадії процесу. Для визначення поверхневих явищ вимірювали розміри краплі і крайові кути змочування за допомогою яких по відомим формулам розраховували поверхневий натяг на границі розділу рідина - газ, адгезію, когезію і коефіцієнт розтікання.

Результати дослідження показали, що змочування шорсткої поверхні більше, ніж гладкої. Це пояснюється активуванням поверхні за рахунок екструзії та інтрузії поверхневого шару металу, в результаті чого фактична площа твердої підкладки і рідкої краплі збільшується, сприяючи кращому розтіканню і зчепленню. Отримані закономірності справедливі як для добре змочуваних, у яких  $\theta < 90^\circ$  (бронза Бр КМц 3-1, сталь 100Х15М2Г2Р та сталь 07Х20Н9Г7Т), так і для погано змочуваних матеріалів, у яких  $\theta > 90^\circ$  (Алюміній А0). Погане змочування алюмінієм пояснюється тим, що при високих температурах зразок починає взаємодіяти зі сталлю підкладкою, це призводить до утворення на поверхні рідкої краплі тугоплавкої окисної плівки  $Al_2O_3$ , яка маючи температуру плавлення більшу ніж сталю підкладка не може бути зруйнована. Це також підтвердили проведені нами випробування зі зразками у вигляді композиту алюмінію АД33 + 12%  $Al_2O_3$ . В подальшому будуть проведені додаткові випробування, в результаті яких буде встановлено вплив поверхневих явищ на механічні характеристики напилюваних покриттів.



УДК 621.791

Велігорський Б.А. ст. гр. МЗм – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СПОСОБИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ДУГОЮ**

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

Керування зварювальною дугою і її властивостями має дві мети: вплив на процеси пов'язані з електродом і вплив на процеси в зварювальній ванні та біляшовній зоні. Процеси пов'язані з електродом і в зварювальній ванні можуть бути обумовлені не тільки дією дуги, але й іншими факторами, наприклад дією власного магнітного поля.

Розрізняють керування зварювальною дугою і її властивостями. До керування дугою відносять механічне керування, при якому змінюється положення дуги в просторі без зміни її внутрішніх властивостей. В деяких випадках до керування дугою можна віднести також газодинамічне і магнітне керування.

Керування дугою може привести до зміни її властивостей. Так примусове переміщення дуги з високою швидкістю викликає інтенсивне охолодження і відповідно зміну властивостей: стиснення дуги, підвищується температура стовпа дуги та інше.

Механічне керування дугою за допомогою поперечних коливань електрода дозволяє отримати шви з оптимальним співвідношенням параметрів незалежно від величини струму і напруги дуги. Поперечні коливання застосовуються при зварюванні кротною дугою. При зварюванні дугою підвищується напруга із зростанням струму, необхідне для задовільного формування шва.

Газодинамічне керування дугою широко застосовується для дуги в плазмотронах. Застосування до плавкого електрода даний спосіб полягає в додатковому крім дуги, впливу на зварювальну ванну газового струменю з метою збільшення глибини проплавлення. Газовий струмінь впливає не тільки на зварювальну ванну, а й на дугу. Керуючий газовий потік взаємодіє з потоком дуги, призводить до її стиснення, зменшення довжини дуги і струму, збільшення коефіцієнта розплавлення електрода.

Магнітне керування просторовим положенням дуги застосовується при зварюванні електродною стрічкою, для забезпечення рівномірного її плавлення, при значній ширині і для розігрівання торців, які з'єднуються встик, а також для зміни геометрії шва шляхом поперечних коливань дуги.

За допомогою магнітного поля можна керувати процесами в зварювальній ванні, наприклад, переміщення металу.

Електричне керування дугою включає дію на процеси пов'язані з електродом і зварювальною ванною.

Застосування різних методів керування зварювальною дугою дозволяє покращити якість зварного з'єднання.

УДК 621.793.74

Воронін Д.Я.<sup>1</sup>

Биковський О. Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студ. гр. ІФ-310 ЗНТУ

<sup>2</sup>д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

## **ТЕМПЕРАТУРА ТА БУДОВА ЧАСТИНОК ПРИ ПЛАЗМОВОМУ НАПИЛЕНІ СТРУМОВЕДУЧИМ ДРОТОМ**

В даний час більшість досліджень присвячено аналітичним розрахунками температури тугоплавких порошкових частинок. З літературних даних відомо, що температура розпилюваних плазмою частинок досягає або дещо перевищує температуру плавлення матеріалу, проте експериментальних даних, що підтверджують ці положення немає. Метою наших досліджень було підтвердження або спростування даної теорії.

Нами були проведені ряд дослідів для визначення температури розпилюваних плазмою частинок. Піддослідні зразки з Al, Cu, БрКМц3-1, Нп65-Г, ПП 100Х15М2Г2Р і Св07Ч20Н9Г7Т у вигляді дроту розпилювались в калориметр за допомогою плазмової установки. Розпилення дротів проводилося на відстані 300 мм від зрізу сопла плазмотрона до дзеркала води в калориметрі, для кожного матеріалу виконувалося по 3 досліді. Тривалість процесу розпилення фіксували секундоміром для кожного матеріалу однаково. Робили заміри температури в калориметричній посудині до і після розпилення. Отримані дані підставлялися в розрахункові формули для визначення середньої температури розпилюваних крапель і їх фракційного складу. Розпилені краплі і частинки витягувались з калориметра, просушують, просівали крізь сита, зважувалася на аналітичних вагах з точністю до 1 мг.

Результати дослідження показали, що температура плазмово-металевого струменя всіх розпилюваних матеріалів набагато перевищує температуру плавлення і кипіння, так що частина крапель переноситься в сильно перегрітому стані, а частина – в пароподібному.

Аналізуючи фракційний склад частинок і крапель матеріалів, можна сказати, що практично покриття на 80% складається з фракцій розмірами 0,4-0,1 мм. А дрібнодисперсні фракції мають розміри 0,1 мм і менше.

УДК 631.358.42

Головатий Сергій – ст. гр. МЗм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Лазарюк В.В.

Провідна роль подальшого розвитку зварювального виробництва та підвищення його ефективності належить механізованому дуговому зварюванню в захисних середовищах.

У теперішній час зварювання у вуглекислому газі легованим дротом суцільного перерізу серед інших механізованих видів, процесів повільно вийшло на перше місце в усіх промислово розвинутих країнах. За період з 1990 по 2010 рр. застосування такого способу в нашій країні збільшилося більше ніж у 100 раз.

Найбільшим недоліком процесу зварювання в середовищі вуглекислого газу, особливо дротом діаметром 1,6...2 мм і вище, є інтенсивне розбризкування електродного дроту металу, яке досягає в промислових умовах виробництва до 15... 17 % від маси розплавленого металу. Втрати легованого зварювального дроту на розбризкування тільки в Україні в 2008р. склали більше 25 тис. м.

Технологічні можливості звичайних стаціонарних процесів дугового зварювання майже завжди обмежені умовами виконання зварювальних робіт, конструкцією виробу і товщиною металу.

Тому такі конструкції зварюють за кілька проходів дротом діаметром 0,8...1,2 мм, що є низькопродуктивним способом. За несприятливого формування швів, лінійну швидкість не встановлюють нижче 30 м/год. під час зварюванні в вуглекислому газі і в суміші на основі аргонового зварювання, але і витримують в межах 50...60 м/год. При великій швидкості зварювання, шви виходять вузькими і випуклими, з різним переходом до основного металу.

Тому актуальним завданням є зміна існуючого технологічного процесу, збільшення ефективності механізованого дугового зварювання конструкцій за рахунок застосування нового зварювального матеріалу – активованого дроту і технології процесу зварювання дроту.

Однією з важливих властивостей металів є їх зварюваність тобто можливість утворювати зварне з'єднання.

Добра зварюваність повинна забезпечувати відповідність зварюваного з'єднання певним технічним вимогам. Показник зварюваності металу визначається за еквівалентом вмісту вуглецю, який визначається за формулою

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{14} + \frac{V}{14} + 5B . \quad (1)$$

Технологія їх зварювання повинна забезпечувати певний комплекс вимог, основними з яких є рівномірність зварного з'єднання з основним металом і відсутність дефектів в зварному шві. Для цього механічні властивості металу шва і біляшовної зони повинні бути не нижче нижньої границі механічних властивостей основного металу.

При конструюванні рами були враховані технологічні вимоги виробництва які дозволяють застосувати високопродуктивні методи її виготовлення. В конструкції максимально використовують зварні шви одного розміру, що дозволяє зекономити час на переналагодження режимів. Для економії електродного металу в конструкції рами використовуються гнуті елементи кронштейни. Для покращення якості зварних швів у конструкції рами вдалося уникнути різних змін перерізу елементів.

УДК.621.791.

Жук В.М. – ст. гр. МЗм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВПЛИВ ТЕПЛОВОГО І ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЕКРАНІВ НА ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ В ЗОНІ НАПЛАВЛЕННЯ

Наукові керівники: д.т.н., проф. Пулька Ч.В., аспірант Гаврилюк В.Я.

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 при наявності теплового і електромагнітного екранів.

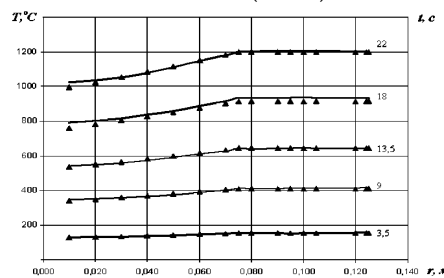
Для визначення необхідної температури в зоні наплавлення авторами отримана математична модель, яка дозволяє визначати температуру в зоні наплавлення за проміжок часу 22 с, яка має вигляд:

$$T = \frac{\alpha}{\lambda_g} \sum_{v=1}^{\infty} \left( e^{-a\lambda_v^2 t} \frac{\int_0^{r_2} w(r,t) J_0(l_v r) r dr}{\int_0^{r_2} J_0^2(l_v r) r dr} e^{a\lambda_v^2 t} dt \right) J_0(l_v r), \quad (1)$$

де  $w(r,t)$  - питома потужність, а  $l_v^2 = \lambda_v^2 - m^2$ ;  $J_0(l_v r)$  - функція Бесселя першого роду нульового порядку дійсного аргументу;  $\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі;  $\lambda_v$  - корені, які визначаються з характеристичного рівняння.

Для спрощення обчислень температури в зоні наплавлення, авторами отримана формула (інженерний варіант), яка має вигляд:

$$T_{01} = \frac{T_{30} sh(am^2 t)}{sh(am^2 \tau)}. \quad (2)$$



Розподіл температури по радіусу диска  $r_2 = 0,125$  м для різних моментів часу (ширина зони наплавлення складає  $S = r_2 - r_3 = 0,125 - 0,075 = 0,05$  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 (1) в порівнянні з формулою (2) складає 5 – 7 %.

УДК 621.791.753

Клочко К.І. – ст. гр. ТУЗ-12дм

*Дніпродзержинський державний технічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КРИСТАЛІЗАЦІЇ МЕТАЛУ ПРИ ДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ З НАКЛАДАННЯМ КЕРУЮЧИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Перемітько В. В.

З метою підвищення ефективності використання та терміну експлуатації деталей ходової частини гусеничної техніки, проводили наплавлення та лабораторні випробування зразків, на які наносилися покриття дуговим наплавленням під флюсом з одночасним подаванням порошкових матеріалів.

Управління кристалізацією металу шва виконували за допомогою найбільш перспективного і технологічного способу – електромагнітного перемішування зварювальної ванни. Для подрібнення структурних складових в шві використовували поздовжні магнітні поля.

Зразки бралися зі сталі 45 товщиною 15 мм. Наплавлення виконували дротом Св-08А діаметром 3 мм. З метою модифікування структури наплавленого металу, захисту від абразивного зношення та покращення механічних властивостей поверхневого шару, були наплавлені зразки з різними сумішами нанодисперсних порошоків (порошкова мідь + Аеросіл SiO<sub>2</sub>, карбід кремнію SiC + порошок заліза, Аеросіл + порошок заліза).

Під час накладання зовнішнього магнітного поля з індукцією у межах 90 мТл досягалося збільшення розмірів зварювальної ванни на 10...15 мм. Це дало змогу подавати порошковий матеріал зі зміщенням місця подачі вбік від осі дуги. Останнє було важливим з огляду на недопущення повного розплавлення внесеного дисперсного матеріалу. Для фіксування порошкового матеріалу використовувалась ґрунтівка ГФ – 021, яка при зварюванні має найменший вплив на зварний валик. Оптимальне місце введення порошку складає 4...6 мм від осі дуги.

Кожний з варіантів визначав зміни в механічних властивостях і роботі руйнування металу наплавлення. У декількох характерних по властивостях наплавлених сплавів різних систем легування був досліджений розподіл легуючих елементів.

Структура металу, наплавленого з додаванням суміші карбиду кремнію + порошок заліза – перлітного класу, з дрібнодисперсними вкрапленнями карбиду кремнію по всьому об'єму. При повторному його затвердінні частина карбідів залишається нерозчиненою і присутня у структурі.

Введення суміші міді з Аеросілом в метал підвищує корозійну стійкість, так як мідь має деяку розчинність в  $\alpha$ -залізі. Оскільки в наплавленому металі вуглець міститься в невеликій кількості, то структура не зазнає мартенситного перетворення.

Додавання до порошкових матеріалів феробору та ферохрому по 2,8...3,2% при наплавленні дало змогу зафіксувати мартенситну фазу, яка становить приблизно від 20 до 50%, і збільшити частку Сг до 7...9% та В до 0,4%, максимально наближаючись до складу наплавки, рекомендованих стандартом EN 14700:2008.

Використання порошкових матеріалів призводить до зміцнення наплавленого металу та підвищення механічних властивостей. Так, твердість металу збільшується на 30...40%, що може розцінюватися як результат сумісної дії зовнішнього магнітного поля та часток порошку, що виступали у ролі додаткових осередків кристалізації.

УДК 621.791

Кметь І.Б. ст. гр. МЗм – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОСТОРОВА СТІЙКІСТЬ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДУГИ**

Наукові керівники д.т.н., проф. Пулька Ч.В., асистент Сенчишин В.С.

Просторова стійкість являється важливою технологічною властивістю дуги. Продуктивність розплавлення електроду, теплоутримання розплавленого металу, його перенесення в дузі, розбрикування і проплавлення основного металу визначається у значній мірі просторовою стабільністю дуги, яка являється обов'язковою умовою зварювання в захисних газах довгою дугою.

Вивченням питань просторової стійкості різних типів дуг займались Г.М. Тиходеєв, В.С. Гвоздецький, Д.А. Дудко, В.С. Мечев, Б.А. Урюков та інші. В їхніх роботах відзначено, що основною причиною просторової нестабільності (блукання) дуги являється переміщення катодної плями по поверхні електрода.

Зробивши припущення, що радіальні розміри позитивного об'ємного заряду, в катодній області дуги більше радіальних розмірів від'ємного об'ємного заряду, що надходить із катоду В.С. Гвоздецький і ін., запропонували пояснення причини блукання катодної плями дуги компенсацією частини позитивного об'ємного заряду в центрі іонізації області автоелектронним струмом з катоду. В результаті максимальне напруження електричного поля буде розподілятися по колу на периферії іонізаційної області.

На думку Г.І. Лескова, основною причиною блукання катодної плями являється „охладження” іонізаційного простору катодної області дуги постійно поступаючи ми в неї парами матеріалу катоду. Парова фаза, яка утворилася, як вважає Б.А. Урюков, має меншу електропровідність ніж плазма, тому дузі „зручніше” горіти на краю першопочаткової плями, де концентрація пари значно менша.

На думку В.С. Мечева, основною причиною рухомості катодної плями являється деформація об'ємного позитивного заряду відносно першопочаткової катодної плями, що утворилася в процесі зіткнення з перезарядженням між атомами металу, які випаровуються з катоду в катодну область і іонами плазми дуги, що наближаються до катодної області.

На практиці дугового зварювання відомо, що тепло для утримання електродного металу (ступінь його перегрівання вище температури плавлення) і потік парів з активної плями дуги будуть тим більші чим вища просторова стійкість дуги. Цим і пояснюється більш високе тепло утримання капель електродного металу при зварюванні струмом зворотної полярності у вуглекислому газі у порівнянні з прямою полярністю, не дивлячись на те, що ефективно катодне падіння напруги вище анодного.

Можливі наступні шляхи підвищення просторової стійкості:

- зниження градієнта потенціалу стовпа дуги;
- застосування катодів, що характеризуються хімічною однорідністю;
- зниження питомої теплової потужності на катоді (зменшення катодного падіння напруги і густини струму в катодній плями).

На основі проведеного аналізу можна підібрати методи підвищення просторової стійкості дуги, яка суттєво впливає на працездатність зварної конструкції.

УДК 621.326

Куцло Р. – ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ В УМОВАХ ВТОМНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Науковий керівник: Фостик В.Б.

Робота зварних з'єднань в умовах втомного навантаження супроводжується значним зменшенням ресурсу роботи зварної конструкції.

Суттєвий вплив на втомну довговічність зварних з'єднань чинить технологічний процес виготовлення зварних конструкцій. Наявність технологічних дефектів у зварному шві суттєво знижують втомну міцність та ресурс роботи зварних з'єднань.

Значний вплив на роботу зварних з'єднань в умовах втомного навантаження чинить форма поверхні шва. У випадку стикових швів вона більш низька, ніж у кутових та напусткових. Підвищити втомну довговічність зварних швів можливо шляхом зняття підсилення стикового шва механічним шляхом з метою забезпечення плавного переходу від шва до основного металу.

Суттєвий вплив на показники втомної довговічності зварних з'єднань чинить глибина проплавлення зварного шва. Так виконання зварних з'єднань способом зварюванням під шаром флюсу призводить до більш глибокого проплавлення основного металу в порівнянні із ручним дуговим зварюванням, що також підвищує втомну міцність зварних з'єднань.

На даному етапі розвитку науки можна виділити наступні принципи проектування зварних конструкцій з метою підвищення втомної міцності та довговічності зварних конструкцій:

- проектування зварних з'єднань при мінімальній концентрації напружень, що досягається шляхом забезпечення плавних переходів від наплавленого до основного металу;
- врахування термічного оброблення сталей в результаті чого основний метал при змінних навантаженнях отримує значне зниження міцності в зоні відпуску, що характерно як для сталей так і кольорових металів;
- врахування залишкових напружень, які мають місце в зварному шві та зоні термічного впливу. В ряді випадків доцільно створювати залишкові напруження стиску в зоні термічного впливу з метою підвищення втомної міцності зварних з'єднань, шляхом місцевого пластичного деформування виробу.

Таким чином, аналізуючи результати наукових досліджень встановлено, що в більшості випадків втомне навантаження знижує показники довговічності зварних з'єднань. Інженерні працівники повинні враховувати особливості роботи зварних з'єднань в умовах втомного навантаження, активно використовувати заходи підвищення втомної довговічності на етапі проектування та реалізації технологічного процесу виготовлення зварних конструкцій.

УДК 621.791.753

Лимарь О. – ст. гр. ТУЗ-12М

*Дніпродзержинській державний технічний університет*

## **ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШАРІВ ПРИ ДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ З НАКЛАДАННЯМ КЕРУЮЧИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ**

Науковий керівник: доцент, к.т.н. Перемітько В. В.

Об'єктом дослідження є метал, наплавлений плавким електродом в захисному газі та під флюсом з накладанням керуючих магнітних полів та подачею порошкового матеріалу. Метою роботи є розробка рекомендацій щодо параметрів дугового наплавлення, при яких досягається найбільше зростання працездатності шарів.

Експериментально перевірялась дія магнітних полів в поєднанні з порошковими матеріалами на покращення геометричних та фізичних показників наплавленого валику. Серед фізичних показників особлива увага приділялась збільшенню твердості та зносостійкості під дією абразивних часток. В плані експерименту для захисту від абразивного зношення та покращення механічних властивостей наплавленого шару передбачалось використання порошкових матеріалів з властивостями наночасток (Cu, карбід кремнію SiC та діоксид кремнію SiO<sub>2</sub>). Вибір був зумовлений тим, що нанокристалічні структури мають понижений коефіцієнт тертя. Очікувалось підвищення зносостійкості сталей при сухому терті, в масляному і масляно-абразивних середовищах. Для покращення умов додавання та доповнення корисного впливу, порошки були згруповані в суміші, а саме SiO<sub>2</sub>+Fe, SiC+Fe, Cu+ SiO<sub>2</sub>.

Експеримент був поділений на три етапи. Першим було отримання оптимальної схеми подавання та визначення рівня магнітної індукції в котушці. Задачею було отримати максимально широкий валик та визначити оптимальну відстань нанесення нанодисперсних порошоків від дуги для неповного розплавлення часток. Визначено, що оптимальним є накладання магнітного поля з індукцією у межах 90 мТл. Це дало збільшення розмірів зварювальної ванни на 10...15 мм. Оптимальне місце введення порошку складає для дроту діаметром 3мм (зварювання під шаром флюсу) 4...6мм, а для дроту діаметром 1,2мм (дугове в захисному газі) 2...3мм. Наступним етапом експерименту було наплавлення тіл обертання та випробування їх на зношення котре виконували на випробувальній установці М1-1М («ролик-ролик») і спеціально розробленій установці («ролик-площина») з можливістю фіксації різних кутів перекосу (до 10°). Абразив по фракціях з різним гранулометричним складом подавався через воронку бункера. Відгуком в експерименті було зношення деталей ε в грамах. Третім етапом стала обробка отриманих даних та побудова рекомендацій і регресійних залежностей щодо використання нанодисперсних сумішей при зношенні різним за дисперсністю абразивом.

Отримано регресійну залежність, що зв'язує зношення ε з гранулометричним складом абразиву f, мм та складом нанодисперсних сумішей.

При контактуванні абразиву з поверхнею деталі, гранулометричний склад якого становить 0,01...0,3 мм, для зменшення рівня зношення рекомендується при наплавленні використовувати суміш Cu+ SiO<sub>2</sub>. При збільшенні гранулометричного складу абразиву до 0,3...0,8 мм рівень зношення зростає, тому для підвищення зносостійкості наплавленого металу оптимальним при наплавленні буде використання SiO<sub>2</sub>+Fe. При контактуванні з абразивом 0,8...1,2 мм, підвищення зносостійкості досягається шляхом використанням при наплавленні SiC+Fe.



УДК 631.3:539.3

Новак А. – ст. гр. МЗм-51, Нестюк В., Петровський Р. – ст. гр. МЗ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗВАРНИХ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА СТАДІЯХ ЗАРОДЖЕННЯ І РОЗВИТКУ ВТОМНИХ ТРІЩИН**

Науковий керівник: д.т.н., професор Підгурський М.І.

Характерною особливістю експлуатації ряду сучасних машин, агрегатів і споруд є їх робота в умовах циклічного навантаження. Рамні конструкції є основою вказаних машин і сприймають навантаження від силових і функціональних агрегатів при виконанні всіх видів робіт і, в значній мірі, визначають експлуатаційну надійність техніки.

Досвід експлуатації несучих систем, теоретичні та експериментальні дослідження показують, що за час життєвого циклу (від виготовлення до списання) у конструкціях рам накопичуються пошкодження, критеріальна оцінка яких найбільш достовірно реалізується методами механіки втомного руйнування. Це пов'язано з тим, що конструкційний матеріал в максимально напружених зонах елементів працює за границею пружності, що може приводити до виникнення тріщин втоми, особливо в зонах зварних з'єднань.

Розв'язок таких задач пов'язаний із вирішенням наступних проблемних питань.

По-перше, спектр зовнішнього навантаження машини, а відповідно і рами, є випадковим

По-друге, процес зварювання при складанні рами вносить додаткову невизначеність, пов'язану із початковою дефектністю – підрізами, непроварами, порами, шлаковими включеннями та ін..

По-третє, пошкодження окремих елементів і зварних вузлів рамних конструкцій, що реалізуються в процесі експлуатації, наприклад, зародження і розвиток втомних тріщини до повного руйнування вузлів і рами в цілому, відбувається хоча за випадковим законом, проте з певною закономірністю, що полягає в різній ймовірності появи того чи іншого пошкодження, а також інтенсивності його розвитку, які залежать від напружено-деформівного стану, початкової дефектності, структури і фазових перетворень в металі шва та біля шовної зони.

По-четверте, для рамних конструкцій, які є нерегулярними плоско-просторовими системами, характерна багаторазова статична невизначуваність, розкриття якої дозволяє отримати картину напружено-деформівного стану конструкції. Разом з тим задача суттєво ускладнюється у зв'язку з перерозподілом напружень між елементами системи при наявності значних за розміром тріщин.

По-п'яте, до певної міри невизначеними є поняття критеріїв відмов та граничних станів, які до цих пір не стандартизовані для рамних конструкцій машин. Зважаючи на характер руйнування рамних конструкцій, надійність несучих систем визначається їх довговічністю з врахуванням як стадій зародження, так розвитку втомних тріщин.

Кожна з наведених проблем є достатньо складною задачею, що вимагає комплексних досліджень, як теоретичних, так і експериментальних.

УДК 631.358.42

Семчук Олег – ст. гр. МЗм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАННЯ ПІДСТАВКИ ТРАКТОРНОЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Лазарюк В.В.

Тенденція розвитку зварювального виробництва показує, що сучасні методи механізованого дугового зварювання в захисних газах займають ведуче положення серед інших способів.

Зміна структури зварювального виробництва відбувається за рахунок збільшення видів механізованого зварювання в захисних газах при суттєвому зниженні темпів росту випуску електродів для ручного зварювання.

Головним недоліком процесу зварювання в середовищі захисних газів, є не якісне формування швів у найбільш поширених діапазонах режимів зварювання та відносно низька пластичність металу зварного шва при мінусових температурах. Трудомісткість важких операцій по зачищенню виробу від приварених бризків і доведення швів до придатного стану досягає 30 – 40 % від трудомісткості зварювання. Щорічні втрати, які викликані підвищенням розбризкування електродного металу вимірюються декількома десятками мільйонів гривень.

Зварювання у вуглекислому газі, крім марганцевого дроту, діаметром більше 1,2 мм не допускається для відповідальних конструкцій працюючих при вібраційних навантаженнях мінусових температурах.

Крупнокропельне перенесення електродного металу при зварюванні в CO<sub>2</sub> і підвищені точки струменевого перенесення в Ar і сумішах на його основі механізованого процесу зварювання при виконанні шва в положеннях відмінних від нижнього.

Тому актуальним завданням є зміна існуючого технологічного процесу, збільшення ефективності механізованого дугового зварювання конструкцій за рахунок застосування нового зварювального матеріалу – активованого дроту і технології процесу зварювання дроту.

Вдосконалити заводський технологічний процес виготовлення рами можна так:

- а) покращити транспортні операції;
- б) механізувати зварювання рами, застосувавши притискачі;
- в) зменшити розбризкування при зварюванні і збільшити його швидкість застосувавши нові зварювальні матеріали.

У конструкції максимально використовують зварні шви одного розміру, що дозволяє зекономити час на переналагодження режимів. Для економії електродного металу в конструкції підставки використовуються гнуті елементи різного профілю. Для покращення якості зварних швів у конструкції виробу вдалося уникнути різних змін перерізу елементів.

Механічні властивості металу шва і з'єднання залежать від його структури яка залежить від хімічного складу, як основного так і присаджувального матеріалу, параметрів режиму зварювання і наступного оброблення. Хімічний склад металу шва залежність наступного існування дільниці основного і електродного металу з шлаками газової фази.

Таким чином удосконалення заводської технології виготовлення підставки дозволить збільшити програму випуску машин, покращити якість зварних вузлів виробу, зменшити витрати зварювальних матеріалів.

УДК 621.326

Сольник Р. – ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАПЛАВЛЕННЯ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ**

Науковий керівник: Фостик В.Б.

Наплавлення широко застосовують не тільки при виготовленні і ремонті спрацьованих деталей вузлів і машин, а також і при виготовленні нових.

Наплавлення – це процес нанесення з допомогою зварювання шару сплаву необхідного хімічного складу і механічних властивостей на робочу поверхню виробу.

Шляхом наплавлення отримують вироби із зносостійкими, кислотостійкими, жаростійкими, антифрикційними та іншими необхідними властивостями.

За допомогою наплавлення підвищують зносостійкість в 10-15 разів, економічний ефект при напавленні досягається в результаті отримання біметалевих виробів.

В залежності від умов роботи вироби, які наплавляються, можна поділити на сім груп в різних галузях народного господарства:

- вироби, які працюють в умовах тертя метал до металу (кранові колеса, деталі гусеничних тракторів). Для відновлення цих виробів рекомендується застосовувати маловуглецеві низьколеговані сталі, які містять до 5% легуючих елементів, як правило марганець. Зокрема: 08Г, 08ГС, 15ХГ2С, 18Г4 та ін.;

- вироби та інструменти, які працюють в умовах абразивного спрацювання при нормальних температурах. Обладнання цементної промисловості – дробарки, бурові долота, зуби, ковші екскаваторів. Для наплавлення даних виробів застосовуються сталі в яких підвищений вміст вуглецю, леговані хромом і марганцем – У25Х28, У35Х7Г7;

- вироби які працюють в умовах абразивного спрацювання з ударними навантаженнями – ролики рольгангів, ножі бульдозерів, леміші плугів. Для наплавлення даної групи деталей застосовують високохромисті сплави і сталі з низьким вмістом вуглецю. Сталі марок: Х19М, Х13Н4;

- деталі і інструменти які працюють на абразивне спрацювання при звичайних та підвищених температурах (прокатні валки, пресовий інструмент). Для наплавлення рекомендується застосовувати хромовольфраміванадієві сталі – 3Х2В8Ф2;

- деталі які працюють в умовах корозії і ерозії в поєднанні із спрацюванням в понижених температурах – лопатки гідротурбін, ущільнення апаратури енергетичних установок, паропроводів високого тиску. Для наплавлення застосовують високохромисті сплави та хромонікелеві аустенітні сталі – 1Х25Н4Т, 1Х18Н10Т;

- деталі що працюють в умовах інтенсивного тертя (підшипники, підп'ятники) – використовують сплави на основі міді, оловянистофосфористі сплави, бронза;

- ріжучий інструмент. Для наплавлення застосовуються матеріали, які леговані вольфрамом, ванадієм, молібденом, хромом, можна застосовувати швидкоріжучі сталі: Р9, Р18, Р19 та ін.

В роботі розкрито суть та область використання наплавлення, вказано приклади виробів при виготовленні яких використовується наплавлення, приведено групи наплавлювальних матеріалів.

УДК 621.793.74

Трубчанінова К.В.<sup>1</sup>

Попов С. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студ. гр. ІФ-419 ЗНТУ

<sup>2</sup>д-р техн. наук, проф. ЗНТУ

## **РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ АНАЛІЗУ ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРИБОСИСТЕМИ НА БАЗІ АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ**

Сьогодні актуальним науковим напрямком залишається відтворення та розробка математичних алгоритмів, які дозволяють розрахувати кількісну характеристику відносної зносостійкості.

Для вирішення цієї задачі ми обрали стандартні сталі типу Х12 та Х12Ф1, які в залежності від термічної обробки, відтворюють різні типи структури.

При вивченні зношування цих матеріалів, є дуже важливим використання потенціалу нестабільного залишкового аустеніту, в процесі зношування якого утворюється мартенсит деформації з мікротвердістю до 12 ГПа.

Але якщо порівняти мікротвердість поверхні тертя та абразивного матеріалу, з'ясовно, що при великих значеннях твердості абразивних часток, що значно перевищує твердість мартенситу деформації, він не здатний захистити поверхню від спрацьовування.

Тому наша задача базується на вивченні впливу легуючих елементів, які здатні до кристалізації гетерогенної структури сплаву зі значною твердою зміцнюючою фазою. Для її вирішення нами було сплановано і проведено дослідження на базі активного експерименту. Дослідження проводились в умовах діючого виробничого циклу асфальтозмішувача, абразивними частками граніту мікротвердістю 14-16 ГПа. Діаметр часток 5-10 мм.

За результатами математичної обробки та аналізу було вперше отримано математичні регресії у вигляді поліному з парними та потрійними факторами взаємодії для умов зношування напівзакріпленим абразивом. Обробка розрахунків і перетинів поверхонь відгуку дозволили встановити оптимальне співвідношення масової долі вуглецю, марганцю і бору, які забезпечують максимальне значення відносної зносостійкості.

Виходячи з чого, доведено що треба застосовувати адаптацію матеріалів за рахунок зміцнення матриці твердими включеннями значної мікротвердості приблизно 19...22 ГПа: карбідами та боридами. Дослідження показало, що дуже важливим є керування в сплавах розвитком мартенситних перетворень. Але процес наукових пошуків і доказів цих явищ вимагає більш глибокого вивчення.

УДК 621.326

Філіпчук О. О. - ст. гр. ТЗ-08-1

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

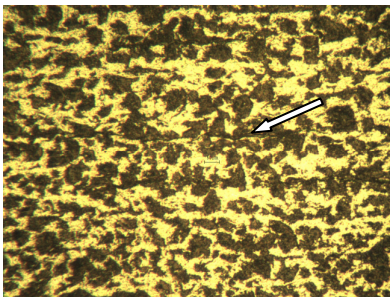
## ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ СТРУКТУРИ МЕТАЛУ ГАЗОПРОВОДУ ПІСЛЯ ДОВГОТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Науковий керівник: доцент Біщак Р.Т.

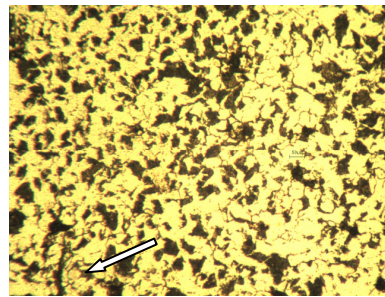
Вичерпування ресурсу *магістральних* газопроводів обумовлено поступовим накопиченням експлуатаційних ушкоджень. При цьому особливу значимість має динаміка зміни структури і механічних властивостей металу в міру збільшення його терміну експлуатації.

Досліджували металографічні шліфи вирізані з труби магістрального газопроводу «Київ – Захід України - 1» (КЗУ-1) після сорока років експлуатації в землі. Трубопровід діаметром 1020 мм, виготовлений з сталі 17Г1С. Аналізували структуру у радіальному та осьовому напрямках із зовнішньої та внутрішньої поверхні труби.

Виявили, що мікроструктура металу труби - ферито-перлітна. Шліфам вирізаним в осьовому напрямку притаманна яскраво виражена смугастість ферито-перлітної структури, рис. 1а.



а



б

Рис. 1. Мікроструктура газопроводу після 40-ка років експлуатації ( $\times 400$ ): а – у осьовому напрямку; б – у радіальному напрямку

На зовнішній поверхні труби виявлено низку тріщиноподібних розшарувань, орієнтованих переважно у повздовжньому напрямку рис. 1а. Мікроаналізом встановлено, що тріщина поширювалась міжкристалітно, із окремими розгалуженнями. Крім «великих» тріщин, виявлено низку мікротріщин на межах зерен. Очевидно, тріщини зароджувались на межах зерен, а поширювались під дією напружень. Також виявлено тріщиноподібний дефект у фрагменті вирізаному з труби у радіальному напрямку рис. 1б. Поява таких пошкоджень зумовлена перенапруженнями дослідженої ділянки під час експлуатації газопроводу.

Оцінювання структурної деградації матеріалів магістральних газопроводів є важливим для виявлення ділянок потенційної небезпеки та запобіганню непередбаченому руйнуванню газопроводів і важким техногенним наслідкам.

УДК 621.326

Чудінов В. – ст. гр. ТіУЗ-08-М

Приазовський державний технічний університет

## КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ВАННОЮ ПРИ ДВОДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ПОСЛІДОВНО ВКЛЮЧЕНИМИ ДУГАМИ

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

З кожним роком до якості зварних з'єднань і їх контролю пред'являються все більш жорсткі вимоги у зв'язку з випадками аварій зварних конструкцій на підприємствах промислової галузі. Тому пошук нових технічних рішень для підвищення якості та продуктивності зварювання є актуальним завданням.

Зварювання з електромагнітним перемішуванням, яке активно розвивається в другій половині ХХ ст. дало можливість вирішити одну з головних технологічних завдань - підвищення механічних властивостей зварного з'єднання за рахунок керування кристалізацією зварювальної ванни.

Спосіб дводугового зварювання послідовно включеними дугами дозволяє більш ефективно управляти тепломасопереносом у зварювальній ванні, підвищити якість і продуктивність при зварюванні швів на горизонтальній площині, підвищити к.к.д. зварювального процесу зважаючи на більш ефективне використання теплової енергії.

Однією з головних характеристик режиму дводугового зварювання послідовно включеними дугами є відстань між електродами, від якої залежить стійкість дводугового процесу і, отже, якість зварного шва. Розглянуто умови, що дозволяють визначити необхідну відстань між електродами в залежності від властивостей матеріалів електродів і захисного середовища.

Досліджено розподіл ліній струму по глибині зварювальної ванни. Залежність сили струму від глибини представлена на рис. 1.

З представлених графіків видно, що сила струму по глибині зварювальної ванни убуває практично лінійно. І відстань між струмопідведенням, а в даному випадку між електродами, значно впливає на щільність струму в поверхневому шарі.

Найбільш ефективно можна перемішувати за допомогою аксіальних магнітних полів поверхневі шари зварювальної ванни і домогтися значного перепаду швидкостей між шарами, що має принципове значення для вирівнювання температури ванни.

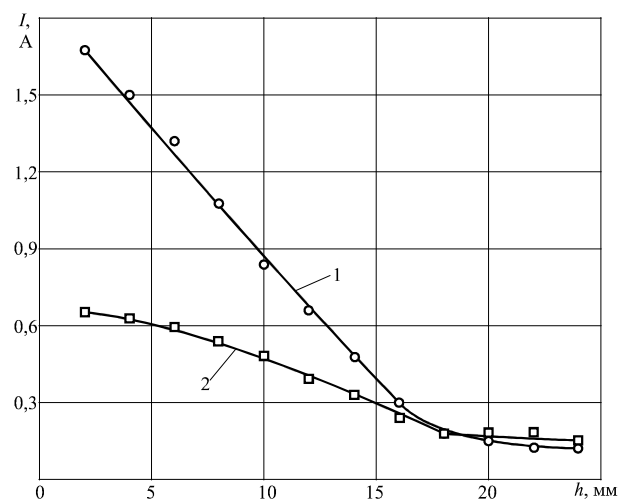


Рис. 1 – Розподіл струму по глибині зварювальної ванни: 1 - база струмопідводів 20мм; 2 - база струмопідводів 40мм

Секція:

Фізика

УДК 612.029.62

Бійчук Р.–ст. гр. РМ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ГАЗОЧУТЛИВИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Науковий керівник: Гуль Р.В.

Для отримання сучасних високочутливих датчиків газів, коли надзвичайно важливою є досконалість (геометрія, склад) поверхні напівпровідника, металу що використовується у виробництві датчиків газів, необхідне використання сучасних високих технологій, що можуть забезпечити: а) отримання хімічно надзвичайно чистих вихідних речовин, сполук; б) створення з їх використанням максимально досконалих структур. Обидва пункти охоплюють досить широкий спектр фізичних, хімічних технологій. Однак стосовно самої побудови датчиків слід мабуть відмітити наступні високотехнологічні методи сьогодення: CVD (Chemical vapor deposition)- хімічне осадження з газової фази та MBE (Molecular Beam Epitaxy)- молекулярно променева (пучкова) епітаксія (МПЕ), методи травлення, фотолітографії, полірування. Саме ці технології отримання високочистих, з докладною геометрією структур, лежать в основі при створенні датчиків газів.

Створення чутливих датчиків газів - широкоформатна задача науки та техніки, яка вимагає поєднання високотехнологічних напрямків фізики, хімії. Враховуючи те, що більшість сучасних елементів датчиків газу – поверхневі датчики газу, принцип дії яких опирається на поверхневих явищах – зміні опору напівпровідника під впливом адсорбованого газу (найбільш поширеним при цьому є використання в якості детектуючого елементу оксиду олова). Надзвичайно важливим є пошук та створення нових, високої чистоти матеріалів (наприклад, GaN, InN та ін.) , побудова конструктивно нових - нанорозмірних структур (наношарів, нанодротів, наностовпчиків, нанокрапок та ін.), вдосконалення технологій росту даних структур (з використанням процесу осадження з газової фази, МПЕ), обробки поверхонь, нанесення контактів. Порівняння вартості та складності різних методів виготовлення газочутливих гетероструктур є досить важливим питанням при створенні газових сенсорів.

### Література

1. Плешков А.П. «Электрофизические свойства пленок Sn<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и гетероструктур n-Sn<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/p-Si». Автор. канд. дис. Воронеж, -2007, 15 с.

2. <http://www.insovt.ru/sensors/>

УДК 536.24

Бондаренко В.–ст. гр. ТП-81М

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"*

## **ОСОБЛИВІ УМОВИ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гавриш А.С.

Конденсація являє собою процес із значними питомими тепловими потоками. Його достатньо складно суттєво інтенсифікувати. Тому, на режимах роботи із максимальними тепловими навантаженнями в промислових теплотехнічних апаратах однією із ключових умов є саме стабільність. Наявність активних гідро газодинамічними режимів руху теплоносіїв надає можливість отримати максимальні гранично допустимі величини коефіцієнтів тепловіддачі при конденсації.

До особливих умов руху теплоносіїв із фазовим перетворенням, які не враховуються теоретичними моделями, відносяться випадки об'ємної та поверхневої краплинної конденсації. Її достатньо складно досліджувати із метою інтенсифікації роботи апаратів, які працюють на граничних режимах. Такі режими роботи обладнання із максимальним навантаженням, також складно підтримувати стабільними. Застосування апаратів із активними гідро газодинамічними режимами руху теплоносіїв ставить велике коло задач при гранично можливих максимальних коефіцієнтах тепловіддачі при конденсації. До них відносять задачі як традиційної в більшості випадків плівкової, так і краплинної, об'ємної та комбінованої конденсації.

Якщо в потоці пари має місце достатнє падіння тиску і переохолодження, то починається спонтанна конденсація в об'ємі і утворення туману. При цьому виділяється прихована теплота фазового перетворення і, як наслідок, переохолодження пари зменшується. Цей процес продовжується для певних зовнішніх умов до моменту настання рівноваги. Потік перегрітої або насиченої пари перетворюється у потік вологої пари. Сепарація об'ємної конденсації робить її еквівалентною поверхневому процесу. Співіснування різних режимів конденсації дозволяє широко варіювати техніко-економічні показники теплотехнічного обладнання.

Для ініціації краплинної конденсації в потік робочого тіла можуть додаватись в невеликій кількості поверхнево-активні речовини, які одночасно слугують інгібіторами корозійних процесів. Останнім часом зростає інтерес до створення і використання в промислових масштабах сучасних багатофункціональних покриттів теплообмінних поверхонь. Цьому сприяє зростання можливостей нанотехнологій, які дозволяють синтезувати новітні композиції, які дозволяють захищати теплообмінне обладнання від корозійно-ерозійних процесів і мають трибосистемні властивості. Речовини, отримані за допомогою нанотехнологій не вимиваються, не вимагають обов'язкової додаткової захисної обробки поверхні теплообміну, самі здійснюють захист, відновлення, реставрацію і консервацію оброблюваних матеріалів, зберігають газо-паропроникність, і відносяться до класу комплексних матеріалів.

Також для підвищення ефективності конденсації можуть застосовуватись й інші підходи. Наприклад, незначна вібрація покращує стікання і збір конденсату, спонукає виникнення краплинного режиму. Оребрення поверхонь теплообміну дає змогу виготовляти більш компактні апарати при незначному зростанні металоємності. Серед методів інтенсифікації теплообміну перевага надається тим, які призводять до технічних удосконалень і не потребують значних нових технологічних процесів. Такий підхід є перспективним напрямком розвитку і вдосконалення існуючих технологій.



УДК 628.979

Габ'ян Л. ст.гр. – СН-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНЬ В МАТЕРІАЛАХ ПІД ДІЄЮ ЛАЗЕРНИХ ІМПУЛЬСІВ**

Науковий керівник – к.т.н., асист. кафедри фізики Сіткар О.А.

В роботі проаналізовано типи лазерів. Лазер (англ. *LASER* — *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, підсилення світла за допомогою вимушеного випромінювання) — пристрій для генерування або підсилення монохроматичного світла, створення вузького пучка світла, здатного поширюватися на великі відстані без розсіювання і створювати винятково велику густину потужності випромінювання при фокусуванні ( $10^8$  Вт/см<sup>2</sup> для високоенергетичних лазерів). Лазери поділяють на твердотільні, рідинні та газові. Останнім часом широкого застосування набули оптоволоконні лазери. Лазери поділяють і за тривалістю дії на імпульсні і неперервні.

Під впливом лазерного випромінювання матеріал піддається, перш за все, температурному впливі. Тому нами розглянуто температурний розподіл в матеріалі при опроміненні лазерним випромінюванням. Встановлено зміну температурного розподілу при зміні режиму роботи лазера.

Внаслідок виникнення градієнту температури на поверхні матеріалу виникають напруження. В роботі розглянуто аналогічні залежності напружень в матеріалах при дії на них лазерного випромінювання.

Змодельовано температурний розподіл та напруження в матеріалі при дії на нього лазерного імпульсу в режимі вільної генерації.

УДК 523.43

Кіфер В. (ст. гр. СП-11), Назарчук В. (ст. гр. СП-11), Бабчишин А. (ст. гр. СП-11)

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **СУЧАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАРСУ: НАУКОВА ЛАБОРАТОРІЯ "CURIOSITY"**

Науковий керівник: к.ф.-м.н. Крамар О.І.

В останні десятиліття значно посилюється інтерес до Марсу, зокрема у середньостроковій часовій перспективі планується цілий ряд наукових проектів, у тому числі пілотованих. У 2011-2012 рр. здійснено успішний запуск та введено у дію марсіанську наукову лабораторію (MSL) "Curiosity". Метою даного оглядового дослідження є аналіз основних задач цього наукового проекту, детальна характеристика етапів їх реалізації та обговорення попередніх результатів роботи, отриманих на даний час.

Значний науковий інтерес представляють відомості про геологічні особливості та клімат Марсу, можливості підтримки життєдіяльності планетарної бази. У зв'язку з цим основними науковими завданнями проекту є дослідження хімічного складу марсіанської поверхні, пошук залишків речовин, які супроводжують протікання біологічних процесів; з'ясування особливостей формування клімату, кругообігу води та вуглекислого газу; дослідження спектру радіоактивного випромінювання тощо.

Марсохід "Curiosity" є автономною хімічною лабораторією третього покоління. Космічний апарат має масу 3,8 т (в т.ч. 460 кг пального) і складається з трьох базових модулів – перелітного, посадкового та власне марсохода. Маса "Curiosity" 899 кг (з якої 80 кг – маса наукової апаратури), розміри: 3 м завдовжки і 2,7 м завширшки, висота - 2,1 м. Середня швидкість руху орієнтовно 30 м/год. Як джерело енергії використано радіоізотопний термоелектричний генератор (на <sup>238</sup><sub>94</sub>Pu). Місія розрахована на 2 роки і за цей час марсохід має здолати не менше 20 км.

Для виконання завдань проекту MSL оснащена великим спектром наукової апаратури. Зокрема, змонтовано ряд камер для отримання фотознімків та відео поверхні, мікроскопічних зображень гірських порід, навігації у просторі; встановлено лазерний та X-променевиий спектрометри для дослідження структури, хімічного та мінералогічного складу порід та ґрунту. Також є детектор радіаційного фону, прилад для виявлення простих водневих сполук, метеорологічний комплекс дослідження стану атмосфери. Головний і найважчий комплекс інструментів (маса 38 кг) SAM призначений для детального аналізу твердих зразків та атмосферних газів.

За 7 місяців перебування на Марсі "Curiosity" передав численні знімки порід, навколишнього оточення, результати проведених досліджень атмосфери та ґрунту, серед яких науковці виділяють: підтвердження сухості поверхні і відкриття її шарів різної вологості на малих глибинах, аналіз хімічного складу марсіанської поверхні (пилу, очищеної та багатой білими прожилками), наявність домішок у воді (в 4-5 разів більше насичена важкими ізотопами водню).

У підсумку відзначимо надзвичайно важливе значення даних, що отримує MSL, не лише з точки зору чистої науки, але й, зокрема, для можливої реалізації таких амбітних проектів, як пілотовані місії та висадка людини на Марс у найближчі кілька десятиліть.

УДК 621.9.048.7

Афанасенко А., Герасимів В., Литковець М. – ст..гр. ЕТ-12

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТОВОЛОКОННІ ЛАЗЕРИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ**

**Науковий керівник: к.т.н., професор Нікіфоров Ю. М.**

Лазер – джерело когерентного, монохроматичного і вузько спрямованого електромагнітного випромінювання оптичного діапазону, яке характеризується великою густиною енергії.

Метою наукової роботи «Оптоволоконні лазери та їх застосування» є висвітлення будови і перспектив застосування оптоволоконних лазерів.

Проаналізовано види лазерів (газові лазери, рідинні та на твердих тілах (діелектричних кристалах, склі, напівпровідниках) і на прикладі твердотільного лазера на рубіні пояснено принцип роботи лазера.

Розглянуто створення і розвиток оптоволоконних лазерів. Передача лазерного випромінювання здійснено по оптичному волокну, яку винайшли Еліас Снітцер та Віл Хікс в 1961 році. Завдяки винайденню у 1966 році оптичного волокна рівень згасання в якому був в декілька десятків раз менший ніж до того, дало імпульс для подальшого розвитку оптоволоконної технології в світі.

На даний момент часу найбільш розповсюдженими у світі є оптоволоконні лазери транснаціональної корпорації IPG Photonics – засновником якої є Гапонцев Валентин Павлович, випускник Львівського політехнічного інституту.

Розглянуто основні відмінності будови оптоволоконного лазера (активне волокно, брегівські дзеркала, блок накачки), принцип дії і будова кожної його частини.

Висвітлено переваги та відмічено недоліки роботи оптоволоконних лазерів. В першу чергу у волоконних лазерах генерація випромінювання відбувається безпосередньо в волокні, і воно має високу оптичну якість. Недоліками даного типу лазерів є небезпека виникнення нелінійних ефектів через високу щільність випромінювання у волокні і порівняно невелика вихідна енергія в імпульсі, обумовлена малим обсягом активної речовини.

Показано приклади застосування оптоволоконних лазерів: зокрема для гравіювання і різання металів в промисловості і для лазерного маркування товарів. Вибір застосування лазерів в залежності від їхньої потужності. Приклад застосування оптоволоконної установки лазерної різки Xpert.

УДК 531.8

Долінський Т. –ст. гр. СН-11

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

## **ВІЧНІ ДВИГУНИ. ВИГАДКА ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ?**

Науковий керівник – к.т.н., асист. Сіткар О.А.

Перш, ніж відповісти на це непросте питання, варто розібратися з термінами. PerpetuumMobile в перекладі з латині дослівно означає «назавжди рухливий». В енциклопедичному словнику «двигун» означає енерго-силову машину, що перетворює будь-яку енергію в механічну роботу. Таким чином, мова йде про створення пристрою, що має нескінченний запас енергії для нескінченного виконання корисної роботи. Або про механізм, який взагалі не використовує енергію для здійснення роботи. Класична наука заперечує можливість створення вічних двигунів. Паризька академія наук вже з XIII століття відмовляється розглядати заявки на патентування PerpetuumMobile. Проте думка про можливість витягання енергії «з порожнечі» не залишає багатьох дослідників. Ці ентузіасти створюють «неможливі» пристрої і викладають в мережу ролики, котрі доводять «неспроможність» науки. Варто тільки ввести запит «вічний двигун» в пошуковики, як вони видають не одну сотню тисяч посилань на ресурси, присвячених їх розробці та виготовленню.

Вічним двигуном вважають ідеальний двигун, який створений так, що, будучи запущеним один раз, буде працювати постійно і не вимагатиме додаткового надходження енергії. Подібний пристрій вступає в протиріччя з двома законами термодинаміки:

1. енергія не може бути ні створена, ні зруйнована (закон збереження енергії)
2. теплота не може перетікати від холоднішого об'єкта до теплішого.

У результаті всім реальним двигунам потрібне постійне надходження енергії, і жодна теплова машина не може перетворювати все тепло в корисну роботу.

Історично розрізняють різні типи вічних двигунів.

**1. Вічний двигун першого роду** за задумом повинен був би виконувати роботу, не отримуючи енергії. Він суперечить закону збереження енергії.

**2. Вічний двигун другого роду** за задумом повинен був би перетворювати всю отриману теплоту в роботу. Це не суперечить закону збереження енергії, але вступає в протиріччя із законами термодинаміки.

Перша згадка про вічний двигун, сконструйованим індійським математиком і астрономом Брахмагупта (Brahmagupta) відноситься до 624 році н.е. У своїй праці «Brahmasphutasiddhanta» він описав вічний двигун так: «Сконструювати зі світлих порід дерева колесо з порожнистими рівномірно розподіленими спицями, заповнити спиці до половини ртуттю і запечатати, помістити колесо на горизонтальну вісь. У частині спиць ртуть буде підніматися вгору, а в решті спускатися, забезпечуючи безперервний рух».

Перша згадка про магнітний механізм, який постійно рухається відноситься до 1269. П'єр де Маркурт (Pierre de Maricourt) описав пристрій, що обертається під дією сил

тяжіння кількох магнітів. Цей ефект став зрозумілий набагато пізніше свого відкриття, а пристрій Маркута виявився першим компасом. Маркут сам визнавав, що створений ним механізм не призначений для здійснення корисної роботи, а швидше допомагає зрозуміти, як планети рухаються по орбітах. Він вірив, що магнітний матеріал, який він виявив, був тим самим каменем, який шукали алхіміки.

Роберт Бойль (Robert Boyle) (1627-1691) припускав, що в дуже тонкій трубці рідина може підніматися завдяки капілярному ефекту. Бойль не наводить ніяких подробиць про склад рідини, а замість цього занадто детально описує зовнішні ознаки хімічної реакції яка проходить в горщику. Описана ним поведінку рідини створює враження, що мова йде про якусь хімічної реакції, яка супроводжувалася тривалим виділенням енергії. Таких хімічних реакцій досить багато, причому вони не є для науки чимось особливим

Його двигун мав просту конструкцію: Велика чаша наповнена рідиною дно якої заміняла невелика трубка яка виводилася назад до гори в чашу таким чином вода в більшій чаші повинна була давити на воду в трубці створюючи нескінченний рух. Проте з сьогоднішнім розвитком фізики можна сказати, що це неможливо.

До речі, можливо природні вічні двигуни можуть знайтися у Всесвіті. В астрономії їх називають білими дірками. Будучи антиподами чорних дір, вони є джерелами нескінченної енергії та існують поки, на жаль, гіпотетично. Та й сам Всесвіт відповідно до деяких теорій його походження може виявитися вічним двигуном. Частина астрономів пропагують теорію «пульсуючого Всесвіту», згідно з якою наш світ розширюється, щоб потім знову стиснутися в точку і вибухнути новим Всесвітом. І так до безкінечності ... Так чи можемо ми з повною впевненістю відповісти, чи є вічний рух порушенням правил фізики або природним станом того світу, в якому ми живемо?

УДК 530.145.63: 004.45

Кіт М. ст..гр. СН-11

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **КВАНТОВІ КОМП'ЮТЕРИ**

Науковий керівник – к.т.н., асист. Сіткар О.А.

Побудова квантового комп'ютера у вигляді реального фізичного приладу є фундаментальною задачею фізики ХХІ століття. В даний час побудовані тільки обмежені його варіанти (в межах 10 кубіт). Питання про те, до якої міри можливо масштабування такого пристрою, є предметом нової області, яка інтенсивно розвивається, – багаточасткові квантової механіки. Центральним тут є питання про природу декогерентності (точніше, про колапс хвильової функції), який поки залишається відкритим.

В роботі розглянуто поняття квантового комп'ютера та способи його створення. Квантовий комп'ютер - обчислювальний пристрій, працюючий на основі квантової механіки. Квантовий комп'ютер принципово відрізняється від класичних комп'ютерів, що працюють на основі класичної механіки. Повномасштабний квантовий комп'ютер є поки гіпотетичним пристроєм, сама можливість побудови якого пов'язана з серйозним розвитком квантової теорії в області багатьох частинок і складних експериментів; ця робота лежить на передньому краї сучасної фізики. Обмежені (до 128 кубітів) квантові комп'ютери вже побудовані; елементи квантових комп'ютерів можуть застосовуватися для підвищення ефективності обчислень на вже існуючій приладовій базі.

Показано переваги квантового комп'ютера над класичним. Велика частина сучасних ЕОМ працюють за такою ж схемою:  $n$  біт пам'яті зберігають стан і кожен такт часу змінюються процесором. В квантовому випадку система з  $n$  кубітів знаходиться в стані, що є суперпозицією усіх базових станів, тому зміна системи стосується всіх  $2n$  базових станів одночасно. Теоретично нова схема може працювати набагато (в експоненційний число разів) швидше класичної.

В роботі проаналізовано важливі дослідження, які дозволили наблизитись до створення квантових комп'ютерів, а саме дослідження Сержа Ароша та Девіса Уайнланда.

Розглянуто дослідження Ароша та Уайнланда по взаємодії фотонів з атомами. Арош використовував атоми для визначення наявності фотонів всередині резонатора, а Уайнленд впливав на атоми лазерним випромінюванням.

Результати досліджень Ароша і Уайнланда дозволили фізикам подолати «заборонений» квантовий бар'єр. Авторами розроблена теорія декогеренції, яка пояснює процес порушення стану суперпозиції. Уайнленд створив з двох кубітів перший прототип квантового логічного інвертора - елемент, здійснює операцію «контрольоване НЕ». Звичайно, для створення повноцінної обчислювальної системи недостатньо лише одного логічного елемента, що виконує заперечення, однак дослідження нобелівських лауреатів відкривають шляхи до подальших відкриттів і винаходів у цій галузі.

УДК 621.165.46.001-42.001.36

Кожемяка Д.–ст. гр. ТП-81м

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"*

## **ПРО ЗАХИСТ ТЕПЛООБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гавриш А.С.

Ерозія конструкційних матеріалів являє одну з основних проблем при експлуатації сучасного теплообмінного устаткування. Деталі та вузли таких установок працюють в досить суворих умовах. Матеріали, з яких вони виготовлені, зазнають різні види зношення: абразивне, корозійно-ерозійне, кавітаційне, краплинно ударне зношення, щілинну ерозію та ін. Ушкодження матеріалів призводить до зниження ефективності роботи обладнання та до його аварійних зупинок. Зношення зазнають корпуси, поверхні теплообміну, обойми, діафрагми та ін. В наслідок кавітації можуть руйнуватись проточні частини насосів, регулюючої арматури та ін. Дефекти ерозійного характеру спостерігаються в підігрівниках при високих тисках. Інтенсивне розмивання трубопроводів обумовлене протіканням корозійно-ерозійних процесів. Спільна дія механічних та хімічних факторів прискорює ерозію, саме тому проблема підвищення зносостійкості обладнання стає особливо актуальною.

Пошук ефективних способів захисту поверхонь ведеться за такими напрямками: застосування нових ерозійно стійких матеріалів та покриттів, розробка оптимальних конструкцій, застосування зовнішніх впливів, наприклад, аерації, катодного захисту, використання електричних та електромагнітних полів, зміна властивостей рідини шляхом використання спеціальних добавок та ін. Для замкнених контурів одним з найбільш ефективних способів боротьби із ерозією є використання полімерних добавок та різноманітних поверхнево-активних речовин (ПАР). В основному це розчини високомолекулярних полімерних речовин. Ведення у воду незначної кількості високомолекулярних сполук суттєво впливає на зміну в'язкості, поверхневого натягу та інших властивостей теплоносія. Захисна дія ПАР пояснюється теорією в'язко-еластичності полімерів та змінами в характері обтікання поверхонь. Однак, єдиної думки щодо механізму захисної дії ПАР дотепер не існує. Вплив ПАР на ті чи інші процеси є багатофакторним і залежить в кожному конкретному випадку від природи речовини, характеру течії, властивості робочої рідини і т.д. Приклад формування захисної поверхні під дією ПАР зображено на рисунку 3.

Для таких покриттів характерними є певні фізико-хімічні властивості. Ці властивості дозволяють вважати покриття гідро- та ліофобними і такими, що не вимиваються. Властивості та склад зносостійких і одночасно ліофобних покриттів залежать від технології їх створення. При створенні новітніх поверхонь важливим є отримання так званих трибосистем. Для цього необхідне дотримання балансу між притоком енергії та її віддачею в навколишнє середовище. Трибосистема є відкритою термодинамічною системою. Активні компоненти композиції в наслідок трибохімічних реакцій утворюють особливу модифікацію, яка забезпечує анізотропію механічних властивостей заново сформованої поверхні із збереженням основного призначення теплообмінної поверхні. Якщо для таких систем порушується баланс, то система на це відреагує властивістю самоорганізації. Трибосистема або руйнує старі зв'язки, або утворює нові, шляхом структурного ускладнення. Кінцевим результатом таких перетворень є формування особливих покриттів із продуктів трибохімічних реакцій рекомбінованих вихідних речовин.

Кривий В. – ст. гр. Ф-51

*Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка*

## **ЕНМК «МЕХАНІКА» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ФІЗИКА» ЯК ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ В ПЕДАГОГІЧНИХ ВУЗАХ**

Дослідження ринку дистанційного навчання говорить про те, що темпи його росту досить високі, а на Заході він оцінюється мільярдами доларів. От чому кожен навчальний заклад на Україні вкрай зацікавлений у тому, щоб якнайшвидше зайняти місце на цьому ринку. Це дозволить зняти проблему відсутності навчальних аудиторій, допоможе вирішити кадрове питання, тому що, використовуючи відеоконференції, читати лекції зможуть професори навчальних закладів з інших міст і навіть закордонних країн. Саме тому в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка швидкими темпами йде процес створення інформаційної бази, яка б містила навчально-методичне забезпечення всіх дисциплін, що вивчаються. Однією з них є «Загальна фізика. Механіка», яка вивчається студентами фізико-математичного факультету (електронна адреса [elrn.fizmat.tnpu.edu.ua/course/view.php?id=650](http://elrn.fizmat.tnpu.edu.ua/course/view.php?id=650)).

Курс «Загальна фізика. Механіка» передбачає 100 годин лекцій, 48 годин лабораторних занять та 60 години позааудиторної роботи студентів. Навчально-методичне забезпечення курсу «Фізика з основами геофізики» у системі MOODLE містить лекції, матеріали до практичних занять, матеріали до лабораторних занять, демонстрації, які пояснюють основні фізичні закони, поточний контроль знань – самоконтроль. Для цього курсу розроблено лекції як у форматі PDF так і у вигляді презентацій PowerPoint та демонстрації у вигляді відеороликів формату avi. В лекціях викладено основний теоретичний матеріал з виведенням формул та законів, спираючись на специфіку студентів даної спеціальності. Щоб переглянути певну лекцію, потрібно вибрати її назву у відповідному розділі, яка є фактично гіперпосиланням на відповідну лекцію. Також розроблено методичний матеріал для практичних та лабораторних занять у форматі PDF, який необхідний студентам для самостійної підготовки і подальшого використання цього матеріалу під час підготовки до практичного заняття та виконання лабораторної роботи.

Навчальні досягнення студентів оцінюються кількісно за шкалою ECTS відповідно до сумарної кількості балів, набраних в результаті вивчення змістових модулів, виконання та захисту лабораторних робіт. Для контролю якості засвоєного матеріалу розроблена система тестів для поточного та підсумкового тестування.

Отже, даний курс дозволяє студенту опрацювати теоретичний матеріал, виконувати різноманітні вправи, перевіряти самостійно власний рівень знань, спілкуватися із іншими студентами, обговорювати спірні чи незрозумілі питання на форумі, підтримувати постійний контакт із викладачем, виконувати домашні завдання педагога; викладачу – проводити моніторинг активності студентів на курсі, задавати та перевіряти домашні завдання, проводити поточний та підсумковий контроль якості знань студентів, підтримувати постійний двосторонній зв'язок із студентами. Даний електронний курс є хорошим помічником як у роботі викладача, так у навчанні студента.

УДК 537.6/8

Левченко Х. – ст. гр.КАм-51

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя

## СПІНТРОНІКА – ЕЛЕКТРОНІКА НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ

Науковий керівник: д.т.н. Стухляк П.Д.

Спінтроніка – це нова галузь електроніки, яка базується на використанні для розробки базових елементів не заряду електрону, а його спіну. Необхідність таких досліджень виникла тому, що при подальшій мініатюризації основних елементів сучасних інтегральних схем (діодів та транзисторів) у їх роботі починають проявлятися квантові ефекти. Роботу такого транзистора уже буде неможливо описати класичними законами. Тому повстала необхідність вийти за межі класичної технології і використовувати квантові властивості матерії при конструкції нових базових елементів електроніки.

Спін, як і заряд, нерозривно зв'язаний з електроном, але на відміну від заряду є векторною величиною, тобто характеризується не тільки числом ( $1/2$ ), але й напрямком.

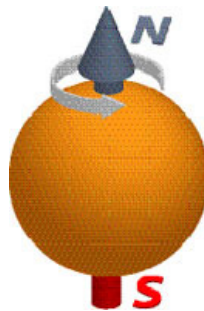


Рис. 1 Схематичне зображення спіну електрона.

Успіхи в розробці базових елементів спінтроніки дозволяють побудувати новий тип комп'ютера – квантовий комп'ютер. В квантовому комп'ютері інформація записуватиметься і передаватиметься не бітами, а квантовими бітами, тобто кубітами. Він може бути збудований з діодів і транзисторів, виготовлених з використанням існуючих феромагнітних напівпровідникових структур.

Суть роботи спінового діода полягає у тому, що спін електрону в такому діоді можна змінювати прикладаючи до нього відповідну напругу. Такі спінові діоди плануються для використання як елементарні комірки пам'яті (MRAM). Ця спінтронічна пам'ять може замінити існуючу пам'ять традиційного комп'ютера.

Проте найбільшим успіхом спінтроніки стане заміна існуючого базового елементу сучасної електроніки – транзистора – спіновим транзистором. Найпростіший спіновий транзистор складається з двох феромагнітних плівок, розділених неферомагнітним напівпровідником. Роботою такого елементу можна керувати за допомогою магнітного поля – змінюючи напрямок намагнічування однієї з феромагнітних плівок, тоді як інформацію отримувати аналізуючи наявність або відсутність спінового струму, який протікає через очікуваним є виготовлення так званого одноелектронного спінтронічного базового елементу.

Таким чином, спінтроніка – це молода технологія майбутньої електроніки з перспективними можливостями дослідження та широким спектром реалізації.



УДК: 537.8 (07) (043)

Лиса Х. ст. гр. СІ – 11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТРУМІВ У МЕТАЛАХ ТА ДІЕЛЕКТРИКАХ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ

Науковий керівник: к.п.н., доцент Кульчицький В. І.

Як відомо, основним станом твердого тіла є стан із найменшою енергією. Тому при температурі  $0^\circ K$  повинні бути заповнені електронами послідовно без проміжків всі енергетичні рівні, починаючи із рівня із найменшою енергією. Внаслідок скінченної кількості електронів є скінченний заповнений рівень із найбільшою енергією, а всі наступні рівні вільні. При температурах вищих за  $0^\circ K$  ця границя розмивається, оскільки у результаті теплового руху у деяких електронів енергія виявляється більшою граничної енергії при  $T = 0^\circ K$ , а у деяких - меншою. Тому деякі рівні енергії, які були при  $T = 0^\circ K$  вільними, стануть заповненими, а які були заповненими - вільними. Ширина перехідної області від практично повністю заповнених до практично повністю вільних енергетичних рівнів має порядок  $kT$ . Як відомо, розподіл електронів за енергіями при цьому характеризується функцією Фермі-Дірака:

$$f(E, T) = \{1 + \exp[(E - \mu)/(kT)]\}^{-1}, \quad (1)$$

де  $E$  - енергія електрона;  $\mu$  - енергія Фермі, яка залежить від температури. Енергія Фермі визначається як енергія, при якій функція Фермі-Дірака дорівнює 0,5. Термоелектронна робота виходу  $\Phi$  зв'язана з енергією  $\mu$  рівня Фермі із (1) співвідношенням:

$$\Phi = E_0 - \mu, \quad (2)$$

де  $E_0$  - енергія електрона, який перебуває у спокої поза провідником у вакуумі. Для металів енергія Фермі є енергією електронів на рівні, який заповнений при  $T = 0 K$  і вище якого рівні вільні. Для діелектриків енергія Фермі припадає на середину забороненої зони, яка лежить вище останньої, повністю заповненої зони, на цьому рівні електрон не може знаходитися, тобто, енергія Фермі не відповідає енергії якого-небудь реального електрона у діелектрику.

Отже,  $\Phi$  дорівнює роботі переміщення електрона із рівня Фермі за межі твердого тіла. Для металів це твердження має буквальный зміст, а для діелектриків дещо умовний, оскільки на рівні Фермі немає реальних електронів. Однак в обох випадках - це є робота для добування електрона із твердого тіла, проведена проти сил, які утримують електрони у твердому тілі. Тобто, електрони всередині твердого тіла знаходяться у потенціальній ямі глибиною  $\Phi$ . Проміжок між рівнями  $E_n$  - провідності і  $E_v$  - валентності є забороненою зоною. Характер заповнення зон дозволяє пояснити чому діелектрики не проводять електричний струм, а метали, навпаки, проводять.

У діелектрика валентна зона повністю заповнена, а зона провідності повністю вільна. У зоні провідності у даному випадку електронів немає. Валентна ж зона заповнена електронами повністю. Електрони у валентній зоні можуть лише обмінюватися один з одним місцями (енергією), але не можуть взяти енергію від прикладеного зовнішнього електричного поля. Вони перебувають у тепловому русі, але не можуть впорядковано переміщатися під дією електричного поля.

Для металів у зоні провідності є і електрони і вільні місця. Тому у даному випадку електрони можуть бути носіями електричного струму.

УДК 621.326

Макух В., Желізняк М.– 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.

Радіаційна безпека – напевне найболючіше питання в сучасній історії України. Аварія на Чорнобильській АЕС, яка вважається однією з найбільших техногенних катастроф у світовій історії, це підтверджує. Досі ведуться гарячі дебати щодо наслідків радіаційного викиду з ЧАЕС. Без сумнівів, радіація значною мірою вплинула на здоров'я великої кількості українців. Звичайно, за майже 30 років радіаційне забруднення знизилося, але все ж ще зона відчуження навколо ЧАЕС ще довго не буде безпечною для проживання.

Дані радіаційних досліджень, до яких є публічний доступ, не дають повної картини радіаційного забруднення. Завданням нашого дослідження було визначення стану радіаційного забруднення в мікрорайоні «Центр» міста Тернополя, яке проводиться на кафедрі фізики ТНТУ вже багато років.

Вимірювання проводилися за допомогою радіометра бета-гамма випромінювання «Прип'ять». Прилад такого типу призначений для замірів радіаційного фону в місцях роботи і проживання людей. Даний прилад дозволяє проводити заміри зовнішнього гамма- та бета-фону; забруднення радіаційними речовинами житла, виробничих приміщень, побутових предметів, транспортних засобів, а крім того визначати вміст радіоактивних речовин в продуктах харчування.

В передню панель приладу вмонтований цифровий індикатор, який значною мірою полегшує роботу з приладом. Діапазон вимірюваної дози гама-випромінювання у радіометра «Прип'ять» – від 0,01 до 20,00 мР/год. Невеликі розміри (146x73x37 мм) та маса (0,3 кг) а також широкий діапазон робочих температур від -10°C до +40°C роблять цей радіометр зручним у використанні.

За основу було взято карту мікрорайону центр, яку було розбито на 42 квадрати, з довжиною ребра 130 метрів. Заміри в основному проводились вздовж головних вулиць мікрорайону. Результати вимірювань були опрацьовані, і середньостатистичні дані було піддано аналізу. Варто зазначити, що цього року дослідження мало свою характерну особливість через аномальні погодні умови, які, на нашу думку, безпосередньо вплинули на результати дослідження.

Проаналізувавши результати вимірювань, можемо сказати, що в загальному радіаційний фон мікрорайону «Центр» міста Тернополя знаходиться в допустимих межах. Під час вимірювання було виявлено кілька «аномальних точок», в яких радіаційний фон на порядок вищий ніж у решті вимірюваних районів. Можна стверджувати, що на рівень радіації вплинула аномально затяжна зима, яка стала на заваді проведенню дорожно-ремонтних робіт (які зазвичай підвищують рівень радіації).

УДК

Мінакова Д. – ст. гр. ОТ-71

Національний технічний університет України «КПІ», ІЕЕ

## **ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЧУ ЧЕРЕЗ СВІТЛОПРЗОРИ ОГОРОДЖЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., с.н.с. Фаренюк Г.Г.

Генеральною лінією технічної політики України на сучасному етапі є вирішення проблеми енергозбереження. Третя частина всіх споживаних енергоресурсів країни витрачається на утримання будівель і споруд. При цьому більше 85% енергоресурсів витрачається безпосередньо на опалення. Із аналізу енерговтрат у вітчизняних будинках випливає, що для реального зниження енерговитрат необхідно в першу чергу підвищувати теплозахисні якості огороджуючих та світлопрозорих конструкцій. При цьому потрібно враховувати, що площа скління в житлових будинках в 3-5 разів менше площі глухих огороджуючих конструкцій, а тепловтрати безпосередньо через вікна близькі до втрат теплоти через глухі ділянки стін. Тому теплоізоляційним якостям вікон слід приділяти першочергову увагу при вирішенні проблеми енергозбереження.

Існують наступні конструктивні шляхи підвищення фактичних теплотехнічних характеристик вікон:

- зниження інфільтрації повітря через стики.

Наявність надійних ущільнюючих елементів, які забезпечують протягом тривалого часу необхідний рівень повітроізоляції - обов'язкова умова конструктивного вирішення проблеми сучасних вікон.

- зниження теплопровідності обрамляючих елементів.

- зниження теплопровідності за рахунок світлопрозорого заповнення.

Збільшення кількості скління є найбільш простим способом підвищення теплоізоляції світлопрозорих конструкцій. Існують інші шляхи зниження теплопередачі за рахунок зменшення конвективної і променистої складових передачі теплоти. А саме, заповнення міжскляного простору важкими газами з меншою ніж у повітря теплопровідністю та нанесення селективних покриттів на поверхню скла.

- вентиляція приміщення та підвищення якості мікроклімату.

Для забезпечення комфортних умов можна провітрювати приміщення, відкриваючи вікна, але це призводить до великих втрат тепла та перетягів. Тому природна вентиляція повинна бути направленою та контрольованою, заздалегідь порахованими індивідуальними характеристиками для існуючих кліматичних умов та конструктивних особливостей будинку. Одним із варіантів вирішення питання надлишкової герметизації сучасних вікон та покращення мікроклімату є використання спеціальних віконних пристроїв - провітрювачів (шумозахисних вентиляційних клапанів).

Отже вирішення проблеми підвищення енергетичних параметрів будівель при новому будівництві та реконструкції за рахунок підвищення теплотехнічних показників огороджуючих конструкцій будівель, встановлення методичних положень здійснення інженерного пошуку та вибору конструктивних рішень енергоефективних світлопрозорих огорожень будівель, що забезпечують мінімальні тепловтрати і максимальне використання сонячної енергії для забезпечення комфортних теплових умов в приміщеннях є актуальним питанням і на сьогоднішній день.

УДК 537.53

Паробок Г. (ст. гр. ХО-21), Кіфер В. (ст. гр. СП-11), Назарчук В. (ст. гр. СП-11), Бабчишин А. (ст. гр. СП-11)

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ СПЕКТРІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Крамар О.І.

В останні роки традиційні джерела світла - лампи розжарення, замінюються на нові технічні розробки, зокрема, набули широкого вжитку люмінесцентні лампи. В таких газорозрядних джерелах світла, як правило, ультрафіолетове випромінювання парів ртуті перетворюється на видиме світло з допомогою люмінофора. Використовують, наприклад, галофосфат кальцію  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  чи ортофосфат цинку  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ , активовані сурмою або марганцем, сучасні багатосмугові рідкоземельні люмінофори на основі ітрію, лантану, гадолінію, церію, європію тощо (наприклад,  $\text{Y}_{2-x}(\text{Gd}+\text{Ce})_x\text{Si}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_5$ ). До переваг люмінесцентних джерел світла варто віднести суттєво більшу світловіддачу (у кілька разів, у порівнянні з лампами розжарення), зумовлену цим економію споживаної енергії, довший строк служби (при правильному режимі використання), можливість вибору кольору свічення тощо. Однак разом з тим постають проблеми нерівномірності спектру випромінювання, миготіння випромінювання, а також можливості хімічного забруднення парами ртуті при утилізації таких ламп. Метою даного дослідження є аналіз спектрів випромінювання деяких найпоширеніших компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ), представлених на ринку України, які використовуються для освітлення робочих місць та у побуті.

При роботі компактної люмінесцентної лампи між двома електродами (наприклад, вольфрамовими, на які нанесені активуючі речовини – суміш окисів барію, кальцію, стронцію) виникає тліючий розряд. Такі лампи не можуть бути підключені безпосередньо до електричної мережі, оскільки для їх нормальної роботи необхідна високочастотна напруга, що досягається використанням електронної пуско-регулюючої апаратури (ЕПРА), яка вмонтована у цоколь КЛЛ. ЕПРА здійснює попередній розігрів електродів лампи, робить запуск плавним (це продовжує строк роботи лампи), генерує імпульс високої напруги (до 1,6 кВ) для запалювання розряду, утримує напругу для підтримки розряду.

На упаковці лампи, як правило, записують індекс кольоропередачі CRI (colour rendering index) або  $R_a$ , більше значення якого вказує на достовірнішу передачу кольорів. Якщо у спектрі КЛЛ домінують по інтенсивності деякі кольори (наприклад, у дешевих лампах з галофосфатними люмінофорами переважає жовте та синє світло, у той час як червоного та зеленого випромінюється набагато менше), то така суміш кольорів хоч і здається білою, однак при відбиванні матиме місце спотворення кольоровідчуття. Проте перевагою таких ламп є висока світловіддача. У дорожчих лампах на основі рідкоземельних багатосмугових люмінофорів спектр розподілений рівномірніше, однак світловіддача суттєва менша.

З використанням спектроскопа "Спектр-1" на основі дослідження спектрів еталонних газорозрядних ламп (наповнення - водень, криптон, неон) отримано градувальний графік, який використано для аналізу спектрального складу випромінювання ряду КЛЛ. Також досліджено інтенсивність певних спектральних діапазонів (застосовано набір еталонних світлофільтрів) з використанням фотодатчика та чутливого мікроамперметра.

УДК 621.326

Труш С. В. – ст. гр. СБ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ ФІЗИКИ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Скоренький Ю.Л.

Як відомо, краще один раз побачити, ніж сім разів почути, і вивчення фізики не є винятком. Задля кращого сприйняття та розуміння матеріалу можна використовувати комп'ютерну графіку. Рухому комп'ютерну графіку називають комп'ютерною анімацією. Анімація може створюватись за допомогою різних технологій, найкраще для цього підійде 3D моделювання. Загалом, будь-яка анімація це послідовний потік кадрів, створення комп'ютерної анімації включає промальовування кожного з них, 25-30 кадрів на секунду. Цей процес називається рендерингом. Якщо анімація триває 30 секунд, потрібно промалювати  $25 \cdot 30 = 750$  кадрів, причому на кожному кадрі треба вираховувати положення, стан та взаємодію різних тіл згідно до фізичних сил, що на них діють. Колосальне значення має роздільна здатність самої анімації. Два популярних стандартів відео 1080p і 720p за звичайних умов важко відрізнити візуально, проте при створенні анімації різниця буде більш ніж відчутною: у 1080p для виведення зображення використовується  $1920 \cdot 1080 = 2073600$  пікселів; у 720p – це  $1280 \cdot 720 = 921600$  пікселів. Створення комп'ютерної анімації потребує великих обчислювальних потужностей. Для прикладу, рендеринг анімації статистичного розподілу тривалістю 200 кадрів у стандарті 1080p на комп'ютері із 4 ядерним процесором AMD із тактовою частотою 3.2 ГГц, 4 Гб RAM, GeForce GTS 450 триває майже дві години.

Існує багато різних інструментів для створення комп'ютерної анімації, проте широкого застосування набула лише їх мала частка. Зазвичай це повноцінні потужні пакети програм, котрі містять силу-силенну різних функцій, фільтрів та модулів. Для прикладу Cinema4d від компанії MAXON – повноцінний пакет програм, призначений для професійного створення та редагування тривимірних об'єктів та ефектів, має підтримку створення анімації. Так, 5 секундна анімація, створена за допомогою Cinema4D і Adobe After Effect на виході може займати пів гігабайта. Задля зменшення розміру самого файлу анімації слід використати спеціалізоване програмне забезпечення – конвертери – програми, які стискають відео, використовуючи деякі алгоритми. Для прикладу, анімація „Вільне падіння” з роздільною здатністю 1920x1080 (1080p) тривалістю 3 с у форматі avi(xvid) матиме розмір 2,82 Мб. Відзначимо, що серед конвертерів існує багато безкоштовних.

Наочність та можливість виділення найбільш суттєвих рис певного явища чи процесу робить комп'ютерні анімації важливим навчальним інструментом при вивченні фізичних явищ та законів.

УДК 621.315.592

Цизь А.І. – ст. гр. М-12

Луцький національний технічний університет

## **ВПЛИВ АНІЗОТРОПІЇ РОЗСІЯННЯ НОСІЇВ ЗАРЯДУ В КРИСТАЛАХ $n - Si$ НА ТЕНЗОЧУТЛИВІСТЬ**

Науковий керівник: к. ф. –м.н., Луцьов С.В.

Як відомо, в багатьох напівпровідниках, таких як електронний германій та кремній, арсенід галію, антимонід кадмію та інших розсіяння носіїв заряду може бути суттєво анізотропним. Анізотропія розсіяння може бути зумовлена різними причинами: анізотропією розсіювального потенціалу, анізотропією фононного та енергетичного спектру. У випадку анізотропного спектру розсіяння носіїв заряду визначається не константою деформаційного потенціалу, а тензором констант деформаційного потенціалу, не скалярною ефективною масою, а компонентами тензора ефективної маси.

Серед датчиків, що виготовляються в економічно розвинених країнах, датчики тиску становлять біля 60%. Так, на сьогоднішній день такі датчики використовуються у машинобудуванні, транспорті, авіакосмічній промисловості, енергетиці, наукових дослідженнях та ін. Надзвичайно важливою особливістю застосування датчиків тиску у цих галузях є жорсткі умови експлуатації: широка амплітуда тисків від  $10^{-8}$  Па до тисяч МПа; робочий діапазон температур – від криогенних до сотень градусів, значні вібрації а також стійкість до агресивного середовища. Постійно зростаючі вимоги до таких датчиків поставили ряд задач із забезпечення надійності і стабільності їх роботи у складних умовах експлуатації. Основними матеріалами для виробництва найширшого класу електронних приладів та датчиків, зокрема тензодатчиків, є багатодолінні напівпровідники, серед яких провідне місце займає кремній, завдяки своїм унікальним властивостям, практично необмеженим природнім запасом, комерційній доступності, технології вирощування.

В даній роботі було досліджено вплив анізотропії розсіяння на тензочутливість кристалів  $n - Si$ . Для цього було проведено вимірювання п'єзоопору кристалів  $n - Si$  при  $T=77 K$  з різною концентрацією домішки фосфору та при різних температурах в околі кімнатної при умові, коли  $X // J // [100]$ . Враховуючи експериментальні значення п'єзоопору та значення пружних сталей, були розраховані залежності коефіцієнта тензочутливості від одновісної деформації для кристалів  $n - Si$  з різним вмістом домішки фосфору. При збільшенні концентрації домішки спостерігалось зменшення як величини п'єзоопору, так і самого коефіцієнта тензочутливості. Для пояснення цього ефекту були проведемо теоретичні розрахунки п'єзоопору в даних умовах на основі теорії деформаційного потенціалу. Було встановлено, що зменшення коефіцієнта тензочутливості кристалів  $n - Si$  пов'язане із зменшенням параметра анізотропії рухливості носіїв заряду внаслідок збільшення вкладу домішкового розсіяння. Зменшення величини тензорезистивного ефекту в області насичення та коефіцієнта тензочутливості при збільшенні температури пояснюється, в основному, "виключенням" за рахунок сильної одновісної деформації  $P // J // [100]$  f – переходів із міждолинного розсіяння в  $n-Si$ .

Дані результати можуть бути використанні для конструювання сенсорів тиску з наперед прогнозованими характеристиками.

УДК: 537.8 (07) (043)

Якубів П. ст. гр. СН – 21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОЇ РІЗНИЦІ ПОТЕНЦІАЛІВ МІЖ МЕТАЛАМИ ТА ДІЕЛЕКТРИКАМИ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ

Науковий керівник: к.п.н., доцент Кульчицький В. І.

На електронний газ поблизу поверхні твердого тіла діють кулонівські сили, які намагаються захопити електрони всередину тіла. Тому при наближенні поверхонь двох тіл настільки, щоб у проміжку між ними відбулось перекриття шарів електронного газу, тіла починають обмінюватися електронами.

Оскільки кулонівські сили, які захоплюють електрон у тверде тіло, більші у тіла, яке має більшу роботу виходу, то після наближення поверхонь починається перехід електронів від тіла з меншою роботою виходу до тіла із більшою роботою виходу, у результаті чого перше тіло буде заряджатися додатним зарядом, а друге - від'ємним. Електричне поле, яке виникає внаслідок цього між поверхнями тіл, протидіє руху електронів, у результаті якого воно виникає. Напруженість цього поля досягає визначеного значення і подальший перехід електронів від одного тіла до іншого припиняється та встановлюється рівновага. Поверхні виявляються зарядженими протилежними за знаком але рівними за абсолютним значенням зарядами. Між поверхнями, як між обкладками конденсатора, встановлюється контактна різниця потенціалів.

Схеми утворення контактної різниці потенціалів між двома металами, між металом і діелектриком, та між двома діелектриками (рис. 1) показують відмінність в утворенні контактної різниці потенціалів між двома металами та між металом і діелектриком: Електричне поле не проникає всередину металу, але проникає на невелику глибину у діелектрику (на рис. 1 глибина проникнення позначена  $d_1$  і  $d_2$ ). Тому у діелектриків падіння потенціалу відбувається не тільки між поверхнями, але і частково у тонкому шарі всередині діелектрика поблизу його поверхні.

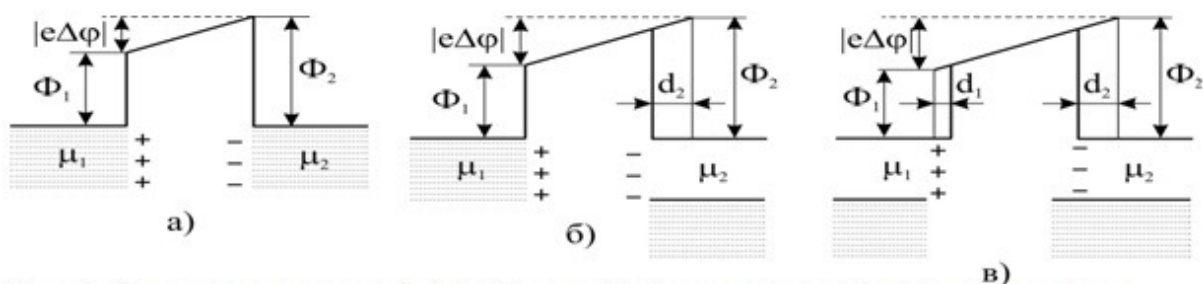


Рис. 1. Утворення контактної різниці потенціалів у проміжку між поверхнями метал-метал (а), метал-діелектрик (б), діелектрик-діелектрик (в)

Як видно із рис. 1, різниця між енергіями верхніх точок дорівнює  $\Phi_2 - \Phi_1$  і тому контактна різниця потенціалів між поверхнями тіл, що перебувають в електронній рівновазі, задається формулою:  $|\Delta\phi| = |\Phi_2 - \Phi_1|/|e|$ . Термоелектронна робота виходу  $\Phi$  зв'язана з енергією  $\mu$  рівня Фермі співвідношенням:  $\Phi = E_0 - \mu$ , де  $E_0$  – енергія електрона, що перебуває у спокої за межами провідника у вакуумі. На основі контактної різниці потенціалів пояснюється процес електризації тіл.

Секція:

**Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.**

УДК 664.8/9

Ванкевич О. – ст. гр. ХК – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФРУКТОВІ КОНСЕРВИ З ЦИТРУСОВИХ І ГАРБУЗА**

Науковий керівник: доцент Бейко Л.А.

Гарбуз і цитрусові як сировина для виробництва фруктових консервів має дуже корисні властивості, а саме велику кількість вітамінів, мінералів. Плоди гарбуза містять цукри (глюкоза, фруктоза, сахароза), органічні кислоти (переважно яблучна), каротин (до 6 мг%), аскорбінову (8—20 мг%), фолієву (14 мкг/100 г), пантотенову (0,4 мг%) та ніотинову (0,5 мг%) кислоти, вітамін В6 (0,13 мг%), рибофлавін, тіамін, значну кількість мінеральних речовин (калій — 170 мг%, залізо — 100, мідь — 180, фтор — 86, цинк — 240 мкг/100 г, кальцій, фосфор). До складу насіння входять жирна олія (близько 20 %), фітостерин кукурбітол, смолисті речовини, органічні кислоти, вітаміни групи В, аскорбінова кислота. Однією з переваг гарбуза, як сировини, є її дешевизна, що на сьогоднішній час дуже важливо.

Завдяки наявності в цитрусових комплексу вітамінів та інших біологічно активних речовин, цитрусові рекомендують для профілактики і лікування гіповітамінозів, захворювань печінки, серця і судин, обміну речовин. Пектини, що містяться в цитрусових, сприяють процесу травлення, посилюють моторну функцію товстого кишечника і зменшують у ньому гнильні процеси.

Провівши аналіз патентних джерел я дослідила, що поєднання таких компонентів у необхідній кількості не використовується, тому пропоную використовувати ці інгредієнти(цитрусові і гарбуз) для виробництва фруктових консервів, можна в різних варіаціях: цукати, варення, конфітюри і т.п.

Якщо використовувати цитрусові з різних країн, і використовувати різні сорти гарбуза то ми забезпечимо виробництво фруктових консервів вісім місяців в рік.

Сучасні реалії вимагають виготовлення харчових продуктів з великою кількістю вітамінів, мінералів, чудовим смаком. Гарбуз і цитрусові як окрема сировина дуже розповсюджена в консервній промисловості, проте поєднання саме гарбуза і цитрусових на сьогоднішній день в консервуванні не використовується. Саме з цієї причини я пропоную розробку фруктових консервів з використанням гарбуза і цитрусових.



УДК 678.058.2.

Гварадзе Г. – магістр гр. ХК-51<sub>м</sub>

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЙ ПІСЛЯ АВТОКЛАВУВАННЯ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Для різних продуктів, при виготовленні консервів в автоклаві, існує свій режим стерилізації. Удосконалення техніки автоклавування дозволяє одержати більш високу температуру стерилізації, при цьому скорочується час і поліпшуються смакові показники консервів. Консерви в автоклаві з кукурудзи, гороху, квасолі і фруктові компоти стерилізують при температурі 120 градусів - 30 хвилин або 113 градусів – 40 хвилин. Одним із обов'язкових компонентів овочевих консервів є рослинна олія. Найчастіше при цьому використовується соняшникова, проте на сьогоднішній день відомо зростання використання у консервуванні овочів і таких олій як кукурудзяна, лляна, соєва, ріпакова та інші. Разом з тим, відомо, усі рослинні олії містять поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які поділяються на ПНЖК родин  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 та  $\omega$ -9. Саме вміст і співвідношення жирних кислот різних родин характеризує біологічну і харчову цінність кожної олії зокрема. Проте через наявність великої кількості подвійних зв'язків за умов підвищення температури спостерігається їх руйнування, що зменшує вказану цінність олії і харчового продукту з її вмістом.

Виходячи із сказаного, метою нашої роботи було визначення впливу автоклавування на жирнокислотний склад окремих олій (соняшникової, кукурудзяної і лляної). Дослідження проведені на кафедрі харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя із використанням горизонтального автоклава МАГ-1100/3.

Ліпіди з досліджуваних зразків олій екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу у співвідношенні 2:1 за методом Фолча (Folch J., 1957) і визначали їх жирнокислотний склад методом газорідинної хроматографії (М. Б. Стефанік, 1985). Метиллові ефіри жирних кислот одержували шляхом прямої переетерифікації шляхом метилування ліпідного екстракту в запаяних скляних ампулах в термостаті при температурі 65 °С протягом 24 годин в 3 % розчині НСІ в абсолютному метанолі. Розділення жирних кислот проводили на хроматографі Chrom-4 (Чехія) з полум'яно-іонізаційним детектором (довжина колонки – 2,4 м, діаметр – 4 мм, наповнювач – поліетиленгліколь, сукупність на хромосорбі – 60-80 мм, температура випаровування – 220 °С, температура колонки – 183 °С, використання Н<sub>2</sub> – 30 мл/хв, повітря – 400 мл/хв. Жирні кислоти ідентифікували, визначаючи час їх виходу після введення, порівнюючи зі стандартом, яким служили метиллові ефіри відомих жирних кислот. Для аналізу процентного вмісту кожної з жирних кислот обчислювали загальну площу піків кривої, приймаючи її за 100%. Потім, знаходячи частку піка кривої кожної жирної кислоти в процентах, одержували значення їх процентного вмісту.

В результаті проведених газохроматографічних досліджень встановлено, що жирнокислотний склад соняшникової, кукурудзяної і лляної олій відрізняється за вмістом і співвідношенням ПНЖК родин  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 та  $\omega$ -9. Так, основними жирними кислотами соняшникової олії були лінолева ( $\omega$ -6) кислота – 68% та олеїнова ( $\omega$ -9) кислота 19%. Кукурудзяна олія характеризувалась високим відносним вмістом лінолевої ( $\omega$ -6) - 45 % та олеїнової ( $\omega$ -9) – 43% кислот. При цьому лляна олія містила 62% лінолевої кислоти.

Після проведення стерилізації вказаних олій шляхом автоклавування при температурі 120 градусів – 30 хвилин проведено їх повторне газохроматографічне дослідження жирнокислотного складу. Встановлено, що у соняшниковій відносний вміст лінолевої і олеїнової кислот після автоклавування був на 18,5% та 21%, у кукурудзяній олії відносний вміст лінолевої і олеїнової кислот після автоклавування був на 14% та 16%, а в лляній олії відносний вміст лінолевої кислоти на 24% менший, ніж до автоклавування.

УДК 664.8/9

Герій О. – ст. гр. ХК – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАМОРОЖЕНІ ОВОЧІ НЕЗАМІННІ КОМПОНЕНТИ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ**

Науковий керівник: к. п. н., доцент Назарко І.С.

Збалансоване і оздоровче харчування передбачає збільшення в раціоні людини частки продуктів, що містять функціональні інгредієнти: незамінні амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна тощо. Свіжі плоди й овочі та продукти їхньої переробки є природним джерелом цих інгредієнтів, які позитивно впливають на обмінні процеси в організмі людини, запобігають ожирінню, відіграють важливу роль у профілактиці та лікуванні серцево-судинної, нервової системи тощо. Одним із найефективніших способів перероблення плодів та овочів, який дозволяє максимально зберегти поживні властивості, є **заморожування**.

Згідно досліджень доктора Б. Клейн з Університету штату Ілінойс в м. Шампань, більшість вітамінів добре зберігаються у свіжозаморожених або консервованих овочах. Звичайно, відбувається втрата вітамінів при заморожуванні. Найбільші втрати стосуються вітаміну С (близько 25%), у разі інших вітамінів втрати менш значні (наприклад, вітаміну В1 близько 10%). Проте, первинна втрата поживних речовин при заморожуванні компенсується нижчою їх втратою при зберіганні заморожених овочів. Наприклад, каротин, що міститься у перероблених овочах, захищений упаковкою від світла, яке його знищує. В деяких випадках, заморожені продукти можуть бути навіть корисніші від свіжих.

Одним із найгуманніших способів консервації продукції, який дозволяє мінімізувати втрати вітамінів і мінералів, є шокове заморожування. Наприклад, вітаміни групи В зберігаються практично на 100%, бета-каротин – на 90%, а найвразливіший і необхідний нам вітамін С – на 80%. А ось при тепловій консервації або сушці вітамін С втрачається практично повністю. Низька температура і висока швидкість заморожування забезпечують утворення дуже дрібних кристалів льоду, які не пошкоджують структуру овочів і фруктів. А це гарантує збереження смаку, форми і користі дарів природи. Заморожені овочі повністю зберігають смак свіжого продукту, колір, аромат, вони не містять консервантів, солі, цукру, і можуть бути приготовані швидко і легко. Недоліком заморозки овочів є тільки строгі терміни зберігання: продукт повинен вперше бути розморожений тільки безпосередньо під час його приготування.

Більшість дослідників відзначають, що підбір сортів плодів та овочів за міцністю м'якоті значно впливає на їх придатність до заморожування, оскільки деякі сорти під час дефростації можуть втрачати 10% і більше соку. Для заморожування придатні сорти, що накопичують високий вміст сухої речовини (у тому числі цукрів) і біологічно активних компонентів – антоціанів, каротину й аскорбінової кислоти. Антоціани, як відомо, мають Р-вітамінну активність, тому разом з каротином і аскорбіновою кислотою визначають вітамінну цінність сировини і готової продукції. Важливо, що ці три компоненти сприяють тому, що заморожена продукція матиме гарний зовнішній вигляд. Так, за рахунок високого вмісту антоціанів сорти чорної і червоної черешні, темнобарвлені сорти винограду після заморожування за зовнішнім виглядом набагато кращі, ніж сорти тих самих культур зі світлобарвленими плодами.

За смаковими властивостями заморожені плоди і овочі майже не відрізняються від свіжих, зберігають всі натуральні властивості. Технологія швидкого заморожування відкриває нові перспективи. Виробництво швидкозаморожених плодів і овочів – це перший крок до раціональної організації харчування.

УДК664.8/9

Дем'яник М.В. – ст. гр. ХК – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗВІДХОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОНСЕРВІВ**

Науковий керівник: к.п.н., доцент Назарко І.С.

Безвідходна технологія (рос. безотходная технология, англ. wastless technology, non-refuse technology; нім. abproduktfreie Technologie) — напрямок комплексного використання сировини (в першу чергу корисних копалин, інших природних ресурсів) та захисту навколишнього середовища від забруднень. При цьому забезпечується максимальне вилучення (добування) з сировини всіх цінних компонентів при мінімальному виділенні чи повній відсутності відходів у твердому, рідкому чи газоподібному стані.

Цілком безвідходного виробництва в техногенних системах у чистому вигляді не зустрічається; оскільки є відходи енергії, тверді і рідкі відходи, що запинаються в процесі їхньої переробки. Основою маловідходних технологій є комплексна переробка сировини з використанням усіх її компонентів, оскільки відходи виробництва являють собою саме невикористану або недовикористану сировину. З метою економії матеріальних ресурсів величезне значення має використання відходів виробництва, що при сучасних технологіях утворюються в усе зростаючих обсягах.

Маловідходне виробництво - процес, у результаті якого шкідливі викиди в навколишнє середовище зводяться до мінімуму і не спричиняють негативного впливу на навколишнє середовище.

Основою маловідходних технологій є комплексна переробка сировини з використанням усіх її компонентів, оскільки відходи виробництва являють собою саме невикористану або недовикористану сировину. Впровадження маловідходних технологій - складне техніко-економічне завдання. Часто саме економічні чинники накладають обмеження на впровадження досягнень НТП, оскільки маловідходні технології, при існуючих підходах до оцінки доцільності їхнього застосування, не завжди виявляються ефективними.

При вирішенні проблеми безвідходності виробництва слід мати на увазі дві сторони єдиного процесу. Перше — це найбільш раціональний видобуток та повне використання ресурсів і як наслідок зменшення утворення відходів. Друге — це розширення використання відходів, що утворюються. Ці шляхи не виключають, а взаємно доповнюють один одного.

Тому назріла необхідність проведення наукових досліджень в області екології по одній спільній програмі, що охоплює екологію сільськогосподарства, продуктів харчування та здоров'я людини. Оскільки безвідходних технологій - найбільш екологічний варіант виробництва, при якому відходи одного цеху чи підприємства є сировиною для роботи іншого, треба звернути увагу на розвиток цієї технології.

УДК 546

Доскоч Д. – ст. гр. РА-104

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.*

## **ЙОДОДЕФІЦИТ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: викладач вищої категорії Пілярчук Г.Й.

Проблеми йододефіциту відомі людству з давніх давен.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) третина населення планети має підвищений ризик захворювання в результаті дефіциту йоду в харчуванні.

Найсерйознішими клінічними формами йододефіцитних хвороб є:

-- доброякісні та злоякісні пухлини щитовидної залози,  
-- ускладнення вагітності і виношення дітей, народження дітей з малою вагою і вродженими вадами.

-- кретинізм і глухонімота.

-- зниження інтелекту до 13-15%, швидка втома.

Для України питання йододефіциту за останні 20 років є дуже серйозними. На всій території країни є масові випадки вищеперахованих хвороб, які населення отримало від Чорнобильської катастрофи і підвищеного рівня радіації. Особливо дефіцит йоду відчувають жителі західних областей.

Йод бере участь в синтезі щитовидної залози, впливає на обмін речовин, без йоду організм людини не може існувати. В природі є велика кількість його: в ґрунті, в мінералах, в воді, він присутній в живих організмах нашої планети. На морських курортах є концентрат йоду в повітрі, в морі, в ґрунті. Багато йоду є в рибу, в морепродуктах і морській рибі, в морських водоростях, в молюсках. В рослинах є великий вміст йоду – це овочі, злакові, картопля, тваринні продукти, фрукти, молоко, яйця. Близько 2 мкг йоду міститься в 1 літрі води.

В районах з низьким вмістом йоду в ґрунті показує низький вміст його в організмі людини, це може привести до розвитку хвороби зоб. Щоб в людини не виникли проблеми з захворюванням на зоб треба щодень споживати 0,3 мг йоду для нормальної роботи щитовидної залози.

Особлива небезпека йододефіциту полягає в тому, що людина не відчуває ніяких симптомів. Щорічно внаслідок йододефіциту Україна втрачає 40 000 новонароджених (за даними ЮНІСЕФ) і така ж кількість народження розумово неповноцінних дітей.

Як можна боротися з йододефіцитом?

Препарат Антиструмін. Одна таблетка забезпечує організм людини йодом впродовж тижня.

Препарат «Йодік» сертифікований у 18 країнах світу. Ця формула не має аналогів у світі.

Для України йодована сіль – є важливим моментом для вирішення цієї проблеми.

Кожна людина повинна відповідально ставитися до свого здоров'я, постійно і вчасно обстежувати свій організм на наявність йоду.

УДК 664.8.9

Задорожній В. – ст. гр. ХК – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ СТАБІЛІЗАТОРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ОВОЧЕВИХ ТА ФРУКТОВИХ КОНСЕРВІВ**

Науковий керівник: к.п.н., доцент Назарко І.С.

Харчові стабілізатори - це особлива група добавок, які використовують у різних галузях харчової промисловості. Їх головним призначення є: формування та збереження консистенції, текстур, форм і споживчих якостей продуктів молочного, м'ясопереробного, хлібопекарського та кондитерського виробництв. Застосування харчових стабілізаторів знаходиться під постійним контролем національних і міжнародних організацій, що забезпечують надійність харчових продуктів у відношенні їх безпеки. Наявність харчових стабілізаторів у продуктах вказується на споживчій упаковці, етикетці, банці, пакеті. Вони позначаються індексом Е з тризначним номером. Список дозволених харчових стабілізаторів для виробництва харчових продуктів постійно переглядається і оновлюється у зв'язку з отриманням нових наукових даних про їхні властивості та впровадженням нових препаратів.

Виділяють три головні групи харчових стабілізаторів: пектини, каррагінани та камеді. Всі вони є похідними натуральних речовин, хоча останнім часом обсяги світового виробництва продуктів харчування потребують промислового синтезу деяких видів харчових стабілізаторів. Харчові стабілізатори є безпечними для здоров'я і завдяки ним нарощується світове виробництво продуктів харчування. Сировиною для стабілізаторів служать яблука, плоди цитрусових, пшениця, кукурудза, морські водорості, смоли різних наземних рослин тощо. Окремі види стабілізаторів є продуктами мікробіологічної промисловості.

**Пектин** (Е440) - це натуральна желеутворююча речовина, що міститься у фруктах та багатьох видах овочів. Пектин зазвичай отримують в результаті екстракції з цитрусових або яблук. Особливість пектину як желеутворювача - здатність формувати гелі у водних розчинах тільки в присутності певного кількості цукру і кислоти або іонів кальцію. Однак найважливішою функціональною відмінністю пектину від інших полісахаридів є його нейтральність. При вживанні з їжею він не створює в організмі енергетичного запасу. **Каррагінана** (Е407) - природний загущувач, який одержується при переробці червоних морських водоростей класу Rhodophyceae. Цей клас водоростей росте практично по всій акваторії Землі, на підводних скелях, на глибині до 3 м. До іншої групи відносяться **камеді** трьох видів: гуарова (Е412), ксантану (Е415) і камедь ріжкового дерева (Е410). Вони часто утворюють дуже складні рослинні екsudати, змішуючись з дубильними речовинами (танно-камеді), смолами (камедесмоли), смолами і ефірними маслами (ароматичні камедесмоли).

Використання стабілізаторів дозволяє не тільки поліпшити якість продукції та підвищити термін зберігання, але й зменшити її собівартість, що забезпечить підвищення економічних показників підприємства. На сучасному етапі харчовим стабілізаторам відводиться одна з головних ролей при виробництві більшості продовольчих товарів. Вони дають можливість отримати продукт потрібної консистенції, а відповідно й якості.

УДК 665.112.1

Козюпа О.С. – магістр гр. ХК-51<sub>мз</sub>

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЖИРНОКИСЛОТНИЙ ПРОФІЛЬ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА ОСНОВІ КУКУРУДЗЯНОЇ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Ринок купажованих олій стимулюється попитом споживача на продукти здорового харчування, що створює безперечну маркетингову й комерційну перспективу для виробників. Проте на практиці змішування різних видів олій часто викликано економічними міркуваннями (розбавлення оливкової та соняшникової дешевшими оліями), а не необхідністю поліпшення їхніх споживних властивостей. Збільшення частки купажованих олій можна також пояснити прагненням виробників олій розширити асортимент продукції.

Для виробництва купажованих олій використовують різні олії, які відповідають технічним умовам (ДТСУ 4536:2006): соняшникову, гірчичну, лляну, соєву нерафіновану, кукурудзяну, ріпакову, оливкову, пальмову рафіновану вищого та першого ґатунків. Кожна з цих олій характеризується своїм природним генетично обумовленим жирнокислотним складом із різним вмістом  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 та  $\omega$ -9 жирних кислот.

Метою наших досліджень було дослідження особливостей жирнокислотного складу купажованих олій, які виготовлені на основі кукурудзяної олії. Для реалізації поставленої мети були створені купажі із додаванням до кукурудзяної олії (50-80%) окремо для кожного зразку лляної, оливкової і ріпакової олії (50-20%).

Ліпіди з досліджуваних зразків олій і їх купажів екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу у співвідношенні 2:1 за методом Фолча (Folch J., 1957) і визначали їх жирнокислотний склад методом газорідинної хроматографії (М. Б. Стефаник, 1985). Метиллові ефіри жирних кислот одержували шляхом прямої переетерифікації шляхом метилування ліпідного екстракту в запаяних скляних ампулах в термостаті при температурі 65 °С протягом 24 годин в 3% розчині НСІ в абсолютному метанолі. Розділення жирних кислот проводили на хроматографі Chrom-4 (Чехія) з полум'яно-іонізаційним детектором (довжина колонки – 2,4 м, діаметр – 4 мм, наповнювач – поліетиленгліколь, сукупність на хромосорбі – 60-80 мм, температура випаровування – 220°С, температура колонки – 183°С, використання Н<sub>2</sub> – 30 мл/хв, повітря – 400 мл/хв. Жирні кислоти ідентифікували, визначаючи час їх виходу після введення, порівнюючи зі стандартом, яким служили метиллові ефіри відомих жирних кислот. Для аналізу процентного вмісту кожної з жирних кислот обчислювали загальну площу піків кривої, приймаючи її за 100%. Потім, знаходячи частку піка кривої кожної жирної кислоти в процентах, одержували значення їх процентного вмісту.

В результаті проведених газохроматографічних досліджень встановлено, що нативна кукурудзяна олія характеризувалась високим відносним вмістом лінолевої ( $\omega$ -6) - 45% та олеїнової ( $\omega$ -9) – 43% кислот. При цьому вміст поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 становив лише 0,7%, а співвідношення між  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 жирними кислотами становило 69 : 1. Додавання лляної олії в кількості 30-40% до кукурудзяної призводило до покращення жирнокислотного складу досліджуваних зразків через зростання відносного вмісту поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 із одночасним зменшенням відносного вмісту поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6. Таким чином, у досліджуваному зразку із вмістом кукурудзяної олії 70% і лляної олії 30% співвідношення між вмістом поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 становило 5,9 : 1, що повністю відповідає потребам здорового раціонального збалансованого харчування. Даний купаж може бути рекомендований для виробництва, як функціональний продукт із збалансованим за поліненасиченими жирними кислотами родин  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 складом.

УДК 664.8

Кравченко Х. – ст. гр. ХКМ-51

## КАРАМЕЛІЗОВАНА ЦИБУЛЯ

Науковий керівник: доцент Бейко Л.А.

Карамелізована цибуля – це додатковий компонент страви. Її використовують у процесі приготування страви або подають до готової страви для поліпшення смаку, аромату й зовнішнього вигляду.

Цибуля є однією із найбільш цінних рослин і входить до шести основних розповсюджених в Україні овочів. Висока біохімічна цінність пояснюється хімічним складом, смаковими якістьми і здатністю зберігатися на протязі довгого часу.

Цибуля багата вітамінами А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, Е, РР, а особливо вітаміном С. Також в ній містяться мінеральні солі кальцію, калію, фосфору, заліза, цинку, алюмінію та яблучна і лимонна кислоти.

В склад цибулі входять амінокислоти лізин, валін, метіонін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, трианін, гістидин, аргінін, а також глюкозиди і пектин, виконуючи бактерицидну дію на організм людини.

Цибуля вживається в їжу у свіжому, вареному, підсмаженому, консервованому та сушеному вигляді, використовується також як лікарський засіб.

Хімічний склад цибулі дуже багатий. Її сік містить комплекс цукрів, ефірні масла, глікозиди, флавоноїди, фітонциди. Фітонциди цибулі знищують мікроби, стрептококи, дизентерійну, дифтерійну, туберкульозну палички.

Безліч корисних властивостей цибулі знали наші предки і сьогодні користуються для лікування застуд, кашлю, астми. У традиційному напрямку цибулю використовували для лікування ангіни та інфекцій.

Медицина застосовує препарати з цибулі при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, для підвищення апетиту, для лікування гіпертонічної хвороби й атеросклерозу, при деяких гінекологічних захворюваннях. Ця цілюща рослина знижує згубну дію радіації на людський організм, стимулює виділення соків для травлення, заспокоює нервову систему, очищає кров, знижує артеріальний тиск і навіть здатна запобігти другому інфаркту. Цей овоч багатий сульфідами, які сприяють зниженню пухлин.

У зв'язку з тим, що технологія консерви «Карамелізована цибуля» ще не розроблена я вирішила дослідити це питання. Я вважаю, що така консерва буде актуальною в сучасному харчуванні, оскільки вона є дуже корисною, багата на вітаміни, смачною, економічно вигідною в громадському харчуванні.

УДК 664.8

Макар У. – ст. гр ХКм-51, Мацюк М. – ст. гр ХКм-51, Андріішин Н. – ст. гр ХКзм-61

## ДИНАМІКА ДЕНІТРИФІКУЮЧОГО І МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЇ КВАШЕННЯ КАПУСТИ ТА СОЛІННЯ ОГІРКІВ І ПОМІДОРІВ

Науковий керівник: д.вет.н., с.н.с. Кухтин М.Д.

Наукові дослідження вказують, що нітрати поступають в організм людини перорально із овочевої продукції, що становить 60-70 % від загального надходження нітратів, питною водою – 15-20 % та рибними і м'ясними продуктами – 10-15 %. Згідно власних моніторингових досліджень, сьогодні в реалізацію на продовольчі ринки, а також в торговельну мережу поступає рослинна продукція, а також тваринного походження, яка в середньому в 20 % випадків містить наднормативну кількість нітратів. Тому вивчення способів денітрифікації рослинної продукції в технології їх обробки є питанням досить актуальним.

**Метою роботи** було вивчити динаміку зміни вмісту нітратів, а також кількісного складу мікрофлори в технології квашення капусти та солінні огірків і помідорів.

Встановлено, що процес денітрифікації наднормативної кількості нітратів, найінтенсивніше відбувається під час процесу квашення капусти. Кількість нітратів зменшується в 4,2 рази, порівняно з початковою їх кількістю і була в межах норми. Дещо повільніше відбувається денітрифікуючий процес у процесі соління помідорів і огірків, зменшення вмісту нітратів становило 3,1-4,0 рази.

Склад мікрофлори під час квашення та соління також зазнавав змін. На початку технологічного процесу (перший день) вміст біфідобактерій був  $3-6 \cdot 10^3$ , а кількість лактобактерій не перевищувала 1000 КУО/в 1г продукту. Гриби і дріжджі не перевищували 500 КУО/в 1г продукту. Бактерії роду *Bacillus* не перевищували 100 КУО/в 1 г, а клостридії не виділялися.

На закінчення технологічного процесу квашення капусти біфідобактерії становили  $10^9$ , а лактобактерії –  $10^8$ . В огірках і помідорах після закінчення технології соління біфідобактерії становили  $10^{10}$ , а лактобактерії –  $10^8$ . Кислотність в перерахунку на молочну кислоту, вкінці технологічного процесу квашення і соління становила від 1,5 до 1,9 %, що відповідає вимогам ГОСТу.

Встановлено також, що мікробіологічний процес дуже гальмується і квашення та соління, практично не відбувалося під впливом власної мікрофлори, коли вміст нітратів був в овочах у межах 2000 мг/кг (більше ГДК в 2-3 рази). Денітрифікація також не відбувається.

### Висновки

1) Під час квашення капусти та соління огірків відбувається інтенсивний денітрифікуючий процес, який залежить від динаміки розмноження молочнокислої мікрофлори.

2) В овочах, у яких кількість нітратів коливається в межах 2000 мг/кг і більше мікробіологічний процес дуже гальмується і денітрифікація не відбувається.



УДК 636.06

Остапівська М. – ст.гр. ХК-42

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОБЛІПИХА – ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН І СИРОВИНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСЕРВІВ

Науковий керівник – к. б. н., доцент Сельський В.Р.

Використання обліпики у консервуванні дозволяє забезпечити населення біологічно-активними речовинами упродовж року. Проте у розрізі сортів обліпики є відмінності у цінних якостях. Тому важливим є вивчення хімічного складу сировини найбільш перспективних сортів, які є на території Тернопільщини і можуть використовуватись у консервуванні.

Середні дані хімічного складу плодів обліпики представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад плодів обліпики

Показники	Сорт обліпики	
	Подарунок саду	Ботанічний
Масова доля сухих речовин, %	7,8	6,9
Масова доля титрованих кислот (в перерахунку на яблучну), %	1,0	1,9
Масова доля цукрів, %	4,0	3,9
Масова доля жиру, %	3,50	4,0
Масова доля протеїну, %	2,85	2,1
Масова доля пектинових речовин, %	0,38	0,4
Масова доля клітковини, %	4,60	3,0
Вміст вітамінів, мг/100 г		
Вітамін С	78,0	58,1
β-каротин	12,90	4,0

Вміст розчинних сухих речовин впливає на вихід готового продукту, є важливим показником для сировини і залежить від сорту обліпики. У обліпики сорту Подарунок саду вміст сухих речовин вищий.

Вміст органічних кислот змінюється в діапазоні значень від 1,0 до 1,9%.

Обліпіха є цінним джерелом β-каротину, меншим значенням вмісту β-каротину характеризується сорт Ботанічний.

Таблиця 2 – Вміст мінеральних речовин у плодах обліпики мг на 100г плодів

Мінеральні речовини	Сорт обліпики	
	Подарунок саду	Ботанічний
Кальцій	7,0	6,0
Калій	21,8	114
Натрій	19,0	20,0
Магній	7,6	6,5
Залізо	0,43	0,53
Мідь	0,084	0,050

За вмістом макроелементів, зокрема калію, сорт Ботанічний є значно багатшим.

За вмістом мікроелементів, зокрема заліза, суттєвої різниці у розрізі сортів не має.

Таким чином, плоди обліпики служать джерелом важливих природних інгредієнтів, тому доцільно використовувати їх для збагачення продуктів харчування.

УДК 664.8

Самотіс Ю. – ст. гр. ХКмз-51

## **КАБАЧКИ З АДЖИКОЮ – НОВИЙ ВИД ОВОЧЕВИХ КОНСЕРВІВ**

Науковий керівник: доцент Бейко Л.А.

Кабачок є одним із самих розповсюджених дієтичних продуктів: адже у нього рекордно низька калорійність – 23 ккал. Завдяки легкій засвоюваності кабачок є одним із самих популярних овочів в дієтах для схуднення.

Кабачки мають широке застосування в консервуванні та кулінарії: їх печуть, жарять, тушать, маринують, також з них готують ікру, оладки, овочеві і м'ясні рагу, котлети, супи.

Кабачки легко і швидко засвоюються організмом, їх використовують у дієтичному і лікувальному харчуванні. Вони сприяють кращому засвоєнню білкової їжі. Будучи об'ємною їжею, плоди активізують функцію органів травлення. Кабачки рекомендують вживати при запальних процесах в кишечнику, так як в них міститься мало рослинної клітковини. У зв'язку з низькою калорійністю кабачки корисні при ожирінні і цукровому діабеті.

Під впливом пектинових речовин нормалізується стан мікрофлори кишечника. Ці речовини захищають слизову оболонку шлунка і кишечника, сприяють їх загоєнню, спонукають перистальтику кишечника. Вони мало подразнюють шлунок і кишечник, мають властивість виводити надлишки води з організму. Страви з кабачків – відмінне дегідратичний засіб при явних і прихованих набряках. Кабачки сприяють кращому відділенню жовчі і відновленню глікогену в печінці. Вони володіють активним сечогінну дію.

Також кабачки дуже багаті солями калію, попереджають накопичення в організмі надлишків холестерину, сприяють виведенню шкідливих речовин, надлишків води і солей натрію. Таким способом поліпшується серцево-судинна діяльність людини. Плоди містять мідь, вони корисні при недокрів'ї у дітей і для нормалізації кровотворення.

Нейтральний смак кабачків прекрасно може збагатити аджика. Її корисні властивості достатньо сильні; вживаючи аджику в розумних кількостях можна не просто урізноманітнити смак звичних страв, але і зміцнити своє здоров'я.

Аджика виступає в ролі стимулятора травлення, підвищує апетит, покращує обмін речовин. Регулярне вживання аджики дозволяє значно зміцнити імунітет.

Оскільки такого виду консервів в промисловому виробництві немає пропоную розробити рецептуру нового виду консервів з використанням існуючої технології.

УДК 664.8

Стрільчук М.Б – ст. гр. ХК-51м

## **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ФРУКТОВИХ КОНСЕРВІВ**

Науковий керівник: к.т.н. Рибак О. М

До складу плодів і овочів входять найрізноманітніші хімічні сполуки: вуглеводи, органічні кислоти, вітаміни, мінеральні, ароматичні речовини і барвники та інші. Проте основну частину вуглеводів становить вода (80-90%), що є однією з причин недостатньої стійкості їх при зберіганні і переробці та застосування різних методів консервування.

Технологія і якість консервів значно залежить від властивостей рослинної сировини та її хімічного складу. Колоїдно-хімічні та структурні властивості плодів та овочів зумовлені особливостями будови та властивостями рослинних клітин і тканин.

В таких консервованих продуктах як варення та джем, важливо щоб плоди і ягоди чи їх частинки зберігали свою форму та не розварювалися. Це залежить від багатьох факторів:

- структури: з перестиглих плодів з розм'якшеною тканиною варити варення та джеми не рекомендується, оскільки при тепловій обробці такі плоди швидко розварюються і втрачають форму;
- теплової стерилізації;
- температурного режиму;
- ступеня подрібнення.

Найбільше руйнування структури фруктових консервів відбувається під час теплової стерилізації, через застосування високих температур .

Сутність процесу стерилізації продуктів полягає у знищенні всіх видів мікробів, у тому числі їх спор. Стерилізація відбувається при температурі вище 100 °С протягом певного часу. Застосовується при виробництві консервів та для стійкого зберіганні продуктів.

Одні режими теплової стерилізації наступні:

- при  $t = 103-105$  °С - тривалість не менше 40 хв;
- при  $t = 107-110$  °С - тривалість не менше 30 хв;
- при  $t = 115-120$  °С - тривалість не менше 18 хв;
- при  $t = 140-160$  °С - тривалість становить 12 с.

Найчастіше використовується третій режим стерилізації.

УДК 665.112.1

Танасевич Є. – магістр гр. ХК<sub>м</sub> -51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВПЛИВ ТОКОФЕРОЛІВ НА СТІЙКІСТЬ ОЛІЙ ДО ОКИСНЕННЯ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Метою роботи було вивчення ступеня окислення соняшникової і ріпакової олій та їх купажів за різних термінів зберігання.

Відомо, що з усіх жирних кислот, що входять до складу рослинних олій, найменш стійкою до процесів аутоокиснення є ліноленова кислота. Теоретично, виходячи з цього, доцільним було чекати підвищення швидкості аутоокиснення олії пропорційно до збільшення концентрації ліноленової кислоти. Але ціла низка відомих досліджень не підтверджують таку кореляцію, за умов змішування олій з різною природою. Одержані нами результати досліджень зміни значень кислотного та перекисного чисел сумішей соняшникової та ріпакової олій свідчать про значне гальмування окислювальних процесів у зразках, що містять більшу кількість ріпакової олії. Після зберігання впродовж 12 місяців в усіх зразках олійних сумішей, що містили 30-50% ріпакової олії, показник П.ч. мав значення 5,8 - 9,6 (1/2 Омоль/кг). Цей же показник у соняшниковій олії склав 10,2-12,8 (1/2 Омоль/кг), що свідчить про невідповідність її якості вимогам ДСТУ 4492:2005. Значення показників К.ч. у рафінованій соняшниковій олії та у зразках з вмістом 30-50% ріпакової олії мали однакове значення – 0,4 (мг КОН). Досліджені зразки, які містили 30-50% ріпакової олії, виявились більш стійкими до процесів аутоокиснення, ніж зразки соняшникової.

Слід нагадати, що чиста ріпакова олія містить 6-10% ліноленової кислоти, яка практично відсутня у соняшниковій олії. Ураховуючи ці результати можливо зробити висновок, що жирнокислотний склад олії не є домінуючим фактором, який впливає на швидкість перебігу аутоокиснювального процесу під час зберігання.

Більш активне окислення соняшникової олії, порівняно з її сумішами з ріпаковою (зразки № 5 – 10), можливо пояснити вмістом у їх хімічному складі різних ізомерів токоферолів. Відомо, що за умов концентрації  $\gamma$ -токоферолу 11 мкг/г у ріпаковій олії достатньо виразно спостерігається гальмування процесу утворення гідроперекисів та інших сполук вторинного окислення. У соняшниковій олії найбільше міститься  $\alpha$ -токоферолу (90-96% від загальної кількості токоферолів). Цей ізомер за концентрації менш, ніж 40 мкг/г є достатньо ефективним антиоксидантом. Але зі збільшенням концентрації  $\alpha$ -токоферолу його активність зменшується. До того ж відомо, що стабільність  $\gamma$ -токоферолів за несприятливих умов (нагрівання) та під час підвищення їх концентрації є більшою, ніж у  $\alpha$ -токоферолів. У суміші  $\alpha$ - та  $\gamma$ -токоферолів найбільш ефективна спільна дія спостерігається за умов співвідношення їх концентрацій 10 : 10 мкг/г. За умов низьких ( $C < 10$  мкг/г) концентрацій токоферолів  $\alpha$ -токоферол є більше активнішим антиоксидантом, ніж  $\gamma$ -токоферол.

Таким чином, збільшення питомої ваги ріпакової олії у складі суміші автоматично призведе до зменшення у складі купажної композиції концентрації  $\alpha$ -токоферолів та збільшення концентрації  $\gamma$ -токоферолів. Можливо, що такі зміни здатні викликати синергетичний антиоксидантний ефект.

УДК 621.797

Ульянович О. – ст. гр. ХК – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Іван Пулюя

## **НОВІ ВИДИ ТАРИ ТА УПАКОВКИ ДЛЯ КОНСЕРВОВАНИХ ПЛЮДІВ І ОВОЧІВ.**

Науковий керівник: к. п. н., доцент Назарко І.С.

Більшість товарів, що випускаються промисловістю, транспортують, зберігають і відпускають споживачеві в упаковці або тарі. Дамо визначення цим поняттями.

**Упаковка** - засіб чи комплекс засобів, що забезпечують захист продукції і навколишнього середовища від ушкоджень і втрат та полегшують процес транспортування, зберігання та реалізації продукції. **Тара** є елементом упаковки, що представляє собою виріб для розміщення продукції.

Різноманітність властивостей та особливостей товарів, різні умови їх транспортування, зберігання потребують виробництва тари безлічі видів: ящики, бочки, барабани, фляги, каністри, балони, банки, пляшки, мішки, пакети, кошики, тощо.

Класифікація та характеристика споживчої і транспортної тари:

Універсальна тара може бути використана для затарювання різних товарів, спеціалізована тара - тільки для певних товарів.

Багатооборотні тара призначена для багаторазового її використання при поставках продукції. Сюди відносяться ящики, бочки, фляги, мішки й інша транспортна тара.

Дерев'яна тара найбільш поширена у зверненні. Її виготовляють з деревини різних порід. До цієї групи тари відносять ящики, бочки і кошика.

Скляна тара використовується для затарювання рідких товарів (молока і молочних продуктів, вино-горілчаних виробів та інших продовольчих і промислових товарів). Залежно від форми та ємності розрізняють байки, пляшки, балони (бутлі) і флакони. Товари, затарений в скляну тару, необхідно перевозити та зберігати у жорсткій транспортній тарі та м'яких пакувальних матеріалах.

Керамічна тара знаходить обмежене застосування. В основному вона використовується для затарювання деяких лікєро-горілчаних виробів.

Полімерна тара отримує все більш широке поширення. Вона виготовляється з синтетичних матеріалів, які мають міцність, легкістю і добре захищають товари від зовнішніх впливів. Вона об'єднує досить різноманітний асортимент як споживчої, так і транспортної тари. Сюди відносяться банки, пляшки, каністри, туби, коробки, пакети, ящики, тощо.

Уніфікація тари - процес приведення всього різноманіття видів, форм і розмірів тари до обмеженого числа типорозмірів і закріплення їх запевними товарними групами. Вона здійснюється на базі єдиного модуля для тари, транспортних засобів, засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт та обладнання для зберігання.

Отже, використання сучасної упаковки і тари, їх барвисте оформлення з необхідної рекламної інформаційної навантаженням дозволяють не тільки прискорити процес продажу товарів, полегшити їх споживання, але і роблять сильний естетичний вплив на покупців. Розфасовка товарів у дрібну, зручну для споживачів тару полегшує і прискорює процес продажу, сприяючи підвищенню продуктивності праці торгових працівників, покращує показники роботи магазинів, підвищуючи культуру торгового обслуговування.

УДК 664.85.55

Хоркун У. – ст. гр. ХК<sub>зм</sub> – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВАРЕННЯ З ЯГІД ПОЛУНИЦІ**

Науковий керівник: к. т. н., доцент Мельнічук О.Є.

Асортимент фруктових концентрованих консервів дуже різноманітний це – варення, повидло, джеми, конфітюри, желе. Основу таких продуктів складає легко засвоюваний цукор, за рахунок якого організм споживає 1/3 всіх вуглеводів. Згідно з фізіологічними нормами, споживання цукру не повинно перевищувати 110÷120 г в день, тому такі консерви відносять до десертів та рекомендують споживати після основних страв.

Варення - найбільш поширений фруктовий продукт, але разом з тим технологія його виробництва найскладніша. Варенням називають продукт з цілих або нарізаних шматочками плодів і ягід, уварений з цукром або цукровим сиропом до концентрації цукру 65÷70%. При цьому всі плоди або їх шматочки мають рівномірно, бути напівпрозорими та просоченими цукровим сиропом, не зморщеними, цілими, не деформованими, а їх об'єм не повинен значно різнитись від початкового. Сироп у варенні повинен бути прозорим, незажельованим і в такій кількості, щоб плоди повністю були ним покриті, (вагове співвідношення між сиропом і плодами має становити 1:1). У готовому варенні повинні зберегтися смак та аромат тих плодів, з яких воно виготовлено.

Для виробництва варення використовують різну сировину: насіннячкові, кісточкові, горіхоплідні плоди, цитрусові, ягоди, пелюстки троянди та дикорослі ягоди. Виготовлення варення з різних видів сировини має свої особливості. Досить великим попитом користується варення з суниці (полуниці). Для одержання варення високої якості мають і сорти полуниці. Кращими є ті, в яких щільна та інтенсивно забарвлена м'якоть. Нормативні документи регламентують використовувати ягоди 2-4-го зборів, коли вони менші за розміром, щільніші, інтенсивніше забарвлені й містять більше цукрів та інших поживних речовин

Оскільки, основною технологічною операцією при виробництві варення є концентрування, яке ведуть при високих температурах, що буде негативно впливати не тільки на органолептичні показники, але й створювати умови для протікання реакцій Майяра. Отримати готовий продукт високої якості, який би відповідав усім вимогам, дуже важко. Важливим аспектом залишається те, що перед концентруванням ягоди полуниці засипають сухим цукром у співвідношенні 1:1 та витримують в прохолодному приміщенні 12 годин, кількість варок – 1. Тому, використання такого способу не завжди дозволяє отримати варення високої якості. Важливим залишається пошук методів, застосування яких дозволить удосконалити технологію виробництва варення з ягід полуниці та отримати готовий продукт високої якості.

УДК 664.8/9

Чайка М.Ю. – ст. гр. ХК-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У ЗАМОРОЖЕНОМУ ВИГЛЯДІ**

Науковий керівник: к.п.н., доцент Назарко І.С.

Заморожування як один із способів перероблення плодів та овочів, дозволяє максимально зберегти їх споживчі властивості. Існуючі технології заморожування не завжди забезпечують високу якість готової продукції, яка погіршується при порушенні холодильного ланцюга та неправильних умовах зберігання заморожених продуктів.

На формування якості замороженої плодоовочевої продукції, суттєвий вплив має: якість сировина та технологічні операції (спосіб заморожування, умови холодильного зберігання, якість обладнання).

Важливе значення для формування якості заморожених плодоовочів має спосіб заморожування. Залежно від виду теплоносія та способу відведення теплоти від об'єкта, який підлягає заморожуванню, розрізняють такі способи заморожування:

1. Конвективний спосіб заморожування (в інтенсивному потоці холодного повітря).
2. Заморожування у глибокому вакуумі.
3. Заморожування у розчині.
4. Заморожування шляхом непрямого контакту через металеву пластину.
5. Кріогенний спосіб заморожування – відбувається із застосуванням кріогенних холодоагентів з низькою температурою кипіння ( $N_2$ ,  $CO_2$ ).
6. Комбінований спосіб заморожування поєднує в собі особливості конвективного контактного та кріогенного способів заморожування.

Постійне зростання виробництва заморожених продуктів харчування зумовлене вдосконаленням як холодильного обладнання так і способів заморожування. Незалежно від виду теплоносія, призначення, конструкції морозильних апаратів, всі способи заморожування повинні відповідати загальним вимогам:

- мати велику швидкість заморожування за умов рівномірної тепловіддачі по всій поверхні продукту;
- холодоносій, який безпосередньо контактує з харчовим продуктом, повинен бути нешкідливим для продукту;
- холодильне обладнання повинно бути універсальним;
- забезпечувати дотримання нормативних санітарно-гігієнічних умов;
- можливість застосування обладнання в безперервній поточній лінії.

Важливо створити при заморожуванні безперервний холодильний ланцюг від заводу-виготівника до споживача. Відтавання продуктів різко погіршує їх якість, викликає руйнування структури тканин, великі втрати соку. Тому замороженні плоди та овочі перевозять в рефрижераторних вагонах або автопоїздах, зберігають в холодильниках до моменту передачі в торгівлю.

Недоліками недотримання холодильного зберігання є: 1. Транспортування різних продуктів харчування разом. 2. Погана ізоляція фургонів та холодильних установок. 3. Мала або недостатня потужність холодильних агрегатів.

У сучасному світі вироблені спеціальні технології, що дозволяють максимально зберігати корисні речовини та вітаміни, що містяться в заморожених продуктах.

УДК 621.326

Шевська Л. – ст. гр. ХК<sub>М</sub>-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЧОРНОПЛІДНА ГОРОБИНА - ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН (БАР) ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

Науковий керівник: доцент Мельнічук О.Є.

Горобина чорноплідна, або аронія чорноплідна (*Aronia melanocarpa* Elliot.) — кущ родини розових (Rosaceae) 2-2,5 м заввишки. Походить з Північної Америки. На території України вирощують як плодову, лікарську й декоративну рослину.

З лікувальною метою та для харчування використовують стиглі плоди горобини чорноплідної. Збирають плоди у вересні — жовтні. Використовують свіжими або сушать. Сушіння проводять на відкритому повітрі або в сушарках при температурі 40—50°. Сушені плоди відпускають аптеки.

У плодах горобини чорноплідної знайдено рутин, біофлавоноїди (близько 500 мг/100 г), які ущільнюють ендотелій кровоносних судин та зменшують їх крихкість; органічні кислоти, каротин, тіамін, дубильні речовини, 5—6 % фенольних сполук (флавоноїди і фенолові кислоти), до 2,5 % пектинових речовин, цукрів (4,6—9,4 %), фенолкарбонові кислоти, фолієву кислоту, рибофлавін, нікотинову кислоту, токоферол, аскорбінову кислоту фосфор, мідь, марганець, залізо, молібден, магній, бор, кобальт, йод (5—6 мкг/100 г). Насіння містить жирну олію (14,8-21,9 %).

Завдяки підвищеному вмісту йоду, плоди ягоди горобини чорноплідною корисно вживати людям з такими захворюваннями щитовидної залози, як дифузний і токсичний зоб. Завдяки дубильним речовинам, органічним кислотам і пектину, аронія стимулює травні процеси, тонізує і очищає кишківник. Пектинові речовини, що входять до складу чорноплідної горобини, тонізують стінки кишківника й сприяють очищенню організму. Ці речовини усувають застійні процеси в товстій кишці, згладжують спазми й виводять надлишки жовчі. Систематичне споживання аронії чинить позитивний вплив на роботу серцево-судинної та дихальної системи. Сік горобини застосовується, як профілактичний й лікувальний засіб при гіпертонії і атеросклерозі.

Плоди горобини чорноплідної (*Fructus Aroniae melanocarpae*) використовують для виробництва вітамінних соків, повидла, таблеток, особливо багатих на вітамін Р, а також органічних харчових барвників для харчовій і кондитерській промисловості.

Лікувально-профілактичні властивості горобини чорноплідної обумовлені, перш за все, наявністю в її складі біологічно активних фенольних сполук, органічних кислот, вітамінів, а також комплексу макро- і мікроелементів. Тому, пошук раціональних шляхів переробки цієї сировини й створення на її основі біологічно повноцінних продуктів харчування є безперечно актуальною проблемою сьогодення, тому що перед харчовою промисловістю постають завдання виробництва не лише високоякісної й привабливої ззовні продукції, але й корисної, із терапевтичним ефектом.



УДК 664.853.55

Шевчук О. – ст. гр. ХК<sub>зм</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОВИДЛА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мельнічук О.Є.

На даному етапі розвитку суспільства існує багато можливостей щодо вдосконалення існуючих і розробки нових технологій виробництва харчових продуктів, зокрема фруктових консервів. Для цього також враховують доцільність нововведень, їх раціональність та економічну вигідність.

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 фруктових консервів, зокрема повидла, використовують протерту плодovu масу з додаванням цукру. Особлива цінність плодовоовочевої сировини визначається вмістом вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших поживних речовин.

Одночасно з цим, варто зосередити увагу на тому, що при виготовленні повидла сировину піддають попередній обробці (основною є процес бланшування (розварювання), протирання та концентрування) і кінцевій – стерилізації.

Таким чином, рослинну сировину декілька разів піддають тепловій обробці. Це веде до інактивації та втрати вітамінів, інших біологічно активних речовин (БАР) та великих витрат енергоресурсів (палива). Процес розварювання призначений в основному для зниження міцності тканин (м'якоті), що є необхідним для збільшення виходу напівфабрикату. Процес розварювання рослинної сировини є винятково негативним не тільки в зв'язку зі втратою біологічно-активних речовин, але і невиправдано великими витратами тепла, яке підігріває навколишнє середовище.

Однак, для зменшення енергозатрат, та збереження поживних речовин в останні роки розробляються нові технології концентрування фруктових продуктів. Класична технологія теплового концентрування, яка передбачає протирання підготовлених плодів та випаровування вологи у вакуумних системах, замінюється осмотичними, механічними (поділ на дві фази) методами.

Професором А.Т. Безусовим запропоновано нову технологію концентрування фруктових пюре холодним способом. Технологічна схема отримання концентрованого пюре включає такі технологічні процеси: миття, інспекцію, холодне протирання на дробильно-фінішній установці ( $d=0,5...0,8$  мм), відділення м'якоті на центрифугі (5000 об/хв.), змішування з протертою масою.

Використання холодного способу протирання дає можливість зберегти майже 30 % енергоресурсів, які витрачаються при переробці плодової сировини на пюре за традиційною технологією та зберегти цінні біологічно-активні речовини.

Проаналізувавши вище наведене, можемо спрогнозувати, що пюре виготовлене за новою технологією з використанням холодного протирання, буде мати високі якісні показники й може бути використане для виробництва повидла. Висока масова частка розчинних сухих речовин в концентрованому пюре дозволить відмовитись від процесу концентрування та отримати якісний продукт (повидло) з високими органолептичними показниками.

УДК 621.326

Якубець І. М. ст.гр ХКм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРОДУКТІВ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ**

Науковий керівник к.т.н., доцент Мельнічук О.Є

Безпека немовлят значно залежить від якості продуктів харчування, якими їх годують. Щоб виробництво дитячих продуктів харчування відбувалося на найвищому рівні, а самі виробники сумлінніше підходили до виготовлення своєї продукції, Держспоживстандарт України затвердив технічний регламент зокрема для виробництва фруктових, овочевих та овочево-м'ясних консервів для дитячого харчування.

Технічний регламент поширюється на такі види та групи продукції:

- Консерви фруктові або овочеві натуральні (пюре фруктові, пюре овочеві);
- Консерви з цукром або медом (пюре фруктові з цукром або медом, пюре овочеві з цукром, пюре з суміші фруктів з цукром, пюре фруктові з фруктовими соками та цукром, пюре з суміші овочів та фруктів або фруктових соків з цукром, консерви овочево-фруктові з цукром);
- Консерви фруктові, овочеві та овочево-фруктові з додаванням зернових та молочних компонентів (пюре із фруктів з крупами та молоком, пюре із фруктів з вершками, креми фруктові, десерти фруктові, консерви з доданням вітамінів);
- Консерви овочеві та овочево-м'ясні (пюре овочево-м'ясні, консерви овочеві та овочево-м'ясні);
- Страви перші та другі обідні (страви перші обідні, страви другі обідні).

На виробництві перелічених вище продуктів дитячого харчування потрібно дотримуватися низки вимог. Зокрема, свіжі фрукти, овочі, м'ясні, молочні, зернові компоненти, які надходять на переробку на виробництво продуктів для дитячого харчування, не повинні містити токсичних або шкідливих речовин, які загрожують здоров'ю та життю дітей. Сировина тваринного походження повинна відповідати обов'язковим параметрам безпечності та якості, які підтверджені санітарно-епідеміологічним сертифікатом. У фруктових, овочевих та овочево-фруктових консервах згідно з регламентом не дозволена наявність патогенних мікроорганізмів та збудників паразитарних захворювань, їх токсинів, які викликають інфекційні та паразитарні.

Для виробництва консервів для дитячого харчування, збагачених біологічно активними добавками (БАД), дозволено використовувати вітаміни, каротиноїди, харчові волокна, пребіотики, мінеральні речовини, пектин (у рекомендованій дозі), харчові продукти, які містять функціональні інгредієнти: злакові культури, та їх екстракти, настої лікарських рослин, продукти вторинної переробки молока (сироваткові білки). У продуктах дитячого харчування, зокрема у консервах, заборонено використовувати сировину або добавки, які містять або виробляються із генетично модифікованих організмів.

Секція: **Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій**

УДК 620.174.2

Антонов М. – ст. гр. РМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**КІНЕТИКА ВОДОПОГЛИНАННЯ ПОЛІАМІДУ-6 ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВЕЛИЧИНУ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н. Ярема І.Т.

Поліамід ПА 6 відрізняється від інших поліамідів (ПА 12, ПА 610, ПА 66) більшою здатністю до водопоглинання, яке суттєво впливає на його фізико-механічні властивості. В готових виробах із поліаміду розподіл вологи по об'єму, як правило, є нерівномірний. Для випробувань зразки виготовлялись із поліаміду марки ПА 6-210-311 методом лиття під тиском. Довжина зразків – 100 мм, ширина – 10 мм, а товщина – 2, 3 і 4 мм. Висушені у вакуумній сушильній шафі зразки витримували на протязі певного часу у воді при кімнатній температурі, визначали їх водопоглинання згідно ГОСТ 4650-80 та величину модуля пружності при згинанні згідно ГОСТ 9550-81. Спільним для трьох типів зразків є те, що із збільшенням водопоглинання різко знижується величина модуля пружності матеріалу (рис.1). Для зразків товщиною 2 мм на протязі перших трьох діб середнє добове водопоглинання становило 1,23%. В період між шостою і тринадцятою добою середнє добове водопоглинання становило 0,27%, а вже між 20-ю і 30-ю добою – тільки 0,15%. В той же час для зразка товщиною 4 мм ситуація виглядала так: на протязі перших трьох діб середнє добове водопоглинання становило 0,7%, між 6-ю і 13-ю добою – 0,07%, а між 20-ю і 30-ю добою – всього 0,01%. Звідси випливає, що інтенсивне набухання проходить в перші

три доби, потім процес водопоглинання уповільнюється у часі.

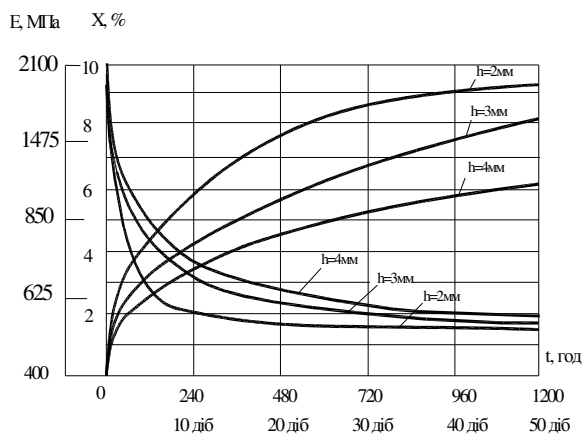


Рисунок 1 – Кінетика водопоглинання поліамідних зразків різної товщини та вплив вологи на модуль пружності

Величина модуля пружності при згинанні змінювалася відповідно до зміни водопоглинання зразків різної товщини. За 1 добу перебування зразків у воді модуль пружності знизився в 1,8 рази для зразків товщиною 2 мм, в 1,5 рази – для зразків товщиною 3 мм і у 1,4 рази – для 4-х міліметрових зразків. За 15 діб перебування зразків у воді модуль пружності при згинанні для ПА-6 знизився приблизно в 3 рази і становив всього 615 МПа, тоді як для сухого зразка він складав 1900 МПа.

УДК 691

Гриб А. –ст. гр. МБ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **САМОУЩІЛЬНЮЮЧІ БЕТОНИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Федак С.І.

Самоущільнюючий бетон - це бетон, який без дії на нього додаткової зовнішньої ущільнюючої енергії, самостійно під дією власної ваги тече, звільнюється від присутньому в ньому повітря. Самоущільнюючий бетон може містити залишковий об'єм пор такий, як і вібрований бетон. Крім того, може повністю заповняти форму в густоармованих конструкціях. В німецькій мові самоущільнюючий бетон отримав скорочену назву SVB (selbstverdichtender Beton), в англійській- SCC (self compacting concrete), у французькій - ВАР (Beton autoplasant). Не виключено, що з розповсюдженням самоущільнюючого бетону у нас він отримає в українській мові за аналогією скорочене позначення СУБ.

Поява нових амбітних проектів у сфері будівництва (таких, як протяжні підвісні мости в Японії і Китаї, комплекси великих гідротехнічних і транспортних споруд в Голландії та ряд інших) підвищила вимоги до особливо високоміцних бетонів. При зведенні таких конструкцій є необхідним використання литих сумішей у великому об'ємі. Часто ділянки бетонування знаходилися на великій відстані від місця виробництва бетону і навіть на значній віддалі від узбережжя (на воді). Окрім цього, ще однією необхідністю було скорочення часу і трудовитрат на ущільнення бетонної суміші, а також підвищення міцності за короткі терміни експлуатації. Результатом проведення науково-дослідних робіт вчених Токійського університету на початку 90-х років стала розробка бетону, який був настільки текучим, що не потребував ущільнення. Такий бетон одержав назву самоущільнюючого. Самоущільнюючі бетонні суміші здатні вкладатися в опалубку без вібрації, під дією власної ваги, рівномірно розподілятися по всьому її об'єму при збереженні однорідності навіть за наявності густо розташованої арматури, самостійно звільнятися від втягнутого повітря.

*Переваги самоущільнюючого бетону.*

*Для замовника:* більша безпека капіталовкладень, за рахунок створення будівельних конструкцій, які мають високу міцність і в яких виключені дефекти, спричинені помилками при ущільненні бетонної суміші; скорочення терміну будівництва.

*Для архітектора:* ширший вибір форм конструкцій і можливість надання конструкції певного заданого зовнішнього вигляду за рахунок опалубки різної форми і структури; можливості створення будь-якої геометрії бетонованої конструкції.

*Для проектувальника:* вільний вибір геометрії конструкцій, забезпечення її довговічної експлуатації та спрощення розробки проекту виконання робіт за рахунок спрощення робіт з бетонування (відпадає необхідність в ущільненні); можливості більш щільного розташування арматурних стержнів; щільного зчеплення арматури з бетоном і проникнення бетону у важкодоступні місця в опалубці; можливості подачі бетону безпосередньо через опалубку, наприклад, через отвір у нижній її частині; простіші і менш масивні конструкції опалубки (через відсутність процесу вібрування бетону на опалубку не впливають додаткові динамічні і статичні навантаження).

УДК 669.017

Грицай Ю. – ст. гр. ХС-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПІКАННЯ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ПОЛІКАРБІДНІЙ ОСНОВІ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Крамар Г. М.

Пошук оптимального хімічного складу і технологічних параметрів виготовлення спечених твердих сплавів з високими фізико-механічними властивостями вимагає проведення великої кількості експериментів. На рівень механічних властивостей твердих сплавів впливає ряд факторів, тому важливо виділити ті фактори, які можна зафіксувати на певному рівні та встановити вплив на властивості тих факторів, які доцільно змінювати в певних межах. Для скорочення часу і обсягу експериментальних досліджень та врахування комплексного впливу різних факторів використовують метод математичного планування експериментів

Метою даної роботи є оптимізація хімічного складу і температури спікання сплавів за критеріями отримання максимальної твердості і тріщиностійкості методом математичного планування експерименту.

В результаті аналізу літературних джерел виявлено 11 значимих факторів впливу на фізико-механічні властивості сплавів на полікарбідній основі з нікель-хромовою зв'язкою. Частину факторів фіксували на певному рівні, а факторами впливу вибрано вміст легуючого карбіду вольфраму ( $x_1$ ) і нікель-хромової зв'язки ( $x_2$ ), а також температуру спікання сплавів ( $x_3$ ). Проведено регресійний аналіз впливу даних факторів на параметри оптимізації – твердість за Віккерсом  $HV_{30}$  та коефіцієнт тріщиностійкості  $K_{Ic}$ . Дослідження проведено за планом повного факторного експерименту  $3^3$  із зміною факторів на трьох рівнях.

За результатами розрахунків, які проводили за допомогою пакета прикладних статистичних програм обробки та аналізу результатів експериментальних досліджень для ПК "Statistica", будували залежності поверхонь відгуку параметрів оптимізації та двомірний переріз поверхонь.

Після обробки експериментальних даних і оцінки статистичної значущості одержаних коефіцієнтів рівнянь регресії та перевірки адекватності теоретичного розподілу випадкових величин вибраних математичних моделей реальному процесу за критерієм Ст'юдента і критерієм Фішера, одержали емпіричні рівняння регресії в натуральних величинах, які характеризують зміну твердості за Віккерсом (степенева залежність) та коефіцієнту тріщиностійкості (логарифмічна залежність) від зміни діючих факторів у таких межах: температура спікання  $1350\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{сп.}} \leq 1450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вміст легуючого карбіду вольфраму  $5 \leq WC \leq 15\text{ \% (мас.)}$ , вміст цементуючої зв'язки  $12 \leq NiCr \leq 24\text{ \% (мас.)}$ .

Аналіз одержаних рівнянь регресії показує, що найвищу твердість за Віккерсом 18,9 ГПа має сплав, спечений при температурі  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , з вмістом WC 5 % (мас.) і вмістом Ni-Cr зв'язки 18 % (мас.), а найвищу тріщиностійкість  $9,1\text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$  – сплав, спечений при температурі  $1350\text{ }^{\circ}\text{C}$ , з вмістом WC 15 % (мас.) і вмістом Ni-Cr зв'язки 24 % (мас.).

УДК 621.326

Матенька І.–ст. гр. МБ<sub>м</sub>-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ СТІНОВОЇ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ковальчук Я. О.

Метою роботи є виявлення впливу вологості стінової керамічної цегли на зміну її теплопровідності.

Натурні експериментальні дослідження виконані на 5 зразках суцільної одинарної стінової керамічної цегли марки 50 виробництва Бережанського цегельного заводу. Дослідження виконані на експериментальній установці для визначення коефіцієнту теплопровідності будівельних матеріалів за методом плоского шару.

Перед початком експерименту дослідні зразки висушували до стабільного значення маси (впродовж висушування зразків зменшення маси зупинилося). Виходячи з сухої маси, насичували зразки розрахунковою кількістю води для досягнення відносної вологості за масою 0%, 0,2%, 3%, 5%, 7%.

Коефіцієнт теплопровідності дослідного зразка  $\lambda$  визначали за залежністю

$$\lambda = q \frac{\delta}{(t_1 - t_2)} \text{ Вт/(м К)}, \text{ де } q = \frac{\lambda^4}{\delta} (t_1 - t_2) \text{ Вт/м}^2$$

де  $\lambda^4$  - коефіцієнт теплопровідності еталонного зразка (сухої цегли), Вт/(м К);  $\delta$  - товщина зразка, (м);  $(t_1 - t_2)$  - різниця температур нижнього і верхнього температурного датчика.

За результатами досліджень побудовано графік прогрівання зразків з різною вологістю (рис. 1)

З рис. 1 очевидним є те, що найінтенсивніший приріст теплопровідності спостерігається при початковому зволоженні. При подальшому підвищенні вологості збільшення теплопровідності відбувається практично за лінійним законом. Так при збільшенні вологості цегли від 1% до 3% її теплоізоляційні властивості погіршуються в 1,3 раза. При зволоженні цегли до 7% її коефіцієнт теплопровідності підвищується в 1,8 раза в порівнянні з 1% вологістю.

Підвищення теплопровідності цегли при збільшенні вологості матеріалу спричинено тим, що вода, яка попадає в

пори, має суттєво вищий коефіцієнт теплопровідності, ніж витіснене нею повітря. Крім того вода підвищує суцільність матеріалу і таким чином підвищує теплопередачу.

Отже, для забезпечення високих теплоізоляційних характеристик будівель і споруд з керамічної цегли необхідно утримувати впродовж експлуатації мінімальну вологість дослідженого стінового матеріалу.

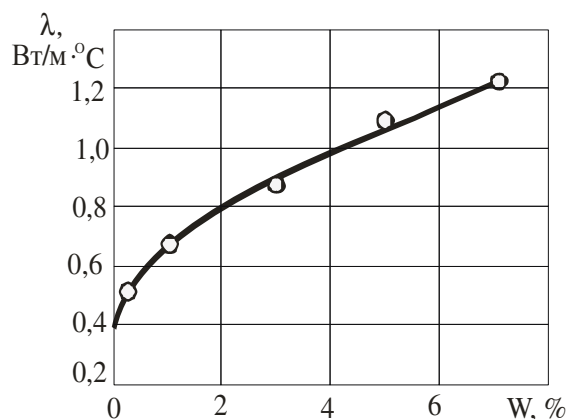


Рис 1 Вплив вологості керамічної стінової цегли W на її коефіцієнт теплопровідність  $\lambda$

УДК 621.326

Мудеревич А.В. - ст.гр.МБм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **СИНТЕЗ КОНФІГУРАЦІЇ ТОНКОСТІННИХ ХОЛОДНОГНУТИХ МЕТАЛОПРОФІЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ФЕРМ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Ковальчук Я.О.

Впродовж останніх 15 років у будівництві новий напрямок – виготовлення легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) з тонкостінних гнутих профілів. Застосовують їх для спорудження тримких і огорожувальних конструкцій будов різного призначення, зокрема ферм. Матеріал профілів ферми - оцинкована сталь товщиною від 0,6 до 3,0 мм. Перевагами ферм з тонкостінних профілів є їх легкість у поєднанні з міцністю і стійкістю, зниження навантажень від власної ваги, скорочення строків будівництва, ефективний захист від корозії, тощо.

Конфігурації тонкостінних металопрофілів, які застосовують для виготовлення будівельних ферм (рис. 1), на сьогоднішній день не стандартизовані і тому виготовляються різними виробниками, виходячи з їх технологічних можливостей.



Рис.1- Конфігурації тонкостінних металопрофілів, які найчастіше застосовують для виготовлення будівельних ферм

Метою роботи є розробка конфігурацій металопрофілів для ЛСТК, які забезпечили б підвищення ефективності їх застосування (підвищення тримкості та зниження вартості).

За результатами виконаної роботи, яка полягала у вивченні конструктивних особливостей ЛСТК, навантажень, які вони сприймають, існуючих методик їх розрахунку та технології безперервного вальцювання запропоновано ряд конфігурацій металопрофілів, які доцільно застосовувати для виготовлення будівельних ферм (рис. 2).

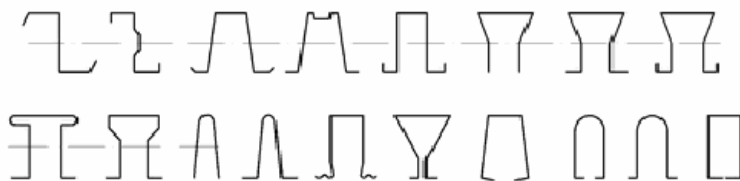


Рис.2 – Запропоновані конфігурації тонкостінних металопрофілів, які доцільно застосовувати для виготовлення будівельних ферм

Розміри профілів визначаються на етапі проектних розрахунків ферми, враховуючи навантаження на стержні. Радіуси гнуття є технологічними і визначаються виготовлювачем металопрофілю.

Запропоновані конфігурації профілів доцільно використати при проектуванні тонкостінних ферм. Однак для визначення доцільності застосування конкретної конфігурації з точки зору оптимізації технічних і економічних характеристик отриманої ферми потрібно виконати детальні розрахунки поведінки проектованої ЛСТК під навантаженням або натурний експеримент на дослідному зразку.

УДК 621.658

Найда М. – студент гр. МБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДАЧІ ПРИ ЗМІНІ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТУ ПОМПИ**

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

Використання об'ємних pomp обумовлене їх надійністю, високою продуктивністю і незначними затратами в процесі їх експлуатації. В об'ємних гідроприводах застосовуються різні типи pomp. Їх в основному можна поділити на дві групи, які відрізняються характером процесу витіснення рідини. В поршневих помпах витіснення робочої рідини проходить із нерухомих камер витискувачами, які здійснюють зворотно - поступальний рух. В роторних насосах переміщуються камери, а витискувачі здійснюють обертовий рух, який може узгоджуватись із зворотно - поступальним рухом. Найбільш простим по конструкції є помпи для перекачування рідин під невисоким тиском.

До цього типу pomp в свою чергу відносяться і діафрагмові. Вони використовуються для перекачування різного роду рідин, які можуть бути забруднені різними домішками: піском, мулом, абразивним матеріалом а також хімічно активних рідин. Діафрагмові помпи за принципом дії подібні до поршневих.

Діафрагмові помпи бувають нагнітаючими і з вільним зливом рідини. Такі помпи розвивають невеликий напір і використовуються головним чином для водовідливу на будівельних майданчиках. Діафрагмові помпи широко використовуються в автомобільних двигунах для подачі палива. Роль поршня в них виконує жорсткий диск, який закріплений в центрі гнучкої мембрани. Діафрагмові помпи мають механічний привід, який в свою чергу складається з редуктора і кривошипно-шатунного механізму.

Зміну продуктивності в необхідних межах можна регулювати за допомогою регулятора електродвигуна постійного струму. Недоліком в роботі даних pomp є те, що вони можуть змінювати свою продуктивність тільки за рахунок зміни кількості обертів приводу. Підібрати помпу за точно необхідними даними  $Q$  і  $H$  вдається дуже рідко, тому підбір ведуть за розрахунковими даними.

Основними параметрами помпи є: продуктивність, напір і потужність. Параметр напору залежить від швидкості протікання потоку рідини, розмірів помпи і продуктивності. В ході випробувань визначався напір при відповідній продуктивності. Встановивши максимальну величину ексцентриситету встановили мірну посудину на певній висоті. Визначивши об'ємну витрату за кількістю обертів кривошипно - шатунного механізму при постійному ексцентриситеті, змінюємо висоту нагнітання рідини в посудину. Провівши дані випробування змінюємо величину ексцентриситету і повторюємо дослідження п'ять раз. За результатами експерименту побудували два графіки залежності продуктивності від напору і продуктивності від ексцентриситету  $Q=f(H)$ ,  $Q=f(e)$ .

Проведені дослідження регульованого ексцентрика для діафрагмової помпи дозволили визначити, кількість перекачуваної рідини на встановлену висоту і встановити, як зміна ексцентриситету впливає на продуктивність і напір від кількості рідини, яка перекачується за один цикл роботи помпи.



УДК 628.023.3:537.312

Плескун М.- ст.гр.КТ-42

*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 621.326

Пристапа О.М.- ст.гр.МБм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗВАРНОЇ ПІДКРОКВ'ЯНОЇ ФЕРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПК ЛІРА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Ковальчук Я.О.

Метою роботи є вибір сучасної інженерної методики для оптимізації конструкції зварної підкрюквяної ферми з урахуванням економічних, технологічних та експлуатаційних вимог за допомогою програмного комплексу ЛІРА, який є одним з найбільш придатних ПК для проектування будівельних конструкцій, а саме покриття і перекриття великих прольотів, конструкцій висотних будівель, каркасних конструкцій промислових цехів, окремих елементів (колон, ригелів, ферм, панелей).

Досліджувані об'єкти можуть мати довільні контури, локальні ослаблення у вигляді різної форми отворів і порожнин, різні умови обпирання. ПК ЛІРА реалізує чисельний метод дискретизації суцільного середовища методом скінченних елементів (МСЕ). Легко моделюються різноманітні граничні умови і навантаження.

Враховуючи можливості ПК ЛІРА та досвід його застосування для вирішення подібних інженерних задач, пропоную алгоритмічно процес оптимізації конструкції побудувати за такими кроками:

- аналіз технічного завдання (конфігурація ферми, схема та режими навантаження);
- розробка розрахункової схеми ферми (встановлення ступеня наближення реальної конструкції до розрахункової моделі);
- формування вхідних інформаційних масивів у формі, придатній для виконання розрахунків (варіанти матеріалів та форм профілю стержнів, варіанти формування вузлів, повна діаграма розтягу матеріалу стержнів тощо);
- розбиття системи на скінчені елементи з врахуванням методу переміщень;
- вибір типу скінченого елемента;
- присвоїти номери всім вузлам і елементам згідно з розрахунковою схемою (вузол у розрахунковій схемі методу переміщень представляється у вигляді абсолютно жорсткого тіла зникаюче малих розмірів. Положення вузла у просторі при деформаціях системи визначається координатами центра і напрямками трьох осей, жорстко пов'язаних з вузлом, тобто, вузол представляється як об'єкт, який має шість ступенів свободи — три лінійних зміщення, що їх визначають як різниці координат у деформованому та недеформованому станах, і три кути повороту відносно цих осей);
- вказати обмеження (в'язі) системи;
- виконати прогонку розрахунків за однією з конструктивних комбінацій компонентів;
- змінити комбінацію конструктивних компонентів і повторити прогонку розрахунків для кожного з можливих варіантів;
- вивести результати розрахунків, проаналізувати їх і виконати оптимізацію конструктивних параметрів в ручному режимі або з використанням відомих ПК.

За результатами оптимізації отримують висоту ферми, тип і розмір метало-профілю для стержнів та конструктивну форму вузлів ферми, які забезпечують функціонування конструкції згідно умов технічного завдання при мінімальній масі (вартості) ферми.

Результати роботи доцільно використати при проектуванні зварних ферм.

УДК 621.77; 621.314

Рибачок О., Бобик М. – ст. гр. МБ<sub>М</sub>-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОЦІНЮВАННЯ ТРИМКОЇ ЗДАТНОСТІ ЗВАРНОЇ ПІДКРОКВ'ЯНОЇ ФЕРМИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ковальчук Я. О.

Метою роботи є оцінювання тримкої здатності зварної підкрокв'яної ферми при дії статичних навантажень за результатами комп'ютерного моделюючого експерименту та натурних експериментальних досліджень.

Для дослідження розроблено конструкцію фізичної моделі зварної підкрокв'яної ферми (рис.1) з дотриманням класичних положень теорії подібності та схему її навантажування (рис.2).

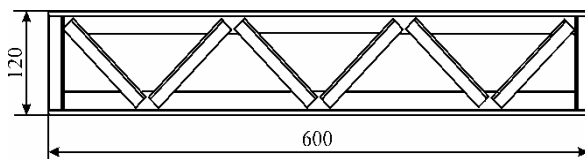


Рис.1 – Конструкція фізичної моделі зварної підкрокв'яної ферми

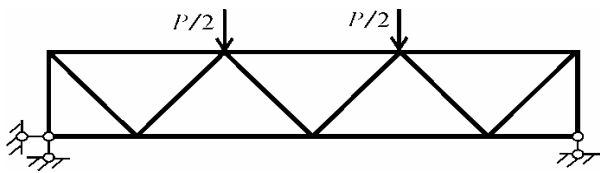


Рис.2 – .Схема статичного навантажування конструкції

Для проектного розрахунку методом комп'ютерного імітаційного моделювання використано прикладний програмний пакет ANSYS.

Для оцінювання достовірності отриманих результатів комп'ютерного моделювання виконано натурний силовий експеримент з використанням випробувального комплексу на базі сервогидравлічної випробувальної машини СТМ-100. Для натурального експерименту виготовлено дослідні зразки зі стандартного вальцьованого кутникового профілю 25x25 мм з товщиною стінки 4 мм зі сталі Ст 3. Зварні шви виконані напівавтоматичним електродуговим зварюванням в середовищі CO<sub>2</sub>.

За результатами випробувань побудовано суміщену діаграму максимального прогину  $\delta$  досліджуваного зразка зварної підкрокв'яної будівельної ферми від величини навантаження  $P$  (рис. 3)

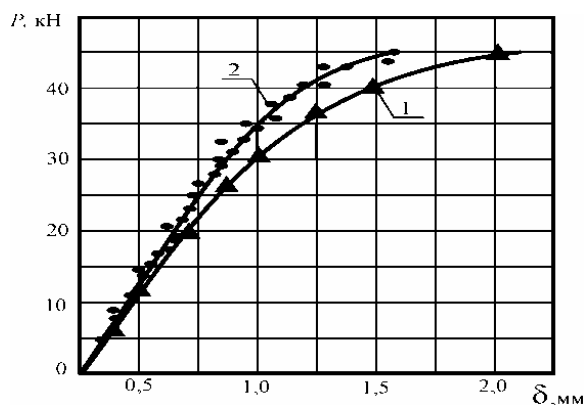


Рис. 3 – Діаграма деформування зварної ферми за результатами комп'ютерного моделюючого (1) та натурального (2) експериментів

При порівнянні результатів натурних і комп'ютерних імітаційних експериментів очевидним є факт задовільного узгодження отриманих максимальних прогинів при низьких рівнях навантаження і незадовільного при високих навантаженнях. Результати комп'ютерного моделюючого експерименту занижують тримку здатність зварної ферми, що зумовлює її завищену матеріаломісткість при проектуванні і занижені режими навантаження при експлуатації.

УДК 53.082/.086

Цветинович Д. О. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя*

## **АВТОМАТИЗОВАНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ**

Науковий керівник: д.т.н. Стухляк П.Д.

Дослідження структурних характеристик речових і матеріалів відіграють надзвичайну роль в сучасній науці. З кожним роком інженери та науковці створюють велику кількість нових матеріалів, характеристики яких забезпечують значно ефективніше їх використання, в порівнянні з існуючими аналогами. Тому автоматизація методів дослідження структурних характеристик матеріалів є досить актуальною.

Лабораторний мікроскоп-спектрометр Рамана дозволяє отримувати зображення структури матеріалів високої резольуції. Зображення, створені мікроскопом дозволяють чітко розгледіти ділянки розміром 0,5 мкм. Для побудови зображень, речовина аналізується хвилями, довжиною від ультрафіолетових до інфрачервоних. Зображення, побудова і обробка яких триває досить швидко, автоматично передаються на персональний комп'ютер. Спектрометр дозволяє автоматично налаштувати положення досліджуваного зразка та лазерів, корегувати потужність випромінення.

Трансмісійний електронний мікроскоп Теспаі G<sup>2</sup> 20 є новітнім приладом для дослідження композитних матеріалів, компаундів, тканин та багатьох інших. Поєднуючи одночасну обробку сигналів, що поступають від CCD камер, EDX детекторів та енергетичних фільтрів, програмне забезпечення дозволяє будувати 2D та 3D зображення надзвичайно високої чіткості. Зображення зразка формується за допомогою пучка електронів, що прискорюються електронною пушкою та фокусуються трьома лінзами. При проходженні через зразок, електрони розсіюються в місцях неоднорідності структури, і цю картину вловлюють камери та відсилають зображення на ПК, яким оснащений прилад, що працює на ОС Windows XP.

Атомно-силовий мікроскоп AFM Veeco дозволяє створювати тримірні зображення структури твердих тіл. Прилад дозволяє працювати в атмосфері різних газів, а також в рідинах при підвищених температурах (до 250°C). Принцип дії полягає в зрізанні голкою тонких шарів матеріалу. На кінчик голки сфокусований лазер, кий відбивається від зразка на фотоелемент. З фотоелемента дані передаються на програмне забезпечення комп'ютера, де зображення аналізується та будується тримірна картина. Зображення, отримані мікроскопом мають роздільну здатність 0,1 нм-10 нм.

На сьогодні існує багато розробок, що дозволяють ефективно аналізувати будову матеріалів та давати просторову картину їх структури, що є надзвичайно корисним для розробок нових високоякісних матеріалів та речовин.

## З М І С Т

<i>Секція:</i>	<b><u>Обладнання харчових виробництв</u></b>	
Богаченко О.К.	<b>КІЛЬКІСНА ОЦІНКА СТУПЕНЯ ДЕНАТУРАЦІЇ РІДКОГО КУРЯЧОГО ЯЙЦЯ, ПРИ ЙОГО ОБРОБЦІ ВИСОКИМ ТИСКОМ.....</b>	<b>3</b>
Буряк М.	<b>АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРОТИРАЛЬНИХ МАШИН.....</b>	<b>4</b>
Василець І.В	<b>УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ.....</b>	<b>5</b>
Гаврон О.З.	<b>ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ ПРИ ДОЗУВАННІ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....</b>	<b>6</b>
Гербіш Ю.	<b>АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МАСУВАННЯ М'ЯСА.....</b>	<b>7</b>
Гончарова К.М.	<b>ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ПРАЛЕНЬ.....</b>	<b>8</b>
Грушицький О.	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНОВИЩА В ТЕРНОПОЛІ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОКРАЩЕННЯ.....</b>	<b>9</b>
Гурський М.	<b>МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРНОЇ МАСИ.....</b>	<b>10</b>
Деркач А.В.	<b>АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА.....</b>	<b>11</b>
Желізняк М.	<b>АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОБОТУ ДОЗУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ.....</b>	<b>12</b>
Захарченко Ю.	<b>АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПОМАДИ.....</b>	<b>13</b>
Зборівський В	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ЩІТКИ РОТОРНОГО ПРОСНОВАЧА.....</b>	<b>14</b>
Зоря А.	<b>ЗАСТОСУВАННЯ ВАКУУМУВАННЯ Й ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ ДЛЯ ШПРИЦЮВАННЯ ФАРШУ В ОБЛОНКИ.....</b>	<b>15</b>
Зубрев А.С.	<b>АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОЧИСТКИ РИБИ ВІД ЛУСКИ.....</b>	<b>16</b>
Івахів В.М.	<b>ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА В МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧІ ТИПУ Л5-ОМП.....</b>	<b>17</b>
Качуровська М.	<b>МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛУЩИЛЬНО-ШЛІФУВАЛЬНОЇ МАШИНИ МАРКИ А1-ЗШН-З.....</b>	<b>18</b>
Коневич М.	<b>ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ТІСТА В ПРОЦЕСІ ЙОГО БРОДІННЯ.....</b>	<b>19</b>

Крістя Д.О. <b>АПАРАТУРНЕ ОФОРМЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З ВИЧАВОК ВИНОГРАДУ В СЕРЕДОВИЩІ СУБКРИТИЧНОЇ ВОДИ.....</b>	20
Моїсеєва В.К., Толсторебров О.М., Богаченко О.К. <b>ВПЛИВ ВИСОКОГО ТИСКУ НА ПІНОУТВОРЮЮЧУ ТА ЕМУЛЬГУЮЧУ ЗДАТНОСТІ РІДКОГО КУРЯЧОГО ЯЙЦЯ.....</b>	21
Новосад А. І <b>МОДЕРНІЗАЦІЯ НАГНІТАЛЬНОГО ВУЗЛА ТІСТОПОДІЛЬНОЇ МАШИНИ МАРКИ А2-ХТН.....</b>	22
Ониськів В.М. <b>МОДЕРНІЗАЦІЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ.....</b>	23
Остапчук К.В. <b>МОДЕРНІЗАЦІЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ ВАННИ МАРКИ Я5-ОФИ.....</b>	25
Паробок Г. <b>ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗЧИННОЇ КАВИ.....</b>	26
Пацинський Д.Е. <b>ВИПРОБУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПЕЧЕЙ.....</b>	27
Петрина Т <b>ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАЛКІВ ВАЛКОВИХ ВЕРСТАТИВ НА ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ.....</b>	29
Сагаль В. <b>АНАЛІЗ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ РОЗЛИВУ ТА ФАСУВАННЯ ХАРЧОВИХ РІДИН.....</b>	31
Сиротюк О. <b>ВИБІР ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРНИХ КОНВЕЙЄРНИХ ПЕЧЕЙ.....</b>	32
Сиротюк О. <b>ВАРИАНТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ХЛІБОПЕКАРНИХ КОНВЕЙЄРНИХ ПЕЧЕЙ.....</b>	33
Сиротюк О. <b>УМОВИ СТІЙКОЇ РОБОТИ ІНЖЕКЦІЙНИХ ПАЛЬНИКІВ.....</b>	34
Терещук В. <b>ВИМОГИ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ НОВИХ МАШИН В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....</b>	36
Терещук В. <b>ЗОВНІШНЄ ОФОРМЛЕННЯ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ НОВИХ МАШИН В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....</b>	38
Толсторебров О.М. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІДКИХ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ, ОБРОБЛЕНИХ ВИСОКИМ ТИСКОМ.....</b>	40
Толсторебров О.М. <b>МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РІДКОГО КУРЯЧОГО ЯЙЦЯ, ОБРОБЛЕНОГО ВИСОКИМ ТИСКОМ.....</b>	41
Цапик Т.Д. <b>ВИКОРИСТАННЯ ЄМНІСНОГО МЕТОДУ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....</b>	42

Цапак О. <b>ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ ФАРШУ НА ФАРШМІШАЛЦІ МАРКИ Л5-ФМБ.....</b>	<b>43</b>
Цапак О. <b>ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ПОХИБОК ПРИ ВИМІРЮВАННІ ПОТУЖНОСТІ, ЩО ЗАТРАЧАЄТЬСЯ НА ПЕРЕМІШУВАННЯ У ФАРШМІШАЛЦІ МАРКИ Л5-ФМБ.....</b>	<b>44</b>
Четверікова С.О. <b>ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ВАФЕЛЬ З НАЧИНКОЮ.....</b>	<b>45</b>
Шпира В <b>ОТРИМАННЯ БУРЯКОВОЇ СТРУЖКИ ПЛАСТИНЧАСТОЇ ФОРМИ.....</b>	<b>47</b>

*Секція:*

**Інформаційні технології**

Басюк Г <b>ВИКОРИСТАННЯ FLASH ТЕХНОЛОГІЙ У РОЗРОБЦІ САЙТУ.....</b>	<b>48</b>
Бігун І. <b>РОЗРОБКА САЙТУ ДЛЯ ПП «ЯНОВЕЦЬ».....</b>	<b>49</b>
Білорус С.П <b>ДОСЛІДЖЕННЯ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ 3GPP LONG TERM EVOLUTION.....</b>	<b>50</b>
Болгар А. <b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ АРХІТЕКТУР ПЗ.....</b>	<b>51</b>
Бучковський Н. <b>СТАНДАРТ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ WIMAX.....</b>	<b>52</b>
Ваврикович В.І. <b>ОГЛЯД ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>53</b>
Вітрук І.В. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКОВИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ.....</b>	<b>54</b>
Волощук О. <b>ІНФОРМАЦІЙНА WEB-СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ ДЛЯ ПІЦЕРІЇ – КАФЕ.....</b>	<b>55</b>
Воробець Д. <b>ПРОБЛЕМИ В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ.....</b>	<b>56</b>
Вуйків В.І. <b>ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РОЗРОБКИ ПС.....</b>	<b>57</b>
Гамеляк Й. <b>ОСНОВНІ МІРИ ПРОТИДІЇ DOS- І DDOS-АТАКАМ.....</b>	<b>58</b>
Герасимчук М.М <b>ПРОТОКОЛ ТУНЕЛЮВАННЯ L2TP.....</b>	<b>59</b>
Глабець І. <b>ВИКОРИСТАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО ШАБЛОНУ MVC ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>60</b>

Глинчак П.М., Дусин М.В. <b>АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ.....</b>	<b>61</b>
Гнатишин М. <b>АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ ВУЗІВ.....</b>	<b>62</b>
Головецька О., Луцків А. <b>ОЦІНЮВАННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ОРГАНІЗАЦІЇ.....</b>	<b>63</b>
Грабас С. І. <b>РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ТЕСТУВАННЯ ШКОЛЯРІВ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ .NET ТА ТЕХНОЛОГІЇ WPF.....</b>	<b>64</b>
Грабовська С. <b>ПРОБЛЕМИ, ЯКІ ВИРІШУЄ STR.....</b>	<b>65</b>
Гупаловська О. Б. <b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОВИХ БІОСИГНАЛІВ МЕТОДОМ ОРТОГОНАЛЬНИХ РОЗКЛАДІВ.....</b>	<b>66</b>
Гурський Г. А. <b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСТУ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ WEP, WPA ТА WPA2.....</b>	<b>67</b>
Дацко О., Максимець О. <b>OPENGL. 3D МОДЕЛЬ В OPENGL.....</b>	<b>68</b>
Денисюк Г. <b>ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВА СИСТЕМА ТУРИСТИЧНИХ МАРШРУТІВ.....</b>	<b>69</b>
Деренівський П. <b>АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ.....</b>	<b>70</b>
Дзядик О.В. <b>АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ФУТБОЛЬНИХ КОМАНД З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ФУТБОЛЬНИХ МАТЧІВ.....</b>	<b>71</b>
Євчин О. <b>ПРОГРАМНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ І ВІДСТЕЖЕННЯ ПОМИЛОК В ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ.....</b>	<b>72</b>
Заверуха З.О. <b>КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ЗОШ І-ІІІ СТУПЕНІВ №26.....</b>	<b>73</b>
Засідко П. <b>АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ІНТЕГРОВАНИМИ КОМП'ЮТЕРНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ.....</b>	<b>74</b>
Ілько М. <b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПІДСТАНЦІЇ «ТЕРЕСВА».....</b>	<b>75</b>
Карнаухов А.К. <b>ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СКАНЕРІВ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>76</b>



Кміть П. <b>ВИКОРИСТАННЯ ПРИХОВАНОЇ МАРКОВСЬКОЇ МОДЕЛІ В СИСТЕМАХ ДЕТЕКТУВАННЯ ЕМОТИКОНІВ.....</b>	<b>77</b>
Колодій Ю. <b>ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕБ-САЙТІВ.....</b>	<b>76</b>
Комарніцький М. <b>ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ РЕСУРСІВ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ IEEE 802.11 З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ WPA2.....</b>	<b>78</b>
Кондирев В., Сагат П. <b>ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ПРОГРАМУВАННЯ НА VBA ПРИ РОЗВ'ЯЗКУ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ В ТАБЛИЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ EXCEL.....</b>	<b>79</b>
Кондратюк А., В. Яцишин В. <b>ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>80</b>
Костяк Мирослав <b>СЕРВІС ПАРТНЕРСЬКОЇ РЕКЛАМНОЇ ПРОГРАМИ WEBDODGERS.COM З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ZEND FRAMEWORK.....</b>	<b>82</b>
Кривцов С. <b>ПРИНЦИПИ РОБОТИ ТЕХНОЛОГІЇ ADSL.....</b>	<b>83</b>
Крутих М.В. <b>КРИПТОАНАЛІЗ СПРОЩЕНОГО АЛГОРИТМУ AES .....</b>	<b>84</b>
Кубишин М. Я. <b>КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ГІМНАЗІЇ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА.....</b>	<b>85</b>
Кубів Р. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ІМПУЛЬСНО-КОДОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ ГОЛОСОВОГО СИГНАЛУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ.....</b>	<b>86</b>
Леспух М.В. <b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ.....</b>	<b>87</b>
Лехіцька Н.О. <b>ХЕШ-ФУНКЦІЯ КЕССАК І КОНСТРУКЦІЯ SPONGE ЯК УНІВЕРСАЛЬНИЙ КРИПТОПРИМІТИВ.....</b>	<b>88</b>
Лехіцька Н. О. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ АЛГОРИТМУ ХЕШУВАННЯ КЕССАК.....</b>	<b>89</b>
Лопатинська В. <b>РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ТА ДЕСКТОПНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ І УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЕЮ ТОВАРІВ У СУПЕРМАРКЕТАХ.....</b>	<b>90</b>
Максименко Р.В. <b>ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДЕО КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ TRUECONF.....</b>	<b>91</b>
Марценюк О.А <b>СТЕГАНОГРАФІЧНІ МЕТОДИ ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЗОБРАЖЕННЯХ.....</b>	<b>92</b>

Мельник Д.В. <b>УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>93</b>
Можна О. <b>ОЦІНКА СПЕКТРАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ.....</b>	<b>94</b>
Мороз Н.І. <b>РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ОПРАЦЮВАННЯ СИМВОЛЬНИХ СТРИЧОК З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУКТУРИ БОР.....</b>	<b>95</b>
Мостовський О. <b>МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ТЕРМОРЕГУЛЯТОР.....</b>	<b>96</b>
Муха В.П. <b>МЕТОДИ ПОБУДОВИ ПОЛІНОМІАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ.....</b>	<b>97</b>
Мухамедова А. <b>РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ “АНАЛІЗАТОР КОДУ HTML” ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕБ-РЕСУРСІВ.....</b>	<b>98</b>
Наговіцина А. <b>РОЗРОБКА WEB- САЙТУ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ДЛЯ ІНТЕРНЕТ – МАГАЗИНУ КОСМЕТИКИ.....</b>	<b>99</b>
Паїк Ю.І. <b>ПРОБЛЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ..</b>	<b>100</b>
Палагнюк Н. <b>WEB-СЕРВІС ФАНСАБ ГРУПИ U&amp;A.....</b>	<b>101</b>
Петришин В. <b>ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У СУЧАСНИХ ФІТНЕС-ЦЕНТРАХ.....</b>	<b>102</b>
Попівчак В. <b>КРИПТОГРАФІЧНИЙ АЛГОРИТМ “RSA”.....</b>	<b>103</b>
Прокопів Г. П. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП’ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОЮ ОС VASCKTRASK.....</b>	<b>104</b>
Радчук В. <b>ПРИНЦИП РОБОТИ ПРОТОКОЛУ TCP.....</b>	<b>105</b>
Рак А.К. <b>ОСОБЛИВОСТІ DOS- і DDOS-АТАК.....</b>	<b>106</b>
Рачковський І. <b>ДИСТАНЦІЙНО-ВЕКТОРНИЙ ПРОТОКОЛ ДИНАМІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ EIGRP.....</b>	<b>107</b>
Римарчук О <b>ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СИСТЕМИ БАЗ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КЛАСТЕРУ.....</b>	<b>108</b>
Сандлак В. <b>УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ МЕРЕЖІ АТМ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ БУФЕРАМИ КОМУТАТОРІВ.....</b>	<b>109</b>
Сеньків Г <b>АНАЛІЗ ВИТРАТ ПАЛИВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....</b>	<b>110</b>

Сівіцький О. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА БАЗІ СТАНДАРТУ 802.15.....	111
Стець О.А. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ.....	112
Стець О.А. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ OPINION MINING ТА СТАНДАРТУ ЯКОСТІ ISO 9126.....	113
Теслюк П.- ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ КНИГ ДЛЯ НАУКОВО- ТЕХНІЧНОЇ БІБЛІОТЕКИ.....	114
Томчишин А.М. РОЗРОБКА СЕРВІСУ ОБМІНУ МИТТЄВИМИ ПОВІДОМЛЕННЯМИ З ЕЛЕМЕНТАМИ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.....	115
Трембач Б.Р РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ В МЕРЕЖІ НА КРИСТАЛІ NoC.....	116
Тюрін Т. ЗРОБКА WEB-САЙТУ СОЦІАЛЬНИХ ЗАКЛАДОК З ВИКОРИС- ТАННЯМ ZEND FRAMEWORK.....	117
Фалюшак П.А. AGILE-ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ.....	118
Цісельський В.О. СПЕЦИФІКА СЕРТИФІКАЦІЇ БАЗ ДАНИХ.....	119
Чорний М. Р. СТВОРЕННЯ ОН-ЛАЙН СЕРВІСУ ОБМІНУ ФАЙЛАМИ ТА ЗОБРАЖЕННЯМИ.....	120
Чорноморець В.В. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ТА ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІТС.....	121
Шклярчук М. ПЛАГІН ZOTERO ДЛЯ БРАУЗЕРА FIREFOX.....	122
Штогун О. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАРШРУТИЗАЦІЇ В ТКМ .....	123
Юнко В.Є. МЕРЕЖЕВІ КОМПЛЕКСИ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ NGN.....	124
Явич І.В. РОЗРОБКА WEB-СЕРВІСУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ М. ЛЬВОВА ІЗ ФУНКЦІЄЮ ЗАПИСУ НА ПРИЙОМ ДО ЛІКАРЯ.....	125
Янош І.Я. ОГЛЯД МЕТОДІВ ПО ВИРІШЕННЮ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДЛЯ ПОДОРОЖЕЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	126
Яремчук Ю. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ Й ОБЛІКУ ПОКАЗНИКІВ ЛІЧИЛЬНИКІВ.....	127
Яцишин В.П. АЛГОРИТМИ ПОШУКОВИХ СИСТЕМ.....	128

Яцишин В.П. <b>ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ В ШИРИНУ ДЛЯ БАГАТОВЕРШИННИХ ГРАФІВ.....</b>	<b>129</b>
---	------------

*Секція:* **Математика**

Бабій Н. <b>ЗАДАЧА ПРО КОЛИВАННЯ ПРЯМОКУТНОЇ МЕМБРАНИ.....</b>	<b>130</b>
Василик І. <b>МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗАННЯ ПОТРІЙНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ, ЯДРА ЯКИХ МІСТЯТЬ ФУНКЦІЇ БЕССЕЛЯ.....</b>	<b>131</b>
Гундерчук В. <b>МЕТОДИКА ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА.....</b>	<b>132</b>
Кравчинюк М.О. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ПРИКЛАДІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАПЛАСА ПО ЧАСУ.....</b>	<b>133</b>
Куран Я. <b>ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ РЯДІВ РІБ'ЄРА-ФАЙЛОНА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ БІГАРМОНІЧНОЇ ФУНКЦІЇ НАПРУЖЕНЬ.....</b>	<b>134</b>
Панчишин В. Б. <b>РОЗВ'ЯЗОК КРАЄВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ РІВНЯННЯ ЛАПЛАСА В ПРЯМОКУТНИКУ.....</b>	<b>135</b>
Ребрик М. <b>ПАРАДОКСИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ.....</b>	<b>136</b>
Стасюк О.Б. <b>РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕОДНОРІДНИХ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ЧАСТИННИМИ ПОХІДНИМИ.....</b>	<b>138</b>

*Секція:* **Математичне моделювання і механіка**

Пулька Ю. <b>ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ АДЕКВАТНОСТІ БАГАТОПОТОКОВОЇ АСИНХРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛІНІЇ.....</b>	<b>139</b>
---	------------

*Секція:* **Машини та обладнання сільського виробництва**

Білик І. <b>АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ СЕПАРАЦІЇ ҐРУНТУ.....</b>	<b>140</b>
Бортник І. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАКЦІЙ В ОПОРАХ БАКА МАЛОГАБАРИТНОГО ОБПРИСКУВАЧА.....</b>	<b>141</b>

Гонтарук Т. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МІНІМУМУ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ РОЗРАХУНКАХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	142
Довбуш Т. МОДИФІКАЦІЯ ММПЕД ДЛЯ РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ КРИВОЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАМ.....	143
Кульчицький І УДОСКОНАЛЕННЯ НОЖІВ ГИЧКОРИЗА ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	144
Макух М. РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКУ.....	145
Миць В. НОВИЙ МЕХАНІЗМ ЗМІНИ ШИРИНИ КОЛІЇ ОБПРИСКУВАЧА.....	146
Олендер Н. УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ПРИВОДУ ГИЧКОРИЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОМБАЙНА КБС-6.....	147
Провальний О. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ МУЛЬЧУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	148
Рубінець Н. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КБМ-6.....	149
Сторожук І. М. РОЗРОБКА ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	150

*Секція:* **Машинобудування**

Бачинський О., Ващенко Д., Вербовський С. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА КОЕФІЦІЄНТ ПОЗДОВЖНЬОГО УКРОЧЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ ТОЧІННІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАЛИХ ВИБІРОК.....	151
Васильків А. НОВІ КОНСТРУКЦІЇ СПРАЛЬНИХ СВЕРДЛ І МЕТОДИ ЇХ ЗАТОЧУВАННЯ.....	152
Вознюк Л., Кузьмінська Н., Зьола В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГОЛОВНОГО ПЕРЕДНЬОГО КУТА НА КОЕФІЦІЄНТ ПОЗДОВЖНЬОГО УКРОЧЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ ПОЗДОВЖНЬОМУ ТОЧІННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ МАЛИХ ВИБІРОК.....	153
Галушак Р. ЗАУВАЖЕННЯ ДО РАЗРАХУНКУ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ НА ОПОРАХ КОЧЕННЯ.....	154
Гунька А. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИТИСКНОЇ ПЛАНКИ СПЕЦІАЛЬНОГО ТОКАРНОГО ПРИСТОСУВАННЯ.....	155

Гурик О. <b>ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СЕКЦІЙНОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА.....</b>	<b>156</b>
Дмитерко К. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ ПОДАЧІ ПРИ ВРІЗНОМУ КРУГЛОМУ ШЛІФУВАННІ.....</b>	<b>157</b>
Дрогальцев В. <b>ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ КОНТУРНОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ.....</b>	<b>158</b>
Дячук Д. <b>АНАЛІЗ ЗМІНИ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ БАГАТОЛЕЗОВІЙ ОБРОБЦІ АДАПТИВНОГО ТИПУ.....</b>	<b>159</b>
Карпишин С., Коваль М. <b>ВИСОКООБОРОТНІ ШПИНДЕЛЬНІ ВУЗЛИ МЕТАЛООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ЇХ ДОВГОВІЧНІСТЬ.....</b>	<b>160</b>
Коваль В. <b>ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛООБРОБНОМУ ОБЛАДНАННІ.....</b>	<b>161</b>
Ковальчук Р. <b>МУФТА ІНЕРЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВА ПРУЖНА.....</b>	<b>162</b>
Колівошко В. <b>РОЗРОБКА СТЕНДУ І ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ДВИГУНА ВАЗ-2106 З МОЖЛИВІСТЮ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ.....</b>	<b>163</b>
Лесик Б. <b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗТОЧУВАННЯ МАЛОЖОРСТКИХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....</b>	<b>164</b>
Липна В.Б., Малецька І.Б. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ НА БАЗІ ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ РІЗАННЯ.....</b>	<b>165</b>
Мацьковський В., Грушицький О., <b>ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗСПЮВАННЯ ПОДАЧ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ В МЕЖАХ ОДНОГО ОБЕРТУ.....</b>	<b>166</b>
Паньків В. <b>ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.....</b>	<b>167</b>
Пелех О.М. <b>ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ РОЗГОРТКИ ПРИ ЗГИНАННІ.....</b>	<b>168</b>
Петришин Ю., Недочуков О. <b>МАСШТАБНИЙ ЧИННИК ПРИ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ.....</b>	<b>169</b>
Петришин Ю. <b>ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ.....</b>	<b>170</b>
Постумент М. <b>ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ГНУЧКОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВИСІВОК.....</b>	<b>171</b>

Савула Д. <b>ФОРМУВАННЯ ЧАСТКОВО-РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ ПРЯМОЗУБИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАТИХ ЕВОЛЬВЕНТНИХ КОЛІС.....</b>	<b>172</b>
Сало У. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГНУЧКОГО КАНАТНОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ПШЕНИЦІ.....</b>	<b>173</b>
Сеник М. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ГНУЧКОГО КАНАТНОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ГОРОХУ.....</b>	<b>174</b>
Сивуля Ю. <b>ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ХОЛОДНОЇ ТА ГАРЯЧОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ДЛЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН..</b>	<b>175</b>
Сондей С. <b>АНАЛІЗ ЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ І ЇХ ОСНАЩЕННЯ.....</b>	<b>176</b>
Сондей С. <b>АНАЛІЗ ЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ І ЇХ ОСНАЩЕННЯ.....</b>	<b>177</b>
Сусь Ю. <b>МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙ НА ТОКАРНИХ АВТОМАТАХ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....</b>	<b>178</b>
Шульга М. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ТОРЦЕВОГО ШЛІФУВАННЯ.....</b>	<b>179</b>

*Секція:*

**Електротехніка, електроніка та світлотехніка**

Амброс М.М. <b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАЛИХ ГЕС З АСИНХРОННИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ.....</b>	<b>180</b>
Антимис І.З. <b>ОПТИМІЗАЦІЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ РАЙОНІВ.....</b>	<b>181</b>
Бабій М <b>ПЕРСПЕКТИВИ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ТА ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ.....</b>	<b>182</b>
Бобер П.І. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ.....</b>	<b>183</b>
Бурка І. <b>ОЦІНКА АКТИВНИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ НАПРУГАХ.....</b>	<b>184</b>
Бурмака О. <b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АВТОЕЛЕКТРО-ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ.....</b>	<b>185</b>

Вацків Т. І. КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ НА БАЗІ СИСТЕМИ DALI.....	186
Врублевський А. ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТУ ВИБОРУ АВТОНОМНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....	187
Господарик В. ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ ТА НЕСИМЕТРИЧНИХ НАПРУГАХ.....	188
Гринчишин С. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	189
Гуменюк О. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ СПОРУД СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ.....	190
Гусак Ю.В. ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДКЛЮЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МОДУЛІВ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДО ТРАДИЦІЙНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	191
Джула В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУЧАЦЬКОЇ ГЕС НА РЕЖИМИ РОБОТИ ПІДСТАНЦІЙ ТА РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	192
Дідух І. КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	193
Йордан Т.В. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПУСКО-РЕГУЛЮЮЧИХ АПАРАТІВ НА БАЗІ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ.....	194
Когут В.Я. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З НЕЛІНІЙНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ.....	195
Коржак Ю. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА КОНТРОЛЮ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	196
Кубів В.В. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ ТА НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ МЕРЕЖІ.....	197
Кубів В.В. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ ТА НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ МЕРЕЖІ.....	198
Лецишин С. ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛА ТА ЕНЕРГІЇ З СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	199
Лисюк А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ НА ТЕПЛОВИЙ СТАН АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ.....	200



Мартинюк Д. ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ РОБОТИ СУМІЩЕНИХ ГЕНЕРАТОРІВ В СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	201
Матлюк О. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИ ВРАХУВАННІ ТЕМПЕРАТУРНО-ПОГОДНИХ ФАКТОРІВ.....	202
Мельник Т. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОГЕНЕ- РАЦІЙНИХ УСТАНОВОК МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	203
Откидач С. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В СМТ.ШУМСЬК ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ.....	204
Понятишин І.В. ПЄЗОЕЛЕКТРИЧНІ ТРАНСФОРМАТОРИ ЯК БАЗОВІ ЕЛЕМЕНТИ ДЛЯ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ РОЗРЯДУ ЛЮМІНІСЦЕНТНОЇ ЛАМПИ.....	205
Прокопів Н. ПОБУДОВА МОДЕЛІ КОРЕКЦІЇ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕКУЧИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ.....	206
Проців Х.Б. РІЗНОСПЕКТРАЛЬНІ ТЕПЛИЧНІ СВІТЛОДІОДНІ ОПРОМІНЮВАЧІ...	207
Стефанюк В.- ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕНАПРУГ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЮ ПРИ ОДНОФАЗНОМУ ЗАМИКАННІ.....	208
Тарас І. ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗНЕСТРУМЛЕНИХ СПОЖИВАЧІВ.....	209
Цушко О. ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ІНДИВІДУАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ ПУНКТАМИ.....	210
Шегера К. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРО- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ СОНЯЧНИХ PV-ПАНЕЛЕЙ.....	211
Юрковський І. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ МЕРЕЖІ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА БАЗІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ.....	212
Ясин В.М. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	213

*Секція:*

Радіoeлектронні біотехнічні системи.

Беляєва Н. А., к.м.н., доц. Гевко О. В., к.т.н., доц. Яворська Є. Б. <b>ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРВАЛУ Q-A ДЛЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ПЕРИФЕРИЧНОГО КРОВООБІГУ.....</b>	<b>214</b>
Бентковський Т. <b>УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА МЕТОДУ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОТЕЗОМ ПЕРЕДПЛІЧЧЯ.....</b>	<b>215</b>
Беньо А.М. <b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ШУМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ СПЕКЛ-ТРЕКІНГ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ.....</b>	<b>216</b>
Блашків Н. <b>МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ЛЮДИНИ.....</b>	<b>217</b>
Іскрижицький В.В. <b>МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРИФЕРИЧНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ СЕРЦЕВО – СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ.....</b>	<b>218</b>
Падлецька М.І <b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СФІГМОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ.....</b>	<b>219</b>
Патерак В. <b>ВИКОРИСТАННЯ ІОНІСТОРІВ В ЯКОСТІ КОРОТКОЧАСНОГО РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>220</b>
Покотило М. <b>ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>221</b>
Стоянов Ю. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ СИНТЕЗУ ВУЗЬКОНАПРЯМЛЕНОЇ РЕКТЕНИЇ.....</b>	<b>222</b>
Стросінський С.– <b>МЕМРИСТОР. ПЕРШИЙ КРОК ДО САМОПРОГРАМОВАНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ.....</b>	<b>223</b>

*Секція:*

Зварювання та споріднені процеси і технології

Бусов А. В., Биковський О. Г. <b>ВПЛИВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ НА ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА НА ГРАНИЦІ РОЗДІЛУ ТВЕРДЕ ТІЛО – РІДИНА.....</b>	<b>224</b>
Велігорський Б.А. <b>СПОСОБИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ДУГОЮ.....</b>	<b>225</b>
Воронін Д.Я., Биковський О. Г. <b>ТЕМПЕРАТУРА ТА БУДОВА ЧАСТИНОК ПРИ ПЛАЗМОВОМУ НАПИЛЕНІ СТРУМОВЕДУЧИМ ДРОТОМ.....</b>	<b>226</b>
Головатий Сергій <b>ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....</b>	<b>227</b>
Жук В.М. <b>ВПЛИВ ТЕПЛОВОГО І ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЕКРАНІВ НА ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ В ЗОНІ НАПЛАВЛЕННЯ.....</b>	<b>228</b>

Клочко К.І. ДОСЛІДЖЕННЯ КРИСТАЛІЗАЦІЇ МЕТАЛУ ПРИ ДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ З НАКЛАДАННЯМ КЕРУЮЧИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ	229
Кметь І.Б. ПРОСТОРОВА СТІЙКІСТЬ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДУГИ.....	230
Куцло Р. ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ В УМОВАХ ВТОМНОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	231
Лимарь О. ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШАРІВ ПРИ ДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ З НАКЛАДАННЯМ КЕРУЮЧИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ	232
Новак А. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗВАРНИХ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА СТАДІЯХ ЗАРОДЖЕННЯ І РОЗВИТКУ ВТОМНИХ ТРИЩИН.....	233
Семчук Олег ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАННЯ ПІДСТАВКИ ТРАКТОРНОЇ.....	234
Сольник Р. ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАПЛАВЛЕННЯ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ.....	235
Трубочанінова К.В., Попов С. М. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ АНАЛІЗУ ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРИБОСИСТЕМИ НА БАЗІ АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ.....	236
Філіпчук О. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ СТРУКТУРИ МЕТАЛУ ГАЗОПРОВОДУ ПІСЛЯ ДОВГОТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	237
Чудінов В. КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ВАННОЮ ПРИ ДВОДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ПОСЛІДОВНО ВКЛЮЧЕНИМИ ДУГАМИ.....	238
 <i>Секція:</i> <u>Фізика</u>	
Бійчук Р. МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ГАЗОЧУТЛИВИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР.....	239
Бондаренко В. ОСОБЛИВІ УМОВИ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ.....	240
Габ'ян Л. РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНЬ В МАТЕРІАЛАХ ПІД ДІЄЮ ЛАЗЕРНИХ ІМПУЛЬСІВ.....	241
Кіфер В., Назарчук В., Бабчишин А. СУЧАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАРСУ: НАУКОВА ЛАБОРАТОРІЯ "CURIOSITY"	241
Афанасенко А., Герасимів В., Литковець М. ОПТОВОЛОКОННІ ЛАЗЕРИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ.....	242
Долінський Т. ВІЧНІ ДВИГУНИ. ВИГАДКА ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ? .....	243
Кіт М. КВАНТОВІ КОМП'ЮТЕРИ.....	244

Кожемяка Д. <b>ПРО ЗАХИСТ ТЕПЛООБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ.....</b>	<b>246</b>
Кривий В. <b>ЕНМК «МЕХАНІКА» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ФІЗИКА» ЯК ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ В ПЕДАГОГІЧНИХ ВУЗАХ.....</b>	<b>247</b>
Левченко Х. <b>СПІНТРОНІКА – ЕЛЕКТРОНІКА НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ.....</b>	<b>248</b>
Лиса Х. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТРУМІВ У МЕТАЛАХ ТА ДІЕЛЕКТРИКАХ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ.....</b>	<b>249</b>
Макух В., Желізняк М. <b>РАДІАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ МІКРОРАЙОНУ “ЦЕНТР”.....</b>	<b>250</b>
Мінакова Д. <b>ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЧУ ЧЕРЕЗ СВІТЛОПРЗОРИ ОГОРОДЖЕННЯ.....</b>	<b>251</b>
Паробок Г., Кіфер В., Назарчук В., Бабчишин А. <b>ОСОБЛИВОСТІ СПЕКТРІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП.....</b>	<b>252</b>
Труш С. В. <b>ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ ФІЗИКИ.....</b>	<b>253</b>
Цизь А.І. <b>ВПЛИВ АНІЗОТРОПІЇ РОЗСІЯННЯ НОСІЇВ ЗАРЯДУ В КРИСТАЛАХ <math>n - Si</math> НА ТЕНЗОЧУТЛИВІСТЬ.....</b>	<b>254</b>
Якубів П. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОЇ РІЗНИЦІ ПОТЕНЦІАЛІВ МІЖ МЕТАЛАМИ ТА ДІЕЛЕКТРИКАМИ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ.....</b>	<b>255</b>

*Секція:* **Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.**

Ванкевич О. <b>ФРУКТОВІ КОНСЕРВИ З ЦИТРУСОВИХ І ГАРБУЗА.....</b>	<b>256</b>
Гварадзе Г. <b>ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЙ ПІСЛЯ АВТОКЛАВУВАННЯ.....</b>	<b>257</b>
Герій О. <b>ЗАМОРОЖЕНІ ОВОЧІ НЕЗАМІННІ КОМПОНЕНТИ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ.....</b>	<b>258</b>
Дем'яник М.В. <b>ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗВІДХОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОНСЕРВІВ.....</b>	<b>259</b>
Доскоч Д. <b>ЙОДОДЕФЦИТ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ.....</b>	<b>260</b>
Задорожній В. <b>ВИКОРИСТАННЯ СТАБІЛІЗАТОРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ОВОЧЕВИХ ТА ФРУКТОВИХ КОНСЕРВІВ.....</b>	<b>261</b>

Козюпа О.С. <b>ЖИРНОКИСЛОТНИЙ ПРОФІЛЬ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА ОСНОВІ КУКУРУДЗЯНОЇ.....</b>	<b>262</b>
Кравченко Х. <b>КАРАМЕЛІЗОВАНА ЦИБУЛЯ.....</b>	<b>263</b>
Макар У., Мацюк М., Андрійшин Н. <b>ДИНАМІКА ДЕНІТРИФІКУЮЧОГО І МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЇ КВАШЕННЯ КАПУСТИ ТА СОЛІННЯ ОГІРКІВ І ПОМІДОРІВ.....</b>	<b>264</b>
Остапйовська М. <b>ОБЛПІХА – ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН І СИРОВИНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСЕРВІВ.....</b>	<b>265</b>
Самотіс Ю. <b>КАБАЧКИ З АДЖИКОЮ – НОВИЙ ВИД ОВОЧЕВИХ КОНСЕРВІВ.....</b>	<b>266</b>
Стрільчук М.Б <b>ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ФРУКТОВИХ КОНСЕРВІВ.....</b>	<b>267</b>
Танасевич Є. <b>ВПЛИВ ТОКОФЕРОЛІВ НА СТІЙКІСТЬ ОЛІЙ ДО ОКИСНЕННЯ.....</b>	<b>268</b>
Ульянович О. <b>НОВІ ВИДИ ТАРИ ТА УПАКОВКИ ДЛЯ КОНСЕРВОВАНИХ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ.....</b>	<b>269</b>
Хоркун У. <b>АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВАРЕННЯ З ЯГІД ПОЛУНИЦІ.....</b>	<b>270</b>
Чайка М.Ю. <b>ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У ЗАМОРОЖЕНОМУ ВИГЛЯДІ.....</b>	<b>271</b>
Шевська Л. <b>ЧОРНОПЛІДНА ГОРОБИНА - ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН (БАР) ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ.....</b>	<b>272</b>
Шевчук О. <b>УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОВИДЛА.....</b>	<b>273</b>
Якубець І. М. <b>ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРОДУКТІВ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ...</b>	<b>274</b>

*Секція:*        **Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій**

Антонов М. <b>КІНЕТИКА ВОДОПОГЛИНАННЯ ПОЛІАМІДУ- 6 ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВЕЛИЧИНУ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ.....</b>	<b>275</b>
Гриб А. <b>САМОУЩІЛЬНЮЮЧІ БЕТОНИ.....</b>	<b>276</b>
Грицай Ю. <b>ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПІКАННЯ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ПОЛІКАРБІДНІЙ ОСНОВІ.....</b>	<b>277</b>

Матенька І. <b>ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ СТИНОВОЇ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ.....</b>	<b>278</b>
Мудеревич А.В. <b>СИНТЕЗ КОНФІГУРАЦІЇ ТОНКОСТІННИХ ХОЛОДНОГНУТИХ МЕТАЛОПРОФІЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ФЕРМ ....</b>	<b>279</b>
Найда М. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДАЧІ ПРИ ЗМІНІ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТУ ПОМПИ.....</b>	<b>280</b>
Плескун М. <b>ВПЛИВ ПРИРОДИ ТА ВМІСТУ ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ПОЛІМЕР-КОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ.....</b>	<b>281</b>
Приступа О.М. <b>АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗВАРНОЇ ПІДКРОКВ'ЯНОЇ ФЕРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПК ЛРА.....</b>	<b>282</b>
Рибачок О., Бобик М. <b>ОЦІНЮВАННЯ ТРИМКОЇ ЗДАТНОСТІ ЗВАРНОЇ ПІДКРОКВ'ЯНОЇ ФЕРМИ .....</b>	<b>283</b>
Цветинович Д. О. <b>АВТОМАТИЗОВАНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>284</b>



## Видавництво Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя

виготовляє підручники для вузів, методичну літературу, художні видання, надає редакційно-видавничі та поліграфічні послуги з набору тексту, розробки макетів і друку книги чи будь-якої іншої поліграфічної продукції (брошури, плакати, афіші, календарі).

**КРІМ ТОГО, ВИДАВНИЦТВО ПРОПОНУЄ ТАКІ ПОСЛУГИ:**

- дизайн візитівок, буклетів, вітальних листів;
- професійне вичитування і верстку;
- сканування та копіювання;
- чорно-білий і повноколірний друк.



м. Тернопіль  
вул. Руська, 56,  
корп. 1, кімн. 102  
Тел.: (0352)522199

**e-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)**

*Комп'ютерне макетування Н.Р. Шаблій*

Формат 60×90 Папір ксероксний.  
Обл.вид.арк 19,5  
Наклад 50 прим. Зам. № 2126

Видавництво Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001  
**E-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)**