

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
11-12 грудня 2024 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)
Pierre and Marie Curie University (The French Republic)
University of Maribor (The Republic of Slovenia)
Technical University of Kosice (The Slovak Republic)
Vilnius Gediminas Technical University (The Republic of Lithuania)
T. Shevchenko Scientific Society**

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book
of abstracts

**of the XIII International scientific and practical
conference of young researchers and students**

December, 11th-12th, 2024



**UKRAINE
TERNOPIL – 2024**

A43

Actual problems of modern technologies: book of abstracts of the XIII International scientific and practical conference of young researchers and students, (Ternopil, December, 11th-12th, 2024) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical University [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V.A., 2024. – 543.

ISBN 978-617-7875-88-7

PROGRAM COMMITTEE

Chairman: Mytnyk M.M. –Ph.D., Assoc. Prof., Rector of TNTU (Ukraine).

Co-Chairman: Maruschak P.O. – Dr., Prof. of TNTU (Ukraine).

Scientific secretary: Glado S.V. – Ph.D., Assoc. Prof. of TNTU (Ukraine)

Members of the program committee: Vyherer T. – Prof. of University of Maribor (The Republic of Slovenia); Vinash J. – Prof. of Technical University of Košice (Slovakia); Prentkovskis O. – Prof of Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania); Stahovych P. – Dr., Prof of Ignacy Łukasiewicz Rzeszow University of Technology (The Republic of Poland); Andreikiv O.Ye. – Dr., Prof. Ivan Franko National University of Lviv, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine).

The address of the organization committee:

TNTU, Ruska str. 56, Ternopil, 46001,

tel. (0352) 519724, fax (0352) 254983

E-mail: : sergiiglado1@gmail.com

Editing, design, layout: Glado S.V.

TOPICS OF THE CONFERENCE

- Physical and Technical Fundamentals of New Technologies Development;
- New Materials, Strength and Durability of the Constructions Elements;
- Modern Technologies in Construction, Machine- and Instrument-Building;
- Modern Technologies in Transport Area;
- Electrical Engineering and Energy Efficiency;
- Fundamental Issues of Food, Bio and Nanotechnologies;
- Economic and Social Aspects of New Technologies;
- Computer and Information Technologies and Communication Systems.

*Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 11-12 грудня 2024 року*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
11-12 грудня 2024 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024

A43

Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 11-12 грудня 2024) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2024. – 543. ISBN 978-617-7875-88-7

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Митник Микола Мирославович – к.т.н., доцент, Ректор ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

Заступник голови: Марущак Павло Орестович – д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

Вчений секретар: Гладь Сергій Володимирович – к.т.н., ст.викл. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

Члени: Вухерер Т. – професор факультету інженерної механіки Маріборського університету (Словенія); Вінаш Я. – професор кафедри технології металів Технічного університету у Кошице (Словаччина); Прентковскіс О. – декан факультету Вільнюського технічного університету ім. Гедимінаса (Литва); Стахович Ф. – завідувач кафедри обробки матеріалів тиском Жешувського політехнічного університету ім. Лукасевича (Польща); Андрейків О. – д.т.н., професор кафедри механіки Львівського національного університету ім. І. Франка, член-корр. НАН України.

Адреса оргкомітету:

ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,
тел. 0971640355, факс (0352) 255798

E-mail: sergiiglado1@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Гладь С.В.

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- фізико-технічні основи розвитку нових технологій;
- нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій;
- сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні;
- сучасні технології на транспорті;
- електротехніка та енергозбереження;
- фундаментальні проблеми харчових, біо- та нанотехнологій;
- економічні та соціальні аспекти нових технологій;
- комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку.

*Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 11-12 грудня 2024 року*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Збірник
тез доповідей**

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
11-12 грудня 2024 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024**

СЕКЦІЯ: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.855

М.І. Яворська, к.т.н., доцент; Б.Я. Волянчук; М.С. Попович; В.Г. Базан
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРИСТРОЮ ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ ВИМІРУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

M.I. Yavorska Ph.D, B.Y. Volianiuk; M.S. Popovuch; V.G. Bazan

CALCULATION OF THE RELIABILITY OF THE DEVICE INTENDED FOR MEASUREMENT OF BLOOD PRESSURE

У сучасній техніці вимірювання артеріального тиску є критично важливим процесом для діагностики та лікування багатьох захворювань. Пристрої, що вимірюють артеріальний тиск, повинні бути високонадійними, оскільки навіть незначні похибки можуть суттєво вплинути на результати лікування. Якість використовуваних компонентів і матеріалів безпосередньо впливає на тривалість і стабільність роботи пристрою. Потрібно провести ретельний аналіз та вибір компонентів, враховуючи їхній термін служби, стійкість до зносу та зовнішніх впливів.

Проведено оцінку теплових режимів пристрою, а саме визначимо чи буде пристрій виділяти багато тепла. В конструкції даного пристрою використовується трансформатор, який виступає фільтром, він не являється силовим, тому нагрівання мати майже не буде, а оскільки пристрій являється дуже економічним і споживає всього 150мВт потужності та живиться від батарейки, то не потрібно передбачати в корпусі отворів для конвекції повітря.

Також в пристрої використовується кілька транзисторів, але це тип малопотужних транзисторів, які не потребують ні радіаторів ні інших додаткових охолоджень. Пристрій не потребує використання радіатора в своїй конструкції, а також вентиляції в корпусі. Також при цьому не потрібно розраховувати тепловіддачу трансформатора, бо він не являється силовим, а всього лише призначений для фільтрування сигналу.

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів цього виробу в заданих межах. Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середня наробка до відмови, імовірність безвідмовної роботи.

Вихідні дані для розрахунку надійності приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	К _{нопр}	I _{відм} ·1e-06	К ⁻ _{сть} ·К _{нав} від·1e-06
1	Конденсатори керамічні	12	0,1	1,4	1,68
2	Конденсатори електролітичні	3	0,4	2,4	2,88
3	Напівпровідникові мікросхеми	1	1	0,03	0,03
4	Світлодіоди	1	1	4	4
5	Батарея	1	1	30	30
6	Звуковипромінювач	1	1	2	2
7	Резистори постійні 0,125Вт	25	0,42	0,8	8,4
8	Підстроювальні резистори	3	0,42	5	6,3

Продовження таблиці 1

9	Перемикач	1	1	0,5	0,5
10	Трансформатор сигнальний	1	0,1	2,1	0,21
11	Діоди випрямляючі малопотужні	3	0,35	0,7	0,735
12	Стабілітрони малопотужні	1	0,81	4,5	3,645
13	Транзистори ВЧ малопотужні	5	0,35	1,7	2,975
14	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
15	Датчик тонів Короткова	1	1	7,3	7,3
16	Плата друкована	1	1	0,1	0,1
17	Провідники та пайки навесні	5	1	0,02	0,1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів.....1
 Коефіцієнт впливу вологості і температури.....1
 Коефіцієнт атмосферних впливів.....1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 7.0905e-005 1/год

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0,999291
 t = 100 год. P(t) = 0,992935
 t = 1000 год. P(t) = 0,931550
 t = 10000 год. P(t) = 0,492112
 t = 100000 год. P(t) = 0,000833

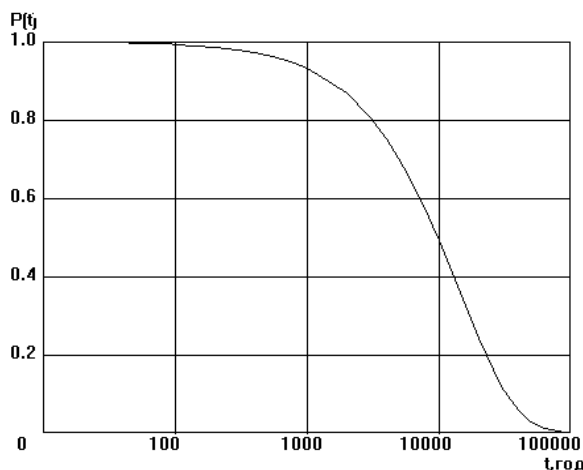


Рисунок 1 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Наробка на відмову становить 14103 год. Надійність виробу є досить високою (див. рис. 1), що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

Висновок: забезпечення високого рівня надійності пристроїв для вимірювання артеріального тиску вимагає системного підходу, що включає обрання якісних матеріалів, ретельний дизайн і тестування, відповідність регулятивним стандартам і постійне вдосконалення технологій.

Література

1. Müller, H., & Schmidt, C. (2020). Advanced Materials in Precision Engineering. Journal of Precision Mechanics.
2. Jansen, P., & van der Meer, T. (2019). Optimization Techniques in the Design of Precision Systems. European Journal of Mechanical Design.
3. Rossi, G., & Bianchi, L. (2018). Innovations in Control Systems for Precision Instruments. International Journal of Control Systems and Robotics.

УДК 621.855

Т.С. Дубиняк, к.т.н.; Н.Є. Юрик к.е.н.; Ю.І. Наконечний, ст.викл.; Ю.І. Юрик
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ПРИСТРОЮ, ЩО ПРИЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВІДХИЛЕНЬ ФОРМИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

T.S. Dubyniak Ph.D, Assoc. Prof., N.Ie. Yuryk Ph.D, Assoc. Prof., Yu.I. Nakonechnyi, Yu.I. Yuryk

MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF THE DEVICE INTENDED FOR MEASURING DEVIATIONS IN THE FORM OF CYLINDRICAL SURFACES

Пристрій призначений для вимірювання відхилень форми циліндричних поверхонь. У якості об'єкту дослідження вибрано мукомельні валки. Відхилення форми циліндричних поверхонь стандартизовані згідно з ДСТУ 2.308:2013. Відхилення форми поділяються на елементарні і комплексні.

Елементарні відхилення форми характеризуються відхиленням в поперечному і повздовжньому перерізах циліндричних деталей і зводяться до наступних елементарних фігур: еліпса, правильного багатокутника, конусоподібності, бочкоподібності, сідлоподібності.

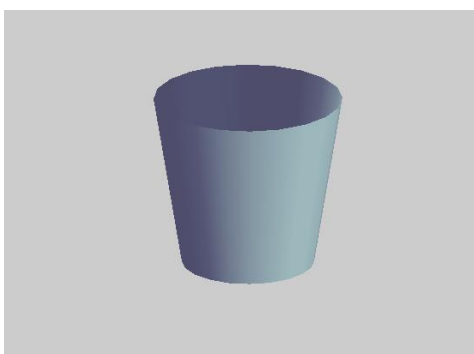


Рисунок 1. Конусоподібність

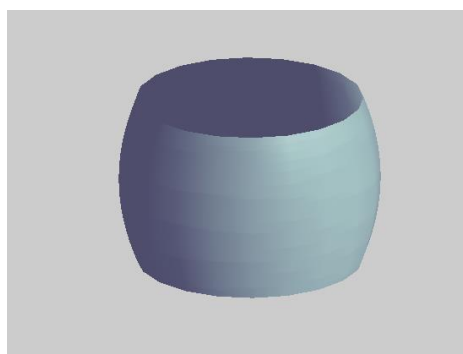


Рисунок 2. Бочкоподібність

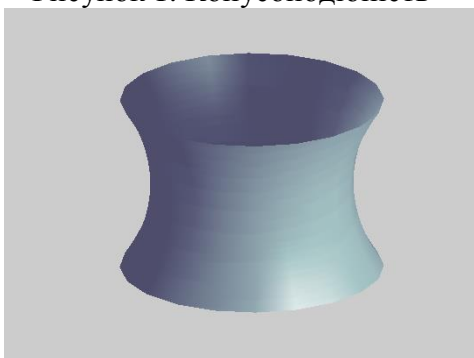


Рисунок 3. Сідлоподібність

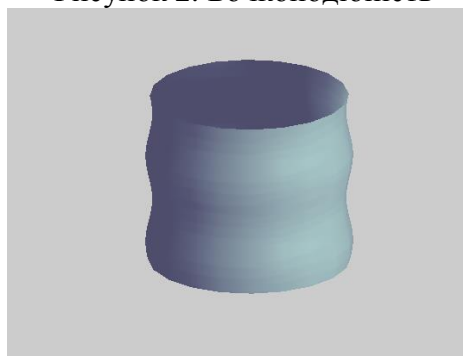


Рисунок 4. Відхилення профілю
повздовжнього перерізу

Коефіцієнт конусоподібності (рис.1) визначається як половина суми найбільшого і найменшого діаметрів, виміряних у двох перерізах по краях деталі або на заданій довжині.

$$K = \frac{D+d}{2} \quad (1)$$

Коефіцієнт бочкоподібності (рис.2) визначається як половина різниці між найбільшим і найменшим діаметрами, виміряними по краях і у середині або на заданій довжині.

$$K = \frac{D-d}{2} \quad (2)$$

Коефіцієнт сідлоподібності як і бочкоподібності визначається як половина різниці між найбільшим і найменшим діаметрами, виміряними по краях і у середині або на заданій довжині.

$$K = \frac{(D_1 - d) + (D_2 - d)}{2} \quad (3)$$

В основу методу покладено ідентичність форм рівнянь і однозначність співвідношення між змінними в рівняннях оригіналу і моделі, тобто їхню аналогію. Математичні моделі досліджуються, як правило, з допомогою аналогових машин, цифрових обчислюваних машин, комп'ютерів.

У нашій моделі проаналізовані дані вимірювання, отримані давачем індуктивності з мукомольних валків і порівняно їх з ідеальним профілем.

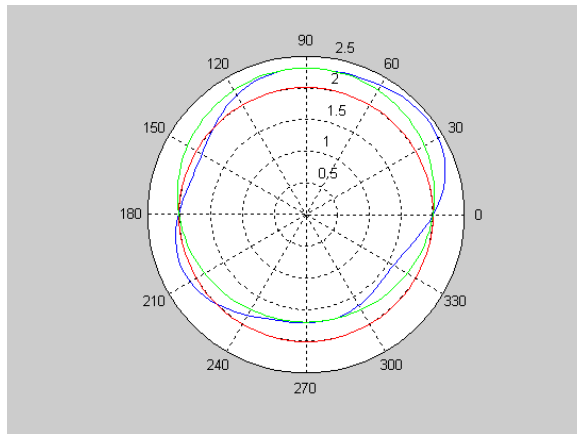


Рисунок 5. Відхилення від ідеальної форми

На рис. 5 зображено основні лінії, які в комплексі формують реальний профіль :

- червоною лінією виділено ідеальний профіль;
- зеленою лінією зображено зміщення в результаті не точного центрування;
- синьою лінією - зміщення в результаті відхилення форми.

Висновок. Застосовуючи продемонстрований підхід до аналізу поперечного профілю циліндричного зразка на різних його участках за отриманими даними на основі вище приведених формул (1,2,3) можемо знайти коефіцієнти конусоподібності, сідлоподібності, бочкоподібності і ін. дефектів форми.

Література

1. Дудніков А. А. Основи стандартизації, допуски, посадки і технічні вимірювання: Підручник - К.: Центр навчальної літератури, 2006.- 352с. ISBN 966-364-303-X
2. Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / М. Яворська, Т. Дубиняк, В. Невожай, М. Пошивак // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. - Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. - С. 142-144. - (Нові та сучасні матеріали та технології).

УДК 621.855

Т.С.Дубиняк, к.т.н., доцент; В.А.Невожай; В.О. Гесюк; Я.Я. Коляса
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНФОРМАЦІЙНО ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПРИСТРОЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛІЗАТОРА ЗАПАЛЮВАННЯ

T.S. Dubynyak Ph.D, V.A. Nevozhai; V.O. Hesiuk; Y.Y. Koliasa

INFORMATION MEASUREMENT SYSTEM OF THE ULTRASONIC IGNITION SIGNAL DEVICE

Основна мета розробки ультразвукового сигналізатора - забезпечення більш швидкого та точного виявлення загоряння, ніж це можливо з традиційними методами, такими як димові детектори. Це може зменшити ризики і пошкодження, спричинені пожежею, і підвищити загальну безпеку.

Ультразвукові сигналізатори працюють на основі генерації і прийому звукових хвиль частотою вище 20 кГц, які зазвичай невидимі для людського вуха. Основний принцип полягає в тому, що під час пожежі змінюється структура повітря, що впливає на поширення ультразвукових хвиль:

- температура, підвищення температури змінює швидкість проходження звукових хвиль через середовище.
- конвекційні потоки, полум'я формує турбулентні потоки, здатні змінити напрямок і інтенсивність ультразвукових хвиль.

Ультразвукові сигналізатори повинні бути достатньо компактними, щоб їх було легко встановити у будь-якому приміщенні, без шкоди для продуктивності. Модульний дизайн полегшує обслуговування та можливість оновлення компонентів. Впровадження програмних рішень для прогнозування необхідності обслуговування може значно знизити ризик несправностей, шляхом вчасного виявлення проблем в системі та планування технічного обслуговування або заміни компонентів. Це збільшує довговічність і загальну ефективність роботи сигналізаторів.

Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів. Для розрахунку стабілізаторів напруги на інтегральних мікросхемах ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{СТ\text{ вих ном}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{СТ\text{ вих min}}$, $U_{СТ\text{ вих max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{Нmin}$, $I_{Нmax}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{НСТU}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{П}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{СТU}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{СТ\text{ вих}}$; температурний коефіцієнт γ .

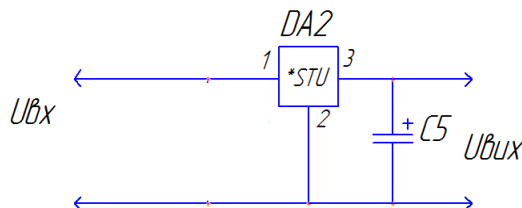


Рисунок 1. Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{СТВИХ}}$, $I_{\text{СТВИХmax}}$, $K_{\text{СТУ}}$, γ , $R_{\text{СТВИХ}}$ із таблицею 3.1. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів.

При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{\text{ІМСВИХ}} \geq U_{\text{СТВИХ}} ; I_{\text{ІМСВИХmax}} \geq I_{\text{Нmax}} ; K_{\text{ІМССТУ}} \geq K_{\text{СТУ}} .$$

У даному пристрої може виникнути несправність. Причин для виникнення може бути досить багато, але для визначення несправності ми скористаємося алгоритмом пошуку, який зображений на рисунку 1. В даному пристрої може не бути сигналу на виході.

Пошук несправності ми почнемо з перевірки напруги на виході. Спочатку перевіряємо запобіжник С3 за допомогою вольтметра, якщо на ньому сигнал відсутній то потрібно замінити на робочі, а якщо сигнал присутній то перевіряємо конденсатор С4. Якщо на конденсаторі сигналу немає то він не робочий і його потрібно замінити, а якщо сигнал присутній, то переходимо до перевірки стабілізатора напруги НЛ1. Якщо на ньому напруги немає то він не робочий і його потрібно замінити, а якщо напруга присутня, то переходимо до перевірки. Якщо на виході даного мікросхеми немає напруги то потрібно її замінити

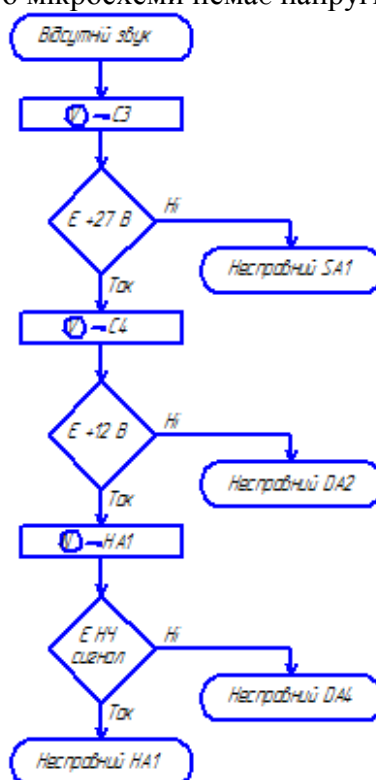


Рисунок 2. Алгоритм пошуку несправності

Висновки: застосування систем збору зворотного зв'язку від користувачів дозволяє налаштовувати та удосконалювати функціонал сигналізаторів на основі реальних умов експлуатації і відгуків користувачів, підвищуючи якість та надійність продукту.

Література

1. Müller, H., & Schmidt, C. (2020). Ultrasonic sensors for fire detection: A survey of recent developments and applications. Journal of Fire Safety Engineering.
2. Novikova, E. (2019). Integration of ultrasonic fire alarms in modern security systems. European Journal of Engineering and Security.

СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

УДК 539.42, 004.032.26,

А. Г. Микитишин, канд. техн. наук, доцент, І. С. Дідич, доктор філософії, Р. І. Яцишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

A. H. Mykytyshyn., Ph.D., Assoc. Prof., I. S. Didych, Ph.D., R. I. Yatsyshyn

APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR DATA CLASSIFICATION IN COMPUTERIZED CONTROL SYSTEMS

Сучасні комп'ютеризовані системи керування технологічними процесами виконують критичні функції у промисловості, зокрема моніторинг, контроль і оптимізацію роботи обладнання. Зокрема, збільшення обсягів даних від сенсорів та інших пристроїв створює необхідність в інтелектуальній обробці та класифікації цих даних. Тому методи машинного навчання (ML), а саме, нейронні мережі, випадкові ліси, підсилені дерева, метод опорно-векторних машин та k -найближчих сусідів є перспективним інструментом для класифікації вхідних даних, виявлення аномалій і покращення автоматизованих рішень у таких системах [1].

Відомо, що методи машинного навчання дозволяють комп'ютерам аналізувати дані, виявляти закономірності та приймати рішення без явного програмування для кожного завдання. Ці методи дозволяють обробляти великі обсяги інформації, адаптуватися до змін умов і покращувати свої результати з часом [2].

Важливими етапами для класифікації даних є збір і обробка даних, побудова моделей та інтеграція їх в систему. На першому етапі, дані надходять із сенсорів і систем моніторингу, зокрема, важливою є попередня обробка даних, тобто, нормалізація, усунення шуму, обробка пропущених значень. Тоді як побудова моделей складається з вибору методу класифікації, котрий залежить від особливостей даних та вимог системи, а також навчання моделей на даних для забезпечення точності прогнозів. Далі виявлення аномалій чи класифікація подій ініціює дії системи (наприклад, аварійне вимкнення).

Нейронні мережі (НМ) є потужним методом для роботи зі складними залежностями. Це моделі, котрі складаються з шарів штучних нейронів, та обробляють дані, виявляючи приховані залежності [3]. Зокрема, застосування багат шарових НМ дозволяє класифікувати навіть великі та нелінійно розділені дані (рис.1).

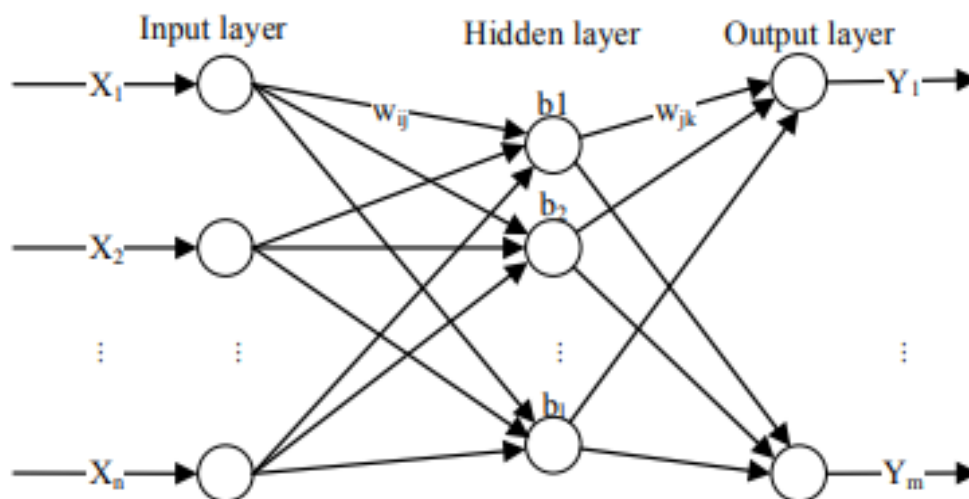


Рисунок 1. Архітектура трьохшарової НМ з прихованим та вихідним шаром нейронів [4]

Ефективним методом для обробки багатовимірних і багатофакторних даних є алгоритм випадкових лісів. Це ансамблевий метод, що створює безліч дерев рішень і об'єднує їхні результати. Зокрема, кожне дерево аналізує випадкову підмножину даних. Важливим є те, що моделі стійкі до шуму та перенавчання. Тоді як метод підсилених дерев послідовно будує дерева, кожне з яких виправляє помилки попереднього та дозволяє отримати високу точність класифікації.

Метод опорно-векторних машин застосовують для класифікації даних із чіткими межами між класами. Зокрема, алгоритм k -найближчих сусідів є простим і зрозумілим методом для класифікації нових даних за схожістю до навчальної вибірки та класифікує нову точку за класами найближчих до неї сусідів [5].

Перевагами застосування методів машинного навчання є швидка обробка даних у реальному часі, покращення точності контролю, зокрема, зменшення помилок у класифікації, підвищення ефективності виробничих процесів, тобто, автоматизовані рішення замість ручного аналізу та зниження витрат на обслуговування, а саме, раннє виявлення несправностей та їх запобігання.

Відомо, що у випадку роботи з матеріалами, які зазнають циклічних навантажень, особливо важливо проводити класифікацію даних, пов'язаних із втомним руйнуванням. Втомне руйнування - це поступове пошкодження матеріалів під дією повторюваних навантажень, що може призводити до катастрофічних наслідків у конструкціях. Для розв'язування таких задач, скористувались експериментальними даними для алюмінієвого сплаву Д16Т [6]. Як свідчать результати, наведені у працях [2, 7], методи машинного навчання дозволяють з високою точністю прогнозувати дані.

Методи машинного навчання, такі як нейронні мережі, випадкові ліси, підсилені дерева, опорно-векторні машини та метод k -найближчих сусідів, дозволяють ефективно вирішувати задачі класифікації даних у комп'ютеризованих системах керування технологічними процесами. Застосування цих методів сприяє підвищенню продуктивності, безпеки та надійності роботи систем у сучасній промисловості.

Література

1. Deng, F., He, Y., Zhou, S., Yu, Y., Cheng, H., Wu X., 2018 “Compressive strength prediction of recycled concrete based on deep learning,” *Constr. Build. Mater.*, 175, pp. 562-569.
2. Yasniy, O., Mytnyk, M., Maruschak, P., Mykytyshyn, A., & Didych, I., 2024 “Machine learning methods as applied to modelling thermal conductivity of epoxy-based composites with different fillers for aircraft,” *Aviation*, 28(2), pp. 64-71.
3. Haykin, S., 2009 “Neural Networks and Learning Machines”, Third Edition, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, 938 p.
4. A Comparison Study of Machine Learning Based Algorithms for Fatigue Crack Growth Calculation / H. Wang, W. Zhang, F. Sun, and W. Zhang // *Materials*. – 2017. – 10, №5. – P. 543.
5. Smola, A., & Vishwanathan, S. V. N., 2010. *Introduction to Machine Learning*. Cambridge University Press.
6. Ясній П. Вплив асиметрії циклу навантаження на характеристики циклічної тріщиностійкості алюмінієвого сплаву Д16Т / П. Ясній, Ю. Пиндус, В. Фостик // *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. – 2007 – Т.12, №1. – С.7–12.
7. Didych, I., Yasniy, O., Pasternak, I., Sobashek, L., 2022. Modelling of AL-6061 aluminum alloy deformation diagrams by machine learning methods. *Procedia Structural Integrity* 42, 1344-1349.

УДК 539.42, 004.032.26,

І. С. Дідич, доктор філософії, А. Г. Микитишин, канд. техн. наук, доцент, Р. З.

Золотий, канд. техн. наук, доцент, П. А. Ясіновський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ІНТЕГРАЦІЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

I. S. Didych, Ph.D., A. H. Mykytyshyn., Ph.D., Assoc. Prof., R. Z. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof., P. A. Yasinovskyi

INTEGRATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR OPTIMIZING AUTOMATED CONTROL PROCESSES

Автоматизація промислових систем є важливим елементом сучасного виробництва, що дозволяє забезпечити підвищення ефективності, точності та стабільності процесів. Промислові системи охоплюють широкий спектр галузей, зокрема, машинобудування, авіацію, енергетику, будівництво. Інтеграція алгоритмів машинного навчання у ці системи відкриває нові можливості для аналізу великих обсягів даних, прогнозування стану обладнання та прийняття рішень у реальному часі. Тому застосування методів машинного навчання, зокрема, нейронних мереж, випадкових лісів, підсилених дерев, опорно-векторних машин та k -найближчих сусідів, є важливим для прогнозування залишкового ресурсу матеріалів та оцінки їх довговічності [1-2].

Нейронна мережа (НМ) - це обчислювальна модель, котра імітує роботу мозку людини, зокрема, процеси навчання та обробки інформації. НМ складається із штучних нейронів, організованих у шари, які працюють разом для виконання різноманітних задач, таких як розпізнавання образів, класифікація, прогнозування та інші [3]. Зокрема, кожен нейрон виконує просту математичну операцію, тобто, отримує вхідні дані, обробляє їх, застосовує функцію активації та передає результат далі. Модель штучного нейрона показано на рис. 1.



Рисунок 1. Модель штучного нейрона [3]

Основні типи функцій активації зображено на рис. 2.

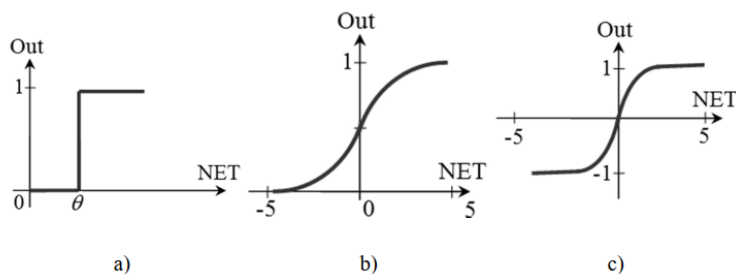


Рисунок 2. Функції активації нейронів (а) порогова, (б) сигмоїдна, (в) гіперболічний тангенс [3]

Відомо, що перевагами НМ є здатність автоматично знаходити складні залежності в даних без необхідності вказувати чіткі правила. Зокрема, НМ навчаються на великих обсягах даних, що підвищує точність і універсальність.

Алгоритм випадкових лісів є ансамблевим методом машинного навчання, котрий комбінує багато рішень різних дерев рішень для покращення точності прогнозування. Зокрема, алгоритм генерує безліч дерев рішень, кожне з яких навчається на випадковій підмножині даних. Кожне дерево використовує підмножину ознак, вибраних випадково. Тоді як в методі підсилених дерев моделі створюються послідовно, і кожна нова модель намагається виправити помилки попередньої. Тому, перша модель, тобто, дерево рішень, створюється для прогнозування цільових значень, а наступні моделі для корекції помилок попередніх шляхом прогнозування залишкових значень. Загалом, алгоритм усереднює результати їх передбачень.

Основна ідея методу опорно-векторних машин полягає в пошуку оптимальної гіперплощини, яка розділяє дані на класи з максимально можливою відстанню між ними. Завдяки правильному вибору параметрів методу вдається досягти високої точності прогнозування. Метод k -найближчих сусідів є простим, але ефективним підходом машинного навчання, який класифікує нову точку даних на основі класів її найближчих сусідів у просторі ознак [4].

Втомне руйнування є поступовим пошкодженням матеріалів під впливом циклічного навантаження. Для розв'язування задач механіки, зокрема, прогнозування діаграм втомного руйнування для оцінки залишкового ресурсу, скористались експериментальними даними для алюмінієвого сплаву Д16Т [5]. Результати, зазначені у працях [2,6] показують, що методами машинного навчання можна достатньо точно оцінювати поведінку втомної тріщини. Загалом, отримані результати добре узгоджуються з експериментальними даними.

Інтеграція алгоритмів машинного навчання в автоматизовані системи керування дозволяє забезпечити ефективне використання промислових ресурсів і мінімізувати людський фактор. Застосування різних методів (нейронних мереж, випадкових лісів, підсилених дерев, опорно-векторних машин і k -найближчих сусідів) створює можливості для точного керування процесами, що відповідає потребам сучасної промисловості.

Література

1. Mohanty, J. R., Verma, B. B., Parhi, D. R. K., Ray, D. R., 2009 “Application of artificial neural network for predicting fatigue crack propagation life of aluminum alloys,” Archives of Computational Mat. Sci. and Sur. Eng., 1(3), pp. 133-138.
2. O. Yasniy, I. Didych, Yu. Lapusta: Prediction of fatigue crack growth diagrams by methods of machine learning under constant amplitude loading, Acta Metallurgica Slovaca, 26(1), 2020, 31 –33.
3. Haykin, S., 2009 “Neural Networks and Learning Machines”, Third Edition, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, 938 p.
4. Smola, A., & Vishwanathan, S. V. N., 2010. Introduction to Machine Learning. Cambridge University Press.
5. Ясній П. Вплив асиметрії циклу навантаження на характеристики циклічної тріщиностійкості алюмінієвого сплаву Д16Т / П. Ясній, Ю. Пиндус, В. Фостик // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2007 – Т.12, №1. – С.7–12.
6. Yasniy, O., Mytnyk, M., Maruschak, P., Myktyshyn, A., & Didych, I., 2024 “Machine learning methods as applied to modelling thermal conductivity of epoxy-based composites with different fillers for aircraft,” Aviation, 28(2), pp. 64-71.

УДК 624.012.45

В.Б. Ігнат'єва, к.т.н.; В.О. Паньків; В.М Тимкович; С.В. Синюк; Ю.В. Сокотов.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВЕЛИКОПРОЛІТНІ АРОЧНІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ

V.B. Ihnatieva, Ph.D.; V.O. Pankiv; V.M. Timkovich; S.V. Sinyuk; Yu.V. Sokotov.
LARGE SPAN ARCHED ROOF STRUCTURES

Існує три типи конфігурацій аркових елементів: безшарнірні, 3-х шарнірні та 2-х шарнірні. Найбільшого застосування набули 2-х шарнірні арки: вони мають високу стійкість до напружень, що виникають унаслідок перепадів температур, допускають роботу в умовах нерівномірних осідань опор без втрати несучої здатності.

У цьому варіанті конструктивної схеми як основну несучу конструкцію розглядають 2-х шарнірну арку циркульного обрису.

Під час вибору конструкції покриття необхідно звертати на ряд факторів, зокрема:
органічності єдності конструкції та архітектурної форми;
виразного архітектурного рішення внутрішнього простору та споруди в цілому;
суттєвого зменшення маси покриття, що підвищує ефективність роботи конструкції під дією корисних навантажень;

завдяки багаторазовій повторюваності уніфікованих елементів і вузлових деталей, забезпечення можливості потокового виготовлення їх на заводах.

Покриття виконане із лінзоподібних ферм (Рис.1.), які шарнірно з'єднані з вузлами головних арок. Просторова жорсткість такої системи забезпечується за рахунок введення зв'язкових блоків і поздовжніх розпірок.

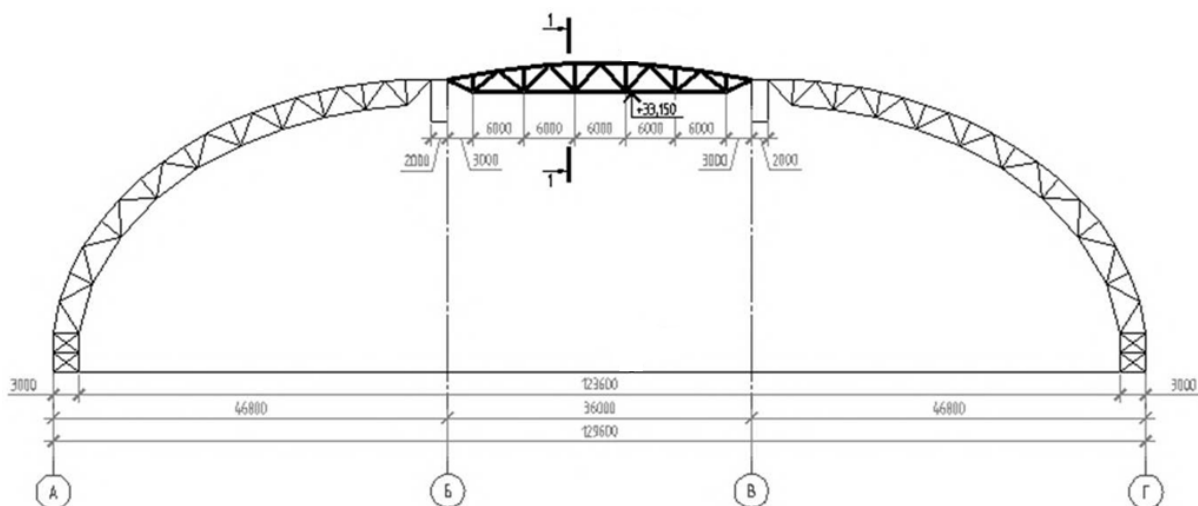


Рисунок 1. – Лінзоподібна ферма

Переріз лінзоподібної ферми є гратчастим: пояси, стійки та розкоси виконані з профільних труб квадратного перерізу. Висота перерізу ферми збільшується від 1500 мм біля опор до 3500 мм у центрі прольоту. По верхніх поясах ферм укладаються прогоны з кроком 3 м, до яких кріпиться настил.

Переваги цього варіанта покриття:

- простота вузлів;
- висока несуча здатність;
- зручність монтажу;
- невеликий прогин конструкції;
- порівняно мала вага конструкції.

Недоліки:

- погана інтеграція в архітектурний вигляд стадіону;
- збільшення висоти перерізу;
- трудомісткість виготовлення.

Покриття, що складається з ферм із паралельними поясами ферм (Рис.2.), які шарнірно з'єднані з вузлами головних арок. Просторова жорсткість цієї системи забезпечується введенням зв'язкових блоків і поздовжніх розпірок.

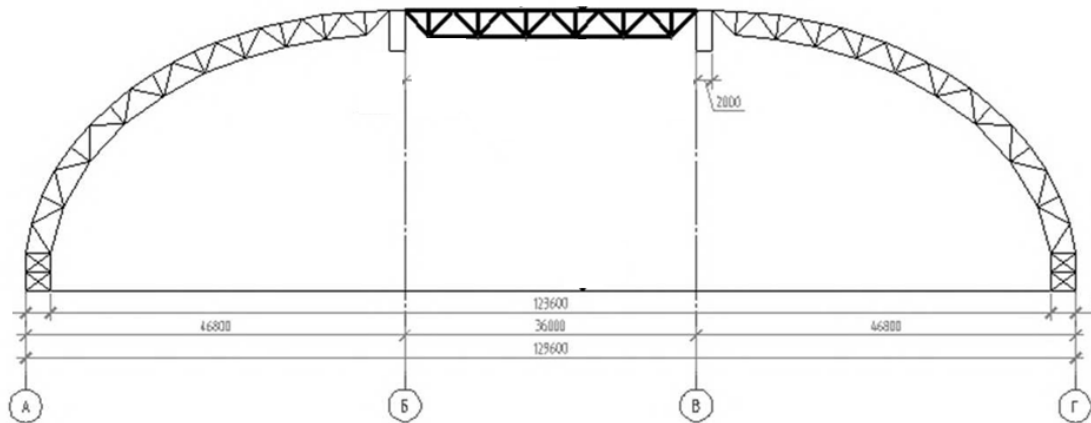


Рисунок 2. – Ферма з паралельними поясами

Переріз ферми є гратчастим: пояси, стійки та розкоси виконані з профільних труб квадратного перерізу. Висота перерізу ферми становить 3150 мм. По верхніх поясах ферм укладаються прогони з кроком 3 м, до яких кріпиться настил.

Переваги цього варіанта покриття:

- простота вузлів;
- зручність монтажу;
- невелика вага конструкції;
- простота виготовлення;
- знижений витрата металу порівняно з іншими варіантами.

Недоліки:

- збільшений прогин конструкції;
- менша жорсткість конструкції у порівнянні з іншими варіантами.

Література

1. Мухайло, Нуд. "Analysis of the influence of horizontal ties on the buckling of the bottom of a floating pool." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 617-621.
2. Ковальчук, Ярослав Олександрович, Наталя Ярославівна Шингера, and Ярослав Леонідович Швед. "Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі." *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“* (2023): 261-262.

УДК 624.012.45

Г.М. Крамар, к.т.н.; М.І. Гудь, к.т.н.; Н.А. Яржемський.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОБОТА ПРОСТОРОВОЇ КОНСОЛЬНОЇ ФЕРМИ

Н.М. Kramar, PhD; M.I. Hud, PhD; N.A. Yarzhemsky.

SPATIAL CANTILEVER TRUSS OPERATION

На даному етапі необхідно порівняти кілька варіантів основної несучої конструкції будівлі (в даному випадку - ферми консолі), зробити спрощений розрахунок, і за результатами розрахунку, економічного обґрунтування та низки непрямих ознак зробити вибір найоптимальнішого варіанту.

У рамках кваліфікаційної роботи необхідно визначити жорсткість консольної ферми. У першому варіанті розглядається влаштування несучих конструкцій консолі у вигляді ферми з трикутними V-подібними ґратами і підкосом.

У другому варіанті розглядається влаштування несучих конструкцій консолі у вигляді ферми з трикутними Л-подібними ґратами і підкосом.

У третьому варіанті розглядається влаштування несучих конструкцій консолі у вигляді ферми з трикутною Л-подібною решіткою без підкосу.

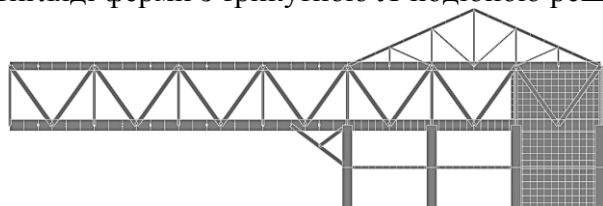


Рисунок 1. - Геометрична схема варіанту №1

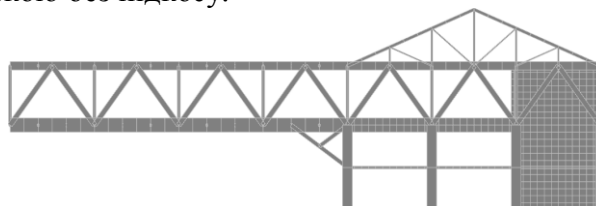


Рисунок 2. - Геометрична схема варіанту №2.

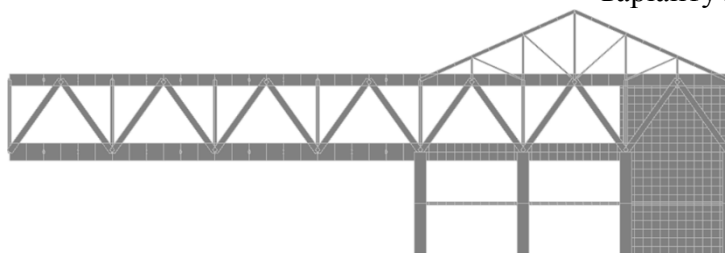


Рисунок 3 - Геометрична схема варіанту №3

Вертикальні переміщення каркаса варіанта 3 є найменшими, але при цьому відрізняються від перших двох варіантів незначно. За трудомісткістю і трудовитратами найоптимальнішим є варіант 1.

Аналізуючи підібрані перерізи елементів у ПК SCAD, для подальшого проєктування приймаємо варіант 1 - влаштування опорних конструкцій консолі у вигляді ферми з трикутними V-подібними ґратами і підкосом.

Література

1. Mykhailo, Hud. "Analysis of the influence of horizontal ties on the buckling of the bottom of a floating pool." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 617-621.
2. Ковальчук, Ярослав Олексійович, Наталя Ярославівна Шингера, and Ярослав Леонідович Швед. "Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі." *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“* (2023): 261-262.

УДК 624.012.45

Г.М. Крамар, к.т.н.; Р.Я. Василик; К.В. Клименко.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОСТОРОВІ ВЕЛИКОПРОЛІТНІ ПОКРИТТЯ

Н.М. Kramar, PhD; R.Y. Vasilyk; K.V. Klimenko.

LARGE SPAN SPATIAL ROOFS

Просторові великопролітні покриття є важливим елементом сучасного будівництва, що дозволяє реалізувати інженерні рішення для об'єктів з великими прольотами при мінімальних витратах на матеріали та час. Ці конструкції використовуються в різних галузях, таких як промислове будівництво, спорткомплекси, аеропорти та інші об'єкти, де необхідна велика площа без внутрішніх опор. Завдяки своїм унікальним властивостям, таким як легкість, жорсткість і здатність витримувати великі навантаження, просторові покриття знаходять все більше застосування у світовій архітектурі та будівництві. Метою цієї роботи є дослідження основних типів просторових покриттів.

Лінзоподібна ферма покриття складається з двох несучих поясів, які мають вигин у формі квадратної параболи. Ригелем поперечної рами є двоконсольна наскрізна ферма. Просторова жорсткість поперечних рам забезпечується системою вертикальних і горизонтальних зв'язків та прогонів, горизонтальних по верхнім поясам ферм. Цей варіант ускладнений в середині ферми, по верхньому поясу, але завдяки цьому зменшена матеріаломісткість і вага конструкції.

Переваги: висока жорсткість; висока економічність, мала металомісткість; мала вага. Недоліки: трудомісткий монтаж; складна статична схема.

Арки являють собою розпірну конструкцію криволінійного обрису. А поділяють на тришарнірні, двошарнірні та безшарнірні. Найпоширенішими є двошарнірні арки: вони досить прості у виготовленні та монтажі, нечутливі до нерівномірних вертикальних зсувів опор, а також до температурних деформацій. За конструктивною схемою поділяють суцільні арки (прольоти до 60 м), а також наскрізні (гратчасті), застосування яких доцільно при прольотах понад 60 м.

Вантові великопролітні покриття є сучасними конструкціями, що використовують систему вантів для підтримки покриття, що дозволяє створювати великі прольоти без потреби в численних вертикальних опорах. Ванти, натягнуті між основними точками підтримки (колонами або опорними конструкціями), забезпечують рівномірний розподіл навантажень, що дозволяє значно зменшити матеріаломісткість та вагу конструкції. Такий тип покриттів часто застосовується в будівництві спортивних арен, виставкових центрів, аеропортів та інших об'єктів з великими прольотами. Перевагою вантових покриттів є їх здатність витримувати великі навантаження при відносно невеликій масі, що забезпечує економічність і ефективність таких конструкцій. Водночас, вантові системи потребують точного розрахунку та спеціальних технологій монтажу, оскільки натяг вантів вимагає високої точності і стабільності.

Література

1. Mykhailo, Hud. "Analysis of the influence of horizontal ties on the buckling of the bottom of a floating pool." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 617-621.
2. Ковальчук, Ярослав Олександрович, Наталія Ярославівна Шингера, and Ярослав Леонідович Швед. "Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі." *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“* (2023): 261-262.

УДК 624.012.45

Д.Я. Баран, к.т.н.; І.В. Габрик; С.В. Криницький; Г.Р. Гаврищак.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КАРКАСІВ ГРОМАДСЬКИХ СПОРУД

D.Y. Baran, Ph.D.; I.V. Gabryk; S.V. Krynytskyi; G.R. Havryshchak.
CONSTRUCTIONAL SOLUTIONS FOR SPATIAL FRAMEWORKS OF PUBLIC BUILDINGS

Одним із найпоширенішими матеріалами для просторових каркасів громадських будівель є: монолітний залізобетонний каркас та металевий каркас.

Переваги монолітного залізобетону: високий рівень міцності, довговічності та вогнестійкості, забезпечення рівномірного розподілу навантажень між елементами каркасної системи, можливість реалізації складних і унікальних архітектурних форм, стійкість до корозійних та окислювальних процесів, відносно низька вартість зведення будівель із монолітного залізобетонного каркаса порівняно зі спорудами, що використовують металеві конструкції [1].

Недоліки монолітного залізобетону: висока тепло- і звукопровідність матеріалу, значна тривалість будівельного процесу внаслідок необхідності застосування опалубки, підігріву бетону під час низьких температур, а також витримки матеріалу для набору міцності, велика маса залізобетонних конструкцій, що збільшує навантаження на фундамент.

Переваги металевих каркасів: простота виконання посилення та реконструкції сталевих конструкцій, низька залежність від погодних умов завдяки відсутності "мокрих" процесів, що сприяє скороченню термінів будівництва, легкість монтажу завдяки використанню готових елементів, виготовлених у заводських умовах із високою точністю, поєднання невеликої маси та високої надійності металевих конструкцій [2].

Недоліки металевих каркасів: низька корозійна стійкість за умов недостатнього захисту від вологості або агресивного газового середовища, недостатня вогнестійкість, що призводить до втрати несучої здатності конструкцій при впливі високих температур, відносно висока вартість у порівнянні з іншими видами каркасів.

Для влаштування металевих каркасів застосовуються просторові ферми прямолінійної та криволінійної форми. Стабільність конструкції забезпечується елементами решітки та зв'язків. Розрізняють три типи решітки для прямолінійних ділянок споруди це розкісна, трикутна та хрестова., оскільки вони сприймають найбільші навантаження, і зробити висновки щодо доцільності їх застосування в даній конструкції [3].

Література

1. Hud, Mykhailo, Viktoriia Ihnatieva, and Denys Baran. "Influence of mass distribution on natural vibrations of a reinforced concrete building frame." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 692-696.
2. Mykhailo, Hud. "Analysis of the influence of horizontal ties on the buckling of the bottom of a floating pool." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 617-621.
3. Ковальчук, Ярослав Олексійович, Наталя Ярославівна Шингера, and Ярослав Леонідович Швед. "Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі." *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“* (2023): 261-262.

УДК 624.012.45

Л.Г. Бодрова, к.т.н.; О.В. Поліщук; Ю.Ю. Данилевич.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ВЕЛИКОПОРЛІТНИХ КОНСОЛЕЙ

L. H. Bodrova, Ph.D.; O.V. Polishchuk; Y.Y. Danilevych.

CONSTRUCTIONAL SOLUTIONS FOR LARGE-SCALE CANTILEVER SYSTEMS

На сьогодні консолі часто зустрічаються в архітектурі будівель. Проте повністю консольні будівлі є надзвичайно рідкісними, оскільки їх проектування зазвичай є складним завданням, що вимагає участі професійних інженерів та конструкторів.

Так, одним із прикладів є будівля штаб-квартири компанії GasNatural у Барселоні, зведена у 2005 році. Вона має надзвичайно складну форму, а також свою ключову особливість – 40-метрову консоль заввишки у п'ять поверхів (рис.1.). Несуча конструкція консолі виконана з металевих головних і вторинних балок таврового перерізу із застосуванням сталезалізобетону.

Штаб-квартира компанії Statoil, створена за проектом архітектурного бюро A-lab в Осло, виконана із залізобетону. Вона складається з п'яти трьохповерхових ортогональних модулів довжиною 140 м і шириною 23 м. Між собою модулі з'єднані ліфтами, сходами та центральним атриумом, створеним за допомогою криволінійних повністю зашкленених стін.

Самі консолі є сталевими каркасами виробництва компанії «Ruukki», виконаними у формі прямокутних ферм із паралельними поясами заввишки у три поверхи. Конструкція включає додаткові горизонтальні елементи, на які спираються балки таврового перерізу з перфорованими стінками. На балки укладаються залізобетонні плити перекриття. Маса одного елемента каркаса може досягати 100 тонн.



Рисунок 1. – Штаб-квартира компанії GasNatural у Барселоні, Іспанія

В одному із можливих варіантів розглядається конструктивне рішення несучих елементів у металевому виконанні: колони виконані з двотаврів типу К, головні балки — з

двотаврів типу Ш, другорядні балки з кроком 2 м — теж з двотаврів типу Ш, залізобетонне перекриття на профільованому настилі завтовшки 150 -200мм [1].

У другому варіанті несучі конструкції виконані у залізобетонному виконанні: колони перерізом 400×400 мм і діаметром 700 мм, головні балки вздовж цифрових осей з перерізом 600×300 мм, монолітне залізобетонне перекриття завтовшки 200 мм. Використано бетон класу С30/35. Перекриття може бути виконане в наступних варіантах:

- монолітне залізобетонне перекриття на монолітних балках;
- монолітне безбалочне перекриття.

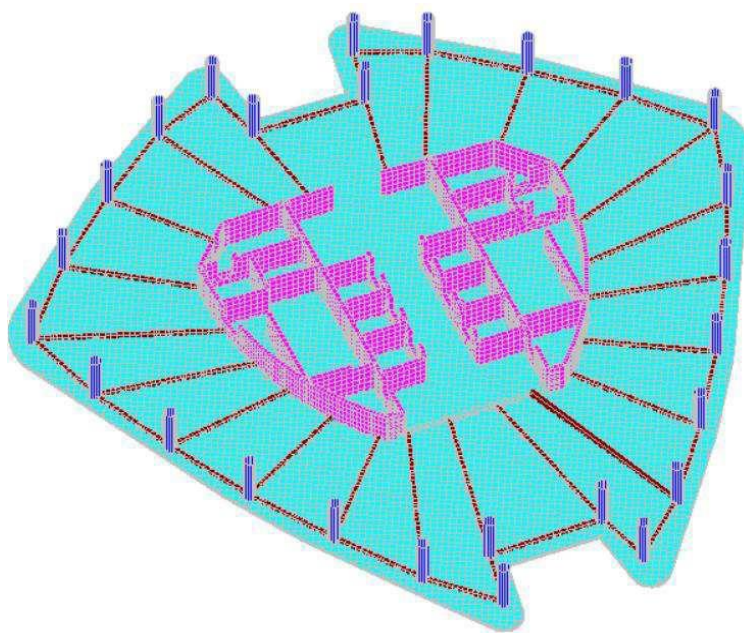


Рисунок 2 – Розрахункова схема плити перекриття на балках

Усі варіанти каркасів розраховувалися у програмному комплексі, що працює і застосуванням методу скінченних елементів на вплив основного сполучення навантажень, що включає власну вагу, снігове та вітрове навантаження, вагу огорожувальних конструкцій, підлоги та тимчасове корисне навантаження.

Незважаючи на те, що перший варіант, як правило дорожчий у виконанні, металевий каркас має низку переваг, серед яких[2]:

- висока швидкість виконання робіт. Це пов'язано з тим, що елементи виготовляють безпосередньо на заводі, а на будівельному майданчику їх лише монтують;
- повна відсутність "мокрих" процесів, завдяки чому кліматичні умови менше впливають на монтажні роботи;
- порівняно менше навантаження на фундаменти завдяки меншій масі конструкцій.

Література

1. Сливка, І. М., and Михайло Іванович Гудь. "Особливості роботи каркасних конструкцій громадських будівель." *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“* (2023): 72-72.
2. Конончук, О. П., Лешук, М. Р., Винницький, М. В., Лещишена, О. В., Бариш, С. В., & Антоняк, Я. В. (2023). Вивчення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів таврового профілю. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 20-20.

УДК 624.012.45

М.І. Гудь, к.т.н.; О.М. Юркевич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

БЕТОНИ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ

M.I. Hud, Ph.D.; O.M. Yurkevych

CONCRETE BASED ON EPOXY RESINS

Бетони на основі епоксидних смол є інноваційними матеріалами, які поєднують високу міцність, швидке твердіння та стійкість до агресивного середовища. Вони застосовуються у будівництві, виробництві машинобудівних компонентів та для спеціальних потреб (наприклад, антикорозійні покриття)[1].

Епоксидні смоли мають переваги у вигляді високої адгезії до наповнювачів, механічної міцності та довговічності порівняно з іншими типами полімерів. Склад бетону на основі епоксидних смол включає полімерний в'язучий компонент, заповнювачі (грубі та дрібні), мікрофілери та іноді армувальні волокна. Оптимальний вміст смоли варіюється в межах 10–20% від загальної ваги бетону, при цьому збільшення вмісту смоли спочатку покращує міцність, але після досягнення піку ефективність знижується. Використання мікрофілерів (кальцій карбонат, зола-уносу) дозволяє знизити пористість матеріалу, підвищити міцність та покращити оброблюваність. Додавання скляних, сталевих або полімерних волокон до 6% ваги підвищує міцність і жорсткість матеріалу[2].

Попередня обробка волокон силановими агентами значно покращує адгезію в матриці, що підвищує кінцеві властивості бетону. Сушіння заповнювачів до вмісту вологи не більше 0,5% сприяє підвищенню механічних властивостей. Оптимальні результати досягаються при семиденному твердінні за кімнатної температури, хоча підвищені температури прискорюють набір міцності.

До переваг таких бетонів слід віднести високу стійкість до агресивних середовищ та механічних навантажень. Швидкий набір міцності: 70–75% від максимальної через добу. Висока вартість епоксидних смол обмежує їх використання в масових будівельних проектах[3].

Використання епоксидного бетону відкриває нові можливості для створення конструкцій зі спеціальними характеристиками, включаючи машинобудівні елементи, будівельні матеріали для хімічної промисловості та інших областей. Епоксидний бетон демонструє суттєві переваги над традиційним цементним бетоном, особливо в умовах високих вимог до механічної міцності та довговічності.

Література

1. Bedi, Raman, Chandra, Rakesh, Singh, S. P., Mechanical Properties of Polymer Concrete, Journal of Composites, 2013, 948745, 12 pages, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/948745>
2. Hud, M., Meshcheryakova, O., Kachor, A., & Hud, V. (2023). DESIGN AND CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. Modern engineering and innovative technologies, (30-01), 98-104.
3. ГУДЬ, Михайло Іванович; ЛАНОВИК, М. Вплив хаотично розміщених сталевих волокон на властивості залізобетону. Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 2022, 151-152.

УДК 624.012.45

М.І. Гудь, к.т.н.; П.В. Гиря

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРБЕТОНІВ

M.I. Hud, Ph.D.; P.V. Giryа

POLYMER CONCRETE PROPERTIES

Полімербетон - це композиційний матеріал, де в'язуча речовина складається з полімеру замість традиційного цементу. Ця комбінація наділяє його унікальними характеристиками та універсальністю застосування. У його склад входять : смоли , наповнювачі , добавки, ініціатори. Смоли: епоксидні, поліефірні або вінілефірні смоли є звичайним вибором, який служить клеєм, що утримує матеріал разом. Наповнювачі: подібно до традиційного бетону, полімербетон також містить наповнювачі, такі як гравій, пісок. Ініціатори: при використанні певних смол ініціатори необхідні для початку хімічної реакції. Добавки : різні добавки можуть бути включені для регулювання часу схоплювання, підвищення міцності або надання додаткових властивостей [1].

На властивості полімерного бетону впливають кілька параметрів, таких як тип і вміст смоли та заповнювача, метод затвердіння, температура затвердіння, вологість, а особливо співвідношення смоли до заповнювача. Вплив різних заповнювачів (зола-вугільна та кремнієвий пил) на механічні властивості полімерного бетону досліджували Барбута та ін. , і вони дійшли висновку, що додавання цих заповнювачів покращує механічні властивості полімерного бетону [2].

Вплив кількості заповнювальних матеріалів на епоксидну полімерну бетонну матрицю було досліджено в роботі [3], визначено, що вищий вміст смоли може генерувати більше тепла в суміші, але це виробництво є незначним, коли вміст заповнювача перевищує 40%, оскільки заповнювальні матеріали можуть поглинати тепло. Об'єм пор в полімерній матриці збільшується з ростом навантаження заповнювача, і суміш стає непрацюючою, коли об'єм заповнювача перевищує 60%. Міцність на вигин епоксидного полімерного бетону знижується з 98 до 30 МПа, коли вміст заповнювача збільшується з 0 до 60%. Заповнювальні матеріали мають значний вплив на модуль вигину полімерної матриці. Модуль вигину збільшується з 1,65 до 4,83 ГПа при збільшенні вмісту заповнювача з 0 до 60%. Рекомендоване співвідношення складу полімерної матриці для покриття композитних залізничних шпал становить 60% смоли та 40% заповнювача через її розумну міцність, жорсткість та працездатність.

Таким чином, з цього дослідження зроблено такі висновки:

додавання золи-вугільної як заповнювача в полімерний бетон призводить до економічнішої суміші, а також підвищує динаміку з підвищенням вмісту смоли.

завдяки поєднанню відмінних механічних властивостей, низького водопоглинання, здатності витримувати екологічні умови, хімічні атаки та деградацію від заморожування та розморожування, полімерний бетон зі сумішшю піску, золи-вугільної та смоли є відмінним матеріалом для багатьох застосувань у структурній інженерії

Література

1. G.B.Ramesh. Review on performance of polymer concrete with resins and its applications. URL: <https://www.acadpubl.eu/hub/>.
2. Сайт. Polymer Concrete: Comprehensive Guide and Innovative Uses. URL: <https://polymer-process.com/polymer-concrete/>.
3. Wahid Ferdous. Design of epoxy resin based polymer concrete matrix for composite railway sleeper . Стаття C.137-142.
4. Hud, M., Grytseliak, R., & Meshcheryakova, O. (2024). Stress-strain state of reinforced concrete stiffening diaphragm in the presence of cross-reinforcement. *Procedia Structural Integrity*, 59, 697-701.

УДК 624.012.45

М.І. Гудь, к.т.н.; Р.А. Бойко; С.В. Кравчук.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПЕРЕКРИТТЯ ВИСОТНИХ ГРОМАДСЬКИХ СПОРУД

M.I. Hud, Ph.D.; R.A. Boyko; S.V. Kravchuk.

STRUCTURAL SOLUTIONS FOR THE SLAB OF HIGH-RISE PUBLIC BUILDINGS

Окрім міцності і надійності перекриття, важливим фактором є вартість такої конструкції. Одним із раціональних підходів є застосування сталезалізобетонних перекриттів. Сталезалізобетонні перекриття використовуються у висотному будівництві. Вони одночасно виконують несучі та огорожувальні функції, а їхня невелика конструктивна висота дозволяє зменшити загальну висоту будівлі.

Сталезалізобетонна плита – це конструкція, в якій монолітний залізобетон і профільований настил взаємодіють як єдине ціле. У процесі виготовлення плити профільовані листи виконують роль незнімної опалубки, а під час експлуатації слугують зовнішньою робочою арматурою разом із основним армуванням плити.

Спільна робота профільованих листів і бетону під час вигину плити забезпечується завдяки рифленням на стінках гофрів, а з'єднання з балками – за допомогою анкерів у вигляді стрижневих упорів (стад-болтів), які приварюються до балок і занурюються в бетон перекриття [1].

У другому варіанті профільовані листи прикріплюються до балок самонарізними гвинтами та виконують функцію незнімної опалубки для бетонування перекриття. У цьому випадку спільна робота плити й балок не передбачена.

Ще одним підходом є застосування виносних перекриттів. Варіанти розташування виносних перекриттів у будівлі[2]:

а) виносне перекриття виконано в середніх поверхах із профільних металевих труб зі стяжками у вертикальній площині між колонами;

б) варіант 2 – виносне перекриття виконано на крайніх верхніх поверхах профільних металевих труб зі з'єднаннями у вертикальній площині між колонами.

Сталезалізобетонні перекриття є ефективним рішенням у висотному будівництві, оскільки вони поєднують високу міцність, надійність і знижують загальну висоту будівлі завдяки компактній конструктивній висоті. Виносні перекриття є ще одним конструктивним рішенням, яке передбачає різне розташування в будівлі:

– у середніх поверхах із застосуванням металевих труб зі стяжками між колонами.

– на крайніх верхніх поверхах із використанням металевих труб зі з'єднаннями між колонами.

Література

1. Hud, M., Meshcheryakova, O., Kachor, A., & Hud, V. (2023). DESIGN AND CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. *Modern engineering and innovative technologies*, (30-01), 98-104.

2. Hud, Mykhailo, Viktoriia Ihnatieva, and Denys Baran. "Influence of mass distribution on natural vibrations of a reinforced concrete building frame." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 692-696.

УДК 624.012.45

Я.Л. Швед, доктор філософії; В.Р. Поліщук; В.В. Мардинавка.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РЕШІЧАСТІ СИСТЕМИ КРОКВЯНИХ ФЕРМ

Ya.L. Shved, Ph.D.; V.R. Polishchuk; V.V. Mardinavka.

LATTICE TRUSS SYSTEMS

Будівлі з консольними вильотами не відносяться до об'єктів масового будівництва. Консоль надає будівлі виразність, і її наявність вимагає застосування індивідуальних конструктивних рішень. На сьогодні металургійна промисловість добре розвинена, тому в будівництві громадських і промислових будівель сталеві конструкції застосовуються досить широко. Основними перевагами конструкцій із сталі є їх легкість, міцність, швидкість монтажу та здатність до зварювання [1]. Важливим є правильний вибір решітки ферми, оскільки саме це сформує трудомісткість при виготовленні та правильний розподіл зусиль між елементами.

На вибір решітки впливають такі фактори: маса ферми, складність виготовлення, відповідність навантаженням та естетичні характеристики.

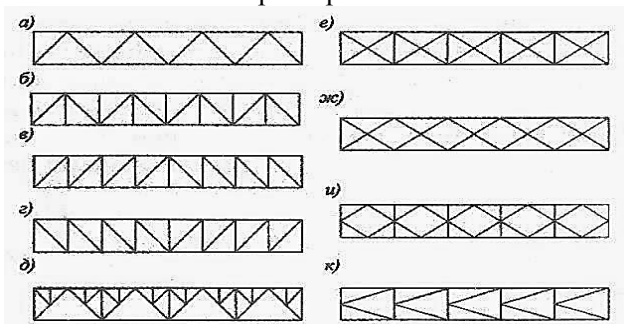


Рисунок 1. Системи решітки ферм[2]:

а – трикутна; б – трикутна з додатковими стійками; в,г – розкісна; д – шпренгельна; е – хрестова зі стійками; ж – хрестова; и – ромбічна; к – напіврозкісна

Трикутна решітка (рис. 1, а) та трикутна ферма з додатковими стійками (рис. 1, б) мають такі переваги: загальна довжина решітки та кількість вузлів є мінімальними, а шлях навантаження до опор є найкоротшим. Однак, одним із недоліків є наявність довгих стиснених висхідних і низхідних розкосів. Розкісна решітка характеризується наступними перевагами: усі розкоси перебувають у стані розтягнення, а всі стійки – у стані стиснення. Цю схему рекомендується використовувати за умов невеликої висоти конструкції та значних вузлових навантажень. Однак, недоліками є збільшена загальна довжина решітки та кількість вузлів у порівнянні з трикутною фермою, що призводить до збільшення ваги та ускладнення виготовлення. Шпренгельна має такі переваги: виключається місцевий згин поясу, зменшується розрахункова довжина стержнів, а також знижується маса конструкції ферми та раціоналізується поділ на відправні марки. Проте, її недоліком є підвищена трудомісткість виготовлення. Хрестова решітка має перевагу у раціональності схеми, що дозволяє ефективно працювати під двостороннім навантаженням (в'язі).

Література

1. Ковальчук, Ярослав Олексійович, Наталія Ярославівна Шингера, and Ярослав Леонідович Швед. "Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі." *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“* (2023): 261-262.

2. Винников. Ю.Л. Будівельні конструкції: навчальний посібник / Ю.Л. Винников С.Ф. Пічугін, О.О. Довженко, А.О. Дмитренко. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 400 с.

УДК 621.891

А.Б.Гупка¹ канд. техн. наук, доцент, О.І. Пришляк², М.І. Теплюк¹

¹Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

²ВСП "ТФК ТНТУ ім. Іван Пулюя"

ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ

**A.B. Gupka Ph.D. Assoc. Prof, O.I. Pryshlyak, M.I. Teplyuk,
TECHNOLOGICAL METHODS FOR INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF
PARTS OF THE CYLINDER-PISTON GROUP OF DIESEL ENGINES OF
AUTOMOBILES**

Як показує практика експлуатації автомобілів, технологічні та конструкторські міроприємства по модернізації дизельних двигунів при ремонті основних трибоспряжень дозволяють підвищити їх надійність та довговічність. Серед них – виготовлення циліндрових втулок із зносо- та корозійностійкого чавуну при забезпеченні оптимальних форм графіту та структури металічної основи. Досліджувались, на предмет їх зносостійкості, експериментальні циліндрові втулки дизельного двигуна виготовлені із чавуну СЧ24, титано-мідного чавуну з різним вмістом міді (дослідний чавун №1, дослідний чавун №2) та чавуну легованого молібденом (дослідний чавун №3). Хімічний склад досліджуваних чавунів приведено в таблиці.

Таблиця 1. Хімічний склад досліджуваних чавунів циліндрових втулок дизельного двигуна.

Марки досліджуваних чавунів	Хімічний склад досліджуваних чавунів, %									
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
Чавун СЧ 24	3,05	1,43	0,83	0,076	0,140	0,21	0,24	-	-	-
Дослідний №1	3,00	1,47	0,74	0,071	0,168	0,26	0,25	-	0,09	1,37
Дослідний №2	2,80	1,5	0,76	0,095	0,169	0,26	0,25	-	0,05	1,10
Дослідний №3	2,95	2,0	0,73	0,080	0,150	0,21	0,20	0,70	-	-

Експериментальні дослідження зносостійкості даних втулок проводили на спеціальній машині тертя при зворотно-поступальному русі досліджуваних зразків один відносно одного (рис. 1). Машина тертя відтворює роботу трибоспряження поршневе кільце – втулка циліндра. Привід машини тертя включає в себе шатунно-кривошипний механізм, який забезпечує зворотно-поступальний рух обойм в яких закріплені досліджувані втулки.

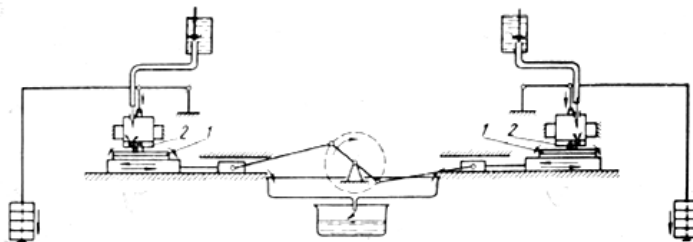


Рисунок. Кінематична схема машини тертя.

В обоймах кріпиться досліджуваний зразок 1 (фрагмент циліндрової втулки), а зверху, в кронштейні нерухомо, закріплений зразок 2 (фрагмент серійного поршневого кільця). В процесі дослідження силове навантаження на пару тертя передається через верхній зразок 2, а колінчастий вал машини тертя при частоті його обертання 500 об/хв забезпечує середню швидкість ковзання в зоні контакту – 1, 25 м/с. Дослідження проводилися в режимі граничного мащення пари тертя з використанням мастильного матеріалу МС-20.

Весь цикл дослідження включав в себе два етапи: I етап – припрацювання робочих поверхонь тертя досліджуваних зразків до їх площі прилягання більше 80%, при постійному збільшенні силового навантаження на пару тертя до досягнення його значення - 5 МПа. В процесі припрацювання робочих поверхонь досліджуваних зразків відбувався перехід від параметрів їх технологічної шорсткості до експлуатаційної, тривалість дослідження – 100 год; II етап – дослідження зносостійкості циліндрових втулок, при максимальному навантаженні 5 МПа, на протязі 50 год. Повторюваність експерименту – 3 рази. Величину зносу вимірювали традиційним ваговим методом. Результати дослідження зносостійкості циліндрових втулок приведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати лабораторних досліджень зносостійкості експериментальних зразків циліндрових втулок.

Величини зносу	Марки досліджуваних чавунів			
	СЧ 24	Дослідний №1	Дослідний №2	Дослідний №3
Лінійний знос нижнього зразка, мкм	6,2	3,6	5,32	4,0
Лінійний знос верхнього зразка, мкм	17,8	13,6	12,4	8,2
Відносний знос нижнього зразка, %	100	58,2	86,3	4,5
Відносний знос верхнього зразка, %	100	79,5	72,5	48,2
Знос трибоспряження втулка циліндра – поршневе кільце:				
лінійний знос, мкм	23,3	17,2	17,7	12,2
відносний знос, %	100	74	76,1	52,4

Результати проведених досліджень показали, що величина зносу циліндрових втулок виготовлених із титано-мідного чавуну складає в середньому 72%, а циліндрових втулок виготовлених із чавуну легованого молібдену складає 65% від величини зносу чавуну СЧ 24.

Для достовірної оцінки впливу пускових режимів на довговічність двигунів потрібно порівнювати знос деталей прогріву із зношенням в конкретних умовах експлуатації за певний період.

Література

1. GYPKA, A., et al. The patterns of changes in the degree of lubrication of the crankshaft bearings of car engines depending on the parameters of the load-speed modes of operation. *Problems of Tribology*, 2024, 29.3/113: 72-78.
2. Aulin, Victor, et al. "Tribodiagnosis of the surface damage of tribo-coupling parts materials during machine operation." *Procedia Structural Integrity* 59 (2024): 428-435.

УДК 620.192

А.Г. Тріш, В.Л. Бордун

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАТОРА НАПРУЖЕНЬ НА ВТОМНУ МІЦНІСТЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

A.G. Trish, V.L. Bordun

INFLUENCE OF STRESS CONCENTRATION ON THE FATIGUE STRENGTH OF WELDED JOINTS

Відомо, що дефекти зварювання можуть бути визначені у реальних зварних з'єднаннях, які формуються під час зварювання, під час випробування чи експлуатації. Вплив початкових мікрodefektів на границю міцності зони термічного впливу у основі зварного шва є важливим для розвитку макротріщини у випадку втомного навантаження, що призводить до втомного руйнування.

Одна з головних таких причин є концентрація напружень, викликана формою зварного шва. Наявність крупнозернистої зона термічного впливу також важлива з точки зору допустимого імпульсного навантаження зварних конструкцій. Виявлено, що локальні крихкі зони полегшують ініціацію крихкого руйнування зварних з'єднань.

Упродовж процесу втомного руйнування в металі, без тріщиноподібних дефектів, мікротріщини спочатку формуються і з'єднуються, а потім збільшуються до макротріщин. Макротріщини поширюються доти, поки не перевищиться циклічна в'язкість руйнування матеріалу, після чого відбувається остаточне його руйнування.

Також при повторному навантаженні в реальних умовах елементи конструкції, піддаються втомі. Втомні тріщини ініціюються біля подряпин, різких змін поперечного перерізу, виступів, включень, окрихчених границь зерен, і т.д. Мікротріщини можуть бути ініційовані зварюванням, термічної обробкою або механічним формуванням.

Відбиток Вікерса один із поширених методів утворення штучного мікрodefektу. Ефективно регулюючи навантаження можна, одержувати штучні мікрodefekти сталого розміру на поверхні матеріалів з різними механічними властивостями. Однак необхідно знати або певним чином розрахувати твердість.

Результатом індентування відбитком Вікерса є не тільки утворення заглибини, але також і області залишкових напружень через релаксацію матеріалу після зняття навантаження. Існуючі стискаючі зусилля сповільнюють ініціювання втомної тріщини, що доведено експериментально.

Досліджували конструкційну леговану сталь 21Х2НМФА, яка використовується для високонавантажених вузлів та компонентів у машинобудуванні й автомобільній промисловості.

Залишкові стискаючі напруження в зразках з наведеними напруженнями, впливають на зародження тріщин. Фактично, вони перешкоджають зародженню тріщин, а втомні тріщини ініціюються пізніше. Результатом цього є вища втомна міцність у порівнянні з втомною міцністю при повному знятті залишкових напружень.

Втомна міцність з наведеними напруженнями знижується на 12 % у порівнянні з зразками без дефекту. Втомна міцність для зразків з знятими напруженнями зменшується більше ніж на 21 %.

УДК 631.356.22

В. В. Мартинюк к.б.н.; Є. Б. Береженко к.т.н.; В. Л. Москаль

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ В ПРИСТРОЇ ПАСИВНОГО НОЖА ДООБРІЗАННЯ ГИЧКИ

V. V. Martyniuk, Ph.D.; E. B. Berezhenko, Ph.D.; V. L. Moskal

DETERMINATION OF DYNAMIC STRESSES IN THE PASSIVE KNIFE DEVICE FOR CUTTING SUGAR BEET LEAVES

В процесі виконання технологічного процесу пасивним ножом дообрізання гички (рисунок 1) елементи пристрою зазнають динамічних навантажень, а саме: ударних та коливних, які збільшують напружений стан елементів:

$$\sigma_{\text{дmax}} = k_{\text{дy}} \cdot \sigma_{\text{стmax}} + k_{\text{дк}} \cdot \sigma_{\text{стmax}} = \sigma_{\text{стmax}} \cdot (k_{\text{дy}} + k_{\text{дк}}),$$

де $\sigma_{\text{дmax}}$ – максимальні динамічні напруження, що виникають від впливу удару та коливань в системі;

$\sigma_{\text{стmax}}$ – максимальні статичні напруження, що виникають в системі від дії статичного навантаження;

$k_{\text{дy}}$ – коефіцієнт динамічності при ударі;

$k_{\text{дк}}$ – коефіцієнт динамічності при коливаннях.

Коефіцієнт динамічності при ударах та коливаннях:

$$k_{\text{дy}} \approx \sqrt{\frac{v^2}{g \cdot \delta_{\text{ст}}}}, \quad k_{\text{дк}} \approx \frac{\sqrt{\omega^2}}{\delta_{\text{ст}}} = \sqrt{\frac{v^2}{\omega^2 \cdot \delta_{\text{ст}}^2}},$$

v – лінійна швидкість агрегату;

$\delta_{\text{ст}}$ – лінійне переміщення елемента до якого

прикладена сила F від її статичної дії, $\delta_{\text{ст}} = \Delta\varphi \cdot l$;

$\Delta\varphi$ – кутова деформація стержня CT ,

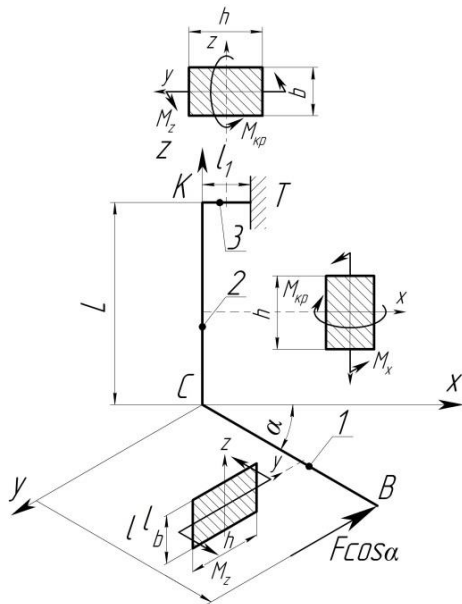
$$\Delta\varphi = \frac{F \cdot L \cdot l \cdot \cos \alpha}{\beta \cdot k \cdot G \cdot b^4},$$

k, b – коефіцієнти, які залежать від геометрії поперечного перетину;

G – модуль зсуву, $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$;

ω – циклічна частота від збуджуючої сили F ,

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $f = \frac{1}{T}$ – частота збуджень; T – період збудження, $T = \frac{v}{a}$,



доочисного пристрою з навантаженнями та схеми переміщень

a – відстань між головками буряків в рядку.

Отже

$$k_{\delta y} = \sqrt{\frac{v^2 \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos \alpha}}, \quad k_{\delta \kappa} = \frac{a \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos \alpha}.$$

Для забезпечення роботи елементів пристрою без руйнування, необхідно забезпечити умову:

$$\sigma_{\delta \max} = \sigma_{\text{ст. max}} \cdot \left(\sqrt{\frac{v^2 \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos \alpha}} + \frac{a \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos \alpha} \right) \leq [\sigma]$$

Література

1. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
2. Хомик Н. І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, Н. А. Антончак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 320 с.
3. Evaluation technique of frame residual operational life. Taras Dovbush, Nadia Khomyk, Anatolii Dovbush, Bogdan Dunets. Scientific Journal of TNTU. Tern. : TNTU, 2019. Vol 93. No 1. P. 61–69. (Manufacturing engineering and automated processes).
4. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
5. Гевко Р. Б. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання : навчальний посібник до лабораторних робіт / Р. Б. Гевко, Н. І. Хомик, О. С. Жаровський, Т. А. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. – 256 с.
6. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Procedia Structural Integrity, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
7. Dovbush T., Dovbush A., Khomyk N., Tson H. (2021) Substantiation of flexible screw conveyor metal consumption under productivity maintenance conditions. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 103, no 3, pp. 33-42.
8. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Аналітичне дослідження напруженодеформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2015. – Вип. 158, С.44-50.
9. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Palyukh A. (2022) Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 108, no 4, pp. 5-15.
10. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.
11. Гевко Р.Б. Опір матеріалів. Конкурсні задачі, приклади розв'язування : навчальний посібник / Р. Б. Гевко, Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.М., 2020. – 160 с.
12. Dovbush T., Khomyk N., Tson H. (2024) Obgruntuvannia sylovykh parametriv pasyvnoho nozha dlia doobrizuvannia holovok koreneplodiv tsukrovkykh buriakiv [Justification of the power parameters of the passive knife for trimming the heads of sugar beet]. Proceeding of I -st International Conference "Applied Mechanics" (Tern., 6-7 June 2024), pp. 174-177 [in Ukrainian].

УДК 621.791

В. Л. Бордун, С. А. Литвин, Ю. В. Федун

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна)

СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ НАПРУЖЕНЬ У ЗВАРНИХ З'ЄДНАННЯХ

V. L. Bordun, S. A. Lytvyn, Yu. V. Fedun

METHODS OF REDUCING STRESSES IN WELDED JOINTS

Вважають, що залишкові напруження можуть суттєво впливати на міцність зварної конструкції, якщо їх величина перевищує більше, ніж половину границі плинності матеріалу. Проте, слід враховувати і температуру середовища, властивості матеріалу, характер та розміри зварних з'єднань. Особливо небезпечними такі напруження проявляють себе при переході матеріалу у крихкий стан. Враховують, що зварні напруження збільшують величину навантаження, яке необхідне для руйнування матеріалу, збільшують об'єм матеріалу в напруженому стані та прискорюють процес зародження і поширення крихких тріщин.

Для підвищення працездатності та надійності зварної конструкції проводять як заходи з попередження виникнення зварних напружень та деформацій, так і заходи необхідні для зменшення та усунення залишкових напружень. Перша група попереджувальних методів включає компенсаційні способи зменшення деформацій при зварюванні, раціональне розташування швів, ребер, накладок, застосування зварювальних пристосувань для закріплення та попереднього пластичного деформування деталей, проведення компенсаційних технік зварювання багат шарових швів, проведення раціональної послідовності складання та зварювання конструкції, регулювання теплового стану металу при зварюванні через підігрівання, тепловідведення та зменшення тепловкладення. Для усунення зварних напружень використовують механічні, теплові та комбіновані способи з допомогою високого відпуску, розтягування, вигинання, проковування та прокатування зварного з'єднання.

Найбільш широко для знімання залишкових напружень і зниження імовірності утворення холодних тріщин використовується термічна обробка високого відпуску з нагріванням виробу до 400-650 °С. Характер зменшення зварювальних напружень при відпуску залежить від релаксаційних властивостей матеріалу, а рівень їх відпуску від схеми навантаженого стану. Швидкість нагрівання в печі помітно не впливає на рівень зменшення напружень, проте значна частина напружень зникає вже на стадії нагрівання. Хоча термооброблення і знімає залишкові напруження, проте є тривалим процесом для складних виробів. Так, для зварних корпусів можуть проводити термооброблення до 4-6 годин у печі після кожного зварювання багато разів. У випадку ж локального термічного знімання напружень великогабаритних зварних виробів слід забезпечувати таке температурне поле, яке не приведе до виникнення додаткових термічних напружень, збільшення пластичної деформації та розширення зони напруженого стану. Використання для цього газового пальника не завжди ефективно дозволяє провести таке знімання зварювальних напружень, лише розширюючи зону термічних напружень.

Простіші способи усунення зварних залишкових напружень ударним механічним впливом (проковування) вимагають досвіду проведення таких операцій та, як правило, використовуються для невеликих зварних виробів товщиною до 10 мм і проводяться, або в вузькому інтервалі температур рекристалізації 450-600 °С, або нижче 150 °С.

Отже, залишкові напруження є вагомим чинником, що викликає руйнування матеріалу та зменшує загальний ресурс пластичності зварної конструкції. Вибір методів попередження та усунення залишкових зварних напружень вимагає аналізу як самої конструкції, так і теплового стану процесу зварювання та фізичних факторів, що супроводжують процес виникнення напружень.

УДК 621.791.763

В.І. Малиновський, А.Є. Пасічник, С.Я. Пришляк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ

V.I. Malinovsky, A.E. Pasichnik, Pryshliak Serhii

AUTOMATIC CONTROL OF THE ELECTRIC ARC WELDING PROCESS OF FRAME STRUCTURES

Зварювальні процеси як об'єкти регулювання при правильному доборі їх статичних і динамічних характеристик є енергетично стійкими, тобто мають позитивне самовирівнювання. Однак перехід їх під дією збурень із одного енергетичного стану в інше супроводжується змінами параметрів режиму зварювання (струму, напруги, швидкості плавлення і т.д.), тобто появою статичних помилок, рис. 1

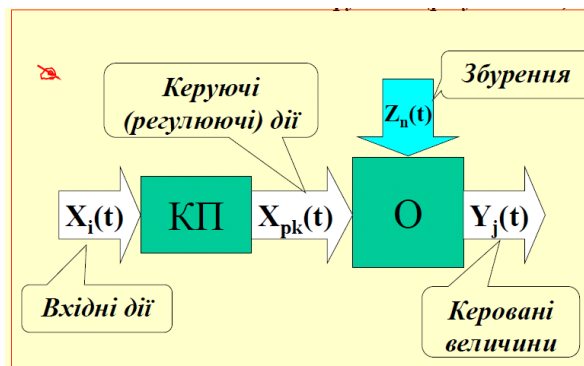


Рис. 1. Загальна схема системи автоматичного регулювання зварюванням

Якщо ці помилки невеликі і їх впливом на якість зварювання можна знехтувати, то найбільш зручним способом керування виявляється програмне по розімкнутому циклу. Керуючий пристрій (КП) змінює керуючий вплив ХУ по заздалегідь відомому закону, відповідно до якого необхідно змінювати керовану величину хвиль в об'єкті керування (О). Розімкнуті системи програмного керування (РСПУ) набули широкого застосування насамперед через саму специфіку зварювального виробництва, що впливає з необхідності використання універсального устаткування для виготовлення різноманітної номенклатури виробів. РСПУ, забезпечуючи можливість швидкої перебудови зварювального процесу при переході від одного типорозміру до іншого простою зміною програми, найбільше повно відповідають вимогам індивідуального й дрібносерійного виробництва [1].

Тимчасове програмування послідовності основних операцій зварювального циклу широко застосовується при автоматизації різних способів зварювання. Об'єктами програмного керування можуть бути переміщення джерела нагрівання, подача присадочного матеріалу при зварюванні плавленням, зміни зварювального струму при контактному зварюванні, переміщення деталей, що зварюються.

Операції порушення дуги й заварки кратера програмуються при погодженій зміні швидкості подачі електрода й моментів включення й вимикання джерела живлення. У деяких випадках програмування зварювального режиму викликається нестационарністю температурного поля у виробі й розгалуженням теплового потоку дуги [2].

Схема процесу програмного керування циклом зварювання наведена на рис. 2.

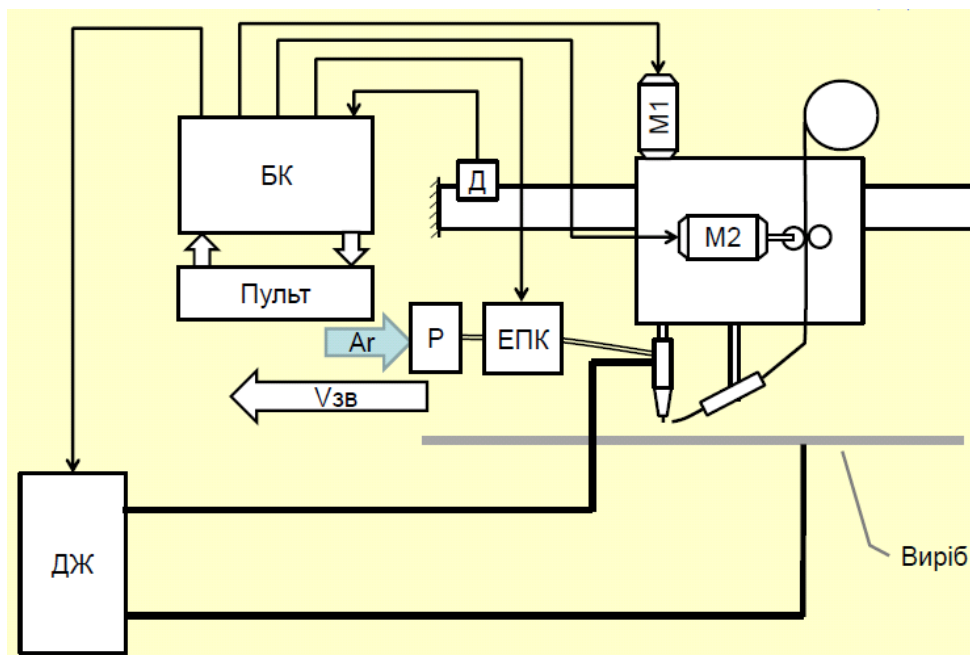


Рис. 2. Схема процесу програмного керування циклом зварювання

Розімкнуті системи керування мають істотний недолік принципового характеру - закон зміни керуючого впливу не враховує дійсної (фактичної) зміни регульованої величини під дією неврахованих збурень, зміни характеристики об'єкта регулювання тощо. У тих випадках, коли використання розімкнутих систем малоєфективне, застосовують замкнуті системи автоматичного керування (САК). У таких системах зміна регулюючого впливу XU , що визначає зміну величини хвиль на виході об'єкта відбувається доти, поки хвиля не досягне необхідного значення.

Інтенсивно розробляються системи автоматичної стабілізації проплавленням при дуговому, плазмовому й електронно-променевому зварюванні при дії збурень технологічного характеру. Замкненими системами є системи програмного регулювання (СПР), у яких закон зміни, що задає впливу $Z_n(t)$ - заздалегідь відома функція часу. Такі системи в порівнянні з розімкнутими СПУ перебувають на якісно більш високому рівні, тому що завдяки наявності зворотних зв'язків вони мають значно більш високу точність, особливо в умовах дії випадкових технологічних збурень.

Наприклад, при електронному променевому зварюванні деталей теплообмінників (труб із трубними дошками) переміщення електронно-променевої гармати є малоєфективними внаслідок існуючого допуску на розміри міжцентрових відстаней отворів у трубній дошці й погіршностей орієнтації теплообмінника в координатній площині. Тому для корекції програми переміщення електронного променя застосовують зворотний зв'язок по взаємному положенню променя крайок, що й зварюються. У цьому випадку сигнал зворотному зв'язку від датчика положення стику використовується для корекції основної твердої програми переміщення зварювального інструмента.

Література.

1. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням. Вид. ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 178 с.
2. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактного точкового зварювання деталей сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.

УДК 621.855

В.О. Бойчук– студент групи TR-302

Науковий керівник: Недошитко Л.М. , викладач-методист

(Відокремлений структурний підрозділ Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНОВИХ ТРАНЗИСТОРІВ У НАНОЕЛЕКТРОНІЦІ

V.O. Boichuk– student of TR-302 group

Scientific supervisor: Nedoshytko L.M. , teacher-methologist

Research on the Prospects for the Application of Graphene Transistors in Nanoelectronics

Графен — це двовимірний матеріал із атомів вуглецю, організованих у шестикутну решітку. Його виняткові електричні, механічні та термічні властивості роблять його ідеальним для використання в електроніці, особливо в умовах, коли класичні кремнієві технології наближаються до фізичних меж своїх можливостей.

Шматочки графена отримують при механічному впливі на високоорієнтовані піролітичний графіт або киш-графіт. Спочатку плоскі шматки графіту поміщають між липкими стрічками (скотч) і розщеплюють раз за разом, створюючи досить тонкі шари (серед багатьох плівок можуть потрапляти одношарові і двошарові, які і становлять інтерес). Після злушення скотч з тонкими плівками графіту притискають до підкладки окисленого кремнію. При цьому важко отримати плівку визначеного розміру і форми у фіксованих частинах підкладки (горизонтальні розміри плівок становлять зазвичай близько 10 мкм). Знайдені за допомогою оптичного мікроскопа (вони слабо видно при товщині діелектрика 300 нм) плівки готують для вимірювань. Товщину можна визначити за допомогою атомно-силового мікроскопа (вона може змінюватись в межах 1 нм для графену) або використовуючи комбінаційне розсіяння. Використовуючи стандартну електронну літографію і реактивне полум'яне травлення, задають форму плівки для електрофізичних вимірів.

Графенові транзистори, завдяки своїй здатності працювати на частотах до терагерцового діапазону, відкривають нові горизонти для розробки високошвидкісних мікросхем, гнучкої електроніки та енергоефективних пристроїв. Використовувати безпосередньо графен при створенні польового транзистора без струмів витoku не представляється можливим через відсутність забороненої зони в цьому матеріалі, оскільки не можна домогтися істотної різниці в опорі при будь-яких доданих напругах до затвора, тобто не виходить задати два стани, придатних для двійкової логіки: проводить і не проводить. Спочатку потрібно створити якимось чином заборонену зону достатньої ширини при робочій температурі (щоб термічно збуджені носії давали малий внесок у провідність).

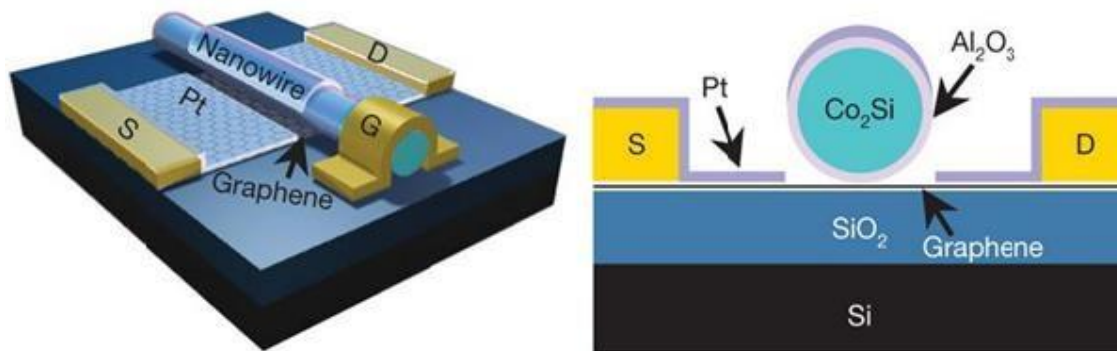


Рисунок 1 – Будова графенового транзистора

Цікавою інформацією є те що транзистори компанії IBM (International Business Machines) працюють на частоті близько 26 ГГц і мають розмір близько 240 нм. Оскільки між розмірами транзистора і його продуктивністю існує зворотна залежність, збільшення робочої частоти досягається за рахунок зменшення його розмірів.

Графен є ключовим матеріалом, здатним забезпечити прорив у нанoeлектроніці та телекомунікаціях. Однак для його широкого впровадження необхідно вирішити низку науково-технічних завдань, зокрема, подолати складнощі з інтеграцією графенових структур у сучасні виробничі процеси. Подальший розвиток цієї галузі сприятиме створенню високопродуктивних пристроїв для телекомунікацій, енергозбереження та інших інноваційних сфер.

Література

- 1) Графен: основні поняття та використання. [Електронний ресурс].
Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9024700/page:5/>
- 2) Графенові транзистори: їхня будова, принцип роботи.[Електронний ресурс].
Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/>
- 3) Додаткова інформація про графенові транзистори. [Електронний ресурс].
Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

УДК 621.891

В.П. Крупа, В.В. Машлюх, В.П. Метельський

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ УТВОРЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ В АВТОМОБІЛЬНИХ ШИНАХ В ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

V.P. Krupa, V.V. Mashlyukh, V.P. Metelskyi

PHYSICAL BASIS OF THE FORMATION OF THERMAL FIELDS IN AUTOMOBILE TIRES DURING THEIR OPERATION

Тепловий стан автомобільної шини визначається сукупністю значень температури T в усіх її точках у кожний момент часу, тобто температурним полем. Температурне поле автомобільної шини тривимірне, а температура є функцією трьох просторових координат і часу. Процесами, які визначають тепловий стан автомобільної шини являється: теплоутворення в матеріалі шини при її коченні, передача тепла у масиві шини та тепловіддача у навколишнє середовище.

На початку руху, коли температура шини дорівнює температурі навколишнього середовища, теплоутворення в її матеріалі в процесі кочення значно зростає. З підвищенням температури швидкість її зростання уповільнюється і через деякий час температурне поле шини стає стаціонарним. Інтенсивність теплоутворення, яке залежить від режимів навантаження на матеріал шини в різних її точках, суттєво відрізняється, при чому найбільша кількість тепла виділяється в плечовій зоні на краях брекера. На рисунку 1 показано характер розподілу інтенсивності теплоутворення по основних елементах радіальної шини.



Рис. 1 Розподіл інтенсивності теплоутворення по основних елементах радіальної шини.

Як правило формування теплових потоків шини відбувається під дією наступних основних факторів: теплоутворення за рахунок тертя між конструктивними елементами шини (каркас, брекер, протектор), теплові потоки у товщі шини між ділянками з різним ступенем розігріву, охолодження поверхні шини зустрічним потоком повітря.

Матеріали шини – корд і гума є в'язко-пружними матеріалами. При їх деформації частина роботи перетворюється в тепло. Для забезпечення кочення шини по площині зі швидкістю V , навантаженою вертикальною силою Q необхідно прикласти відповідну горизонтальну силу P , яка називається силою опору коченню (рис. 2). За умови рівноваги автомобільного колеса рівнодіюча дотичних сил у зоні контакту також дорівнює силі P , а рівнодіюча нормальних тисків, яка дорівнює Q зміщена відносно центра площини контакту на величину a .

$$Qa = P R$$

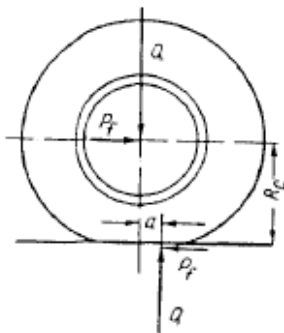


Рисунок 2 Сили, які діють на колесо автомобіля (шину) в процесі його кочення
Параметр a називається зсувом радіальної реакції. Відношення сили опору коченню шини P до вертикального навантаження на неї Q визначається коефіцієнтом k .
$$k = P/Q$$

Проведені експериментальні дослідження показують, що майже половина усіх витрат енергії припадає на частку протектора у зв'язку з чим гістерезисні характеристики гуми протектора мають першочергове значення. Збільшення навантаження на шину, у зв'язку із збільшенням деформації її елементів, спонукає до зростання абсолютної величини втрат енергії на кочення, при чому значення коефіцієнта k суттєво не залежить від величини навантаження.

При зниженні внутрішнього тиску в шині збільшуються її деформації, які призводять і до збільшення втрат енергії на процес кочення. На рисунку 3 показано залежність сили опору коченню шини від початкового внутрішнього тиску (навантаження на шину – 1560 Н, швидкість кочення – 50 км/год.

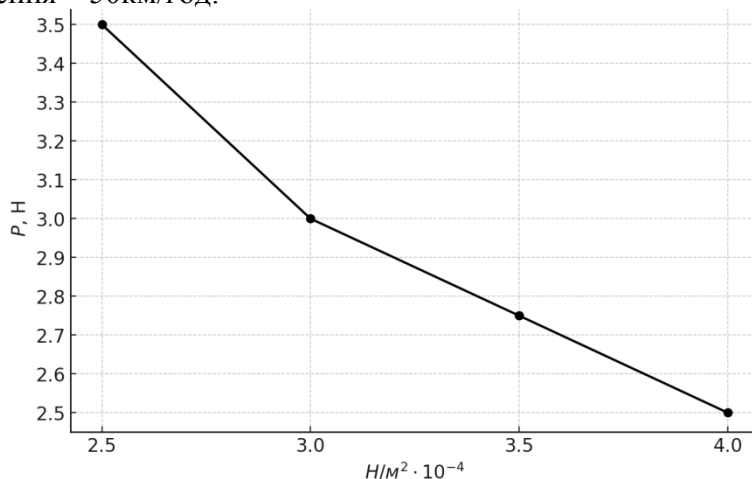


Рисунок 3 Залежність сили опору коченню шини від її початкового внутрішнього тиску.

Із збільшенням швидкості кочення шини сумарні втрати зростають. При подальшому прискоренні швидкості ковзання вище певної межі дані втрати суттєво зростають, що пов'язано із динамічними ефектами, які виникають при високих швидкостях кочення шини.

На базі одержаних результатів розраховується теплове поле по всій товщині автомобільної шини, виводяться на монітор цифрові та графічні дані, а також приймається рішення щодо можливості подальшої її експлуатації пристроїв.

УДК 539.3

В.Т. Сисюк, М.В. Ющишин, В.П. Гоголюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПОДВІЙНЕ ДОРНУВАННЯ – ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТРИМКОЇ МІЦНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ АЛЮМІНІЄВИХ ОТВОРІВ

V.T. Sisyuk, M.V. Yushchyshyn, V.P. Gogolyuk

DOUBLE COLD EXPANDED HOLE IS AN EFFECTIVE WAY OF INCREASING THE DURABLE STRENGTH OF FUNCTIONAL ALUMINUM HOLES

Дорнування є одним з ефективних методів продовження терміну служби механічних конструкцій, оскільки воно створює залишкові дотичні стискувальні напруження навколо розширеного отвору.

В праці [1] проведено дослідження дорнування отворів в зразках алюмінієвого сплаву 7475-T7351, використовуючи подвійне дорнування. Методика, яка була використана для покращення опору втомних механічних конструкцій після застосування першого дорнування, полягала в повторному дорнуванні отвору шляхом проходження через нього оправки як у тому ж, так і в протилежному напрямку до першого дорнування. Одноразове дорнування призводить до продовження втомної міцності в 2,4 рази більше, ніж досягнуте лише свердлінням отвору. Крім того, було встановлено, що подвійне дорнування отвору призводить до додаткового покращення втомної довговічності порівняно з одноразовим дорнуванням і напрямок другого дорнування не впливає на швидкість поширення тріщини.

У роботі [2] були проведені експериментальні та чисельні дослідження впливу як одноразового, так і подвійного дорнування на втомну довговічність алюмінієвого сплаву 6082-T6. Друге дорнування було проведено як у тому самому напрямку, так і в протилежному напрямку до першого дорнування, використовуючи жорстку кульку діаметром трохи більшим, ніж використовувався в першому дорнуванні. Отримані результати вказують на те, що метод подвійного дорнування призводить до підвищення втомної тримкої здатності у порівнянні із одинарним дорнуванням.

В [3] встановлено, що втомні тріщини найперше появляються з сторони входу сталеві кульки. Цей результат пояснюється нерівномірністю розподілу тангенціальних залишкових напружень по товщині зразка. Виявлено, що залишкові стискувальні напруження поблизу отвору не зростають після застосування одноразового дорнування. Даний результат призвів до порівняння розподілу залишкових дотичних напруження після застосування як подвійного, так і одноразового дорнування, а також до аналізу ефекту застосування подвійного дорнування в протилежному напрямку, для подолання нерівномірного розподілу залишкових дотичних напружень по товщині зразка.

Отже, метод подвійного дорнування є ефективним способом підвищення тримкої міцності функціональних алюмінієвих отворів.

Література

1. M. Burlat, D. Julien, M. Lévesque, T. Bui-Quoc, M. Bernard. Effect of local cold working on the fatigue life of 7475-T7351 aluminium alloy hole specimens. *Engineering Fracture Mechanics*. 2008 75(8):2042-2061.
2. M. Su, A. Amrouche, G. Mesmacque, N. Benseddiq. Numerical study of double cold expansion of the hole at crack tip and the influence on the residual stresses field. *Computational Materials Science Volume 41, Issue 3, January 2008, Pages 350-355*.
3. R. Ghfiri, A. Amrouche, A. Imad, G. Mesmacque. Fatigue life estimation after crack repair in 6005 A-T6 aluminium alloy using the cold expansion hole technique. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*. Volume 23, Issue 11 November 2000 Pages 911-916.

УДК 631.356.22

Г. Б. Цьонь к.т.н.; А. Д. Довбуш ст. викл.; С. Т. Михайлюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДООБРІЗАННЯ ГИЧКИ

Н. В. Tson, Ph.D.; A. D. Dovbush; S. T. Mykhailiuk

ANALYSIS OF THE MOVEMENTS OF THE ELEMENTS OF THE DEVICE FOR CUTTING SUGAR BEET LEAVES

Визначення лінійних та кутових переміщень окремих перетинів конструкції проводяться з метою забезпечення точності виконання технологічного процесу, а також для отримання динамічних силових та кінематичних характеристик. Наближене визначення динамічних напружень проводять методом підрахунку статичних напружень перемножуючи їх на динамічний коефіцієнт. Одним з основних параметрів динамічних коефіцієнтів є статичне переміщення перетину до якого прикладена зовнішня сила F від її статичної дії.

Використовуючи метод суперпозиції визначимо сумарне лінійне статичне переміщення δ_{cm} перетину B пристрою доочистки гички цукрових буряків, рисунок 1.

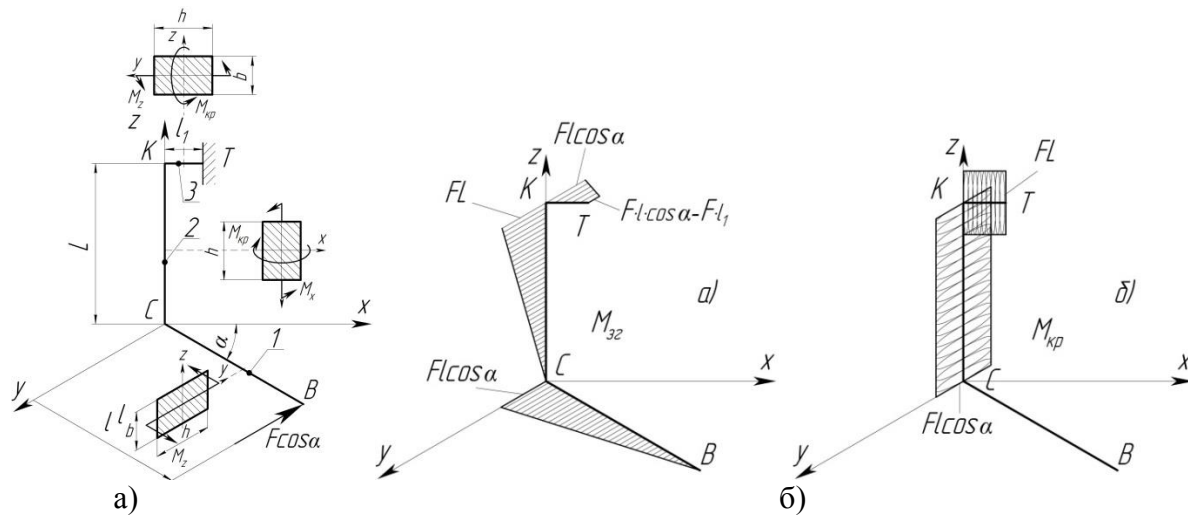


Рисунок 1. Загальна конструктивна схема доочисного пристрою
 а – орієнтація поперечних перетинів відносно координатних осей;
 б – епюри внутрішніх силових факторів, які діють в елементах пристрою

$$\delta_{cm} = \delta_{cm}^{BC} + \delta_{cm}^{CK} + \delta_{cm}^{KT},$$

де δ_{cm}^{BC} , δ_{cm}^{CK} , δ_{cm}^{KT} – складові статичних переміщень перетину B від переміщень окремих елементів пристрою, (рисунок 2а, б, в).

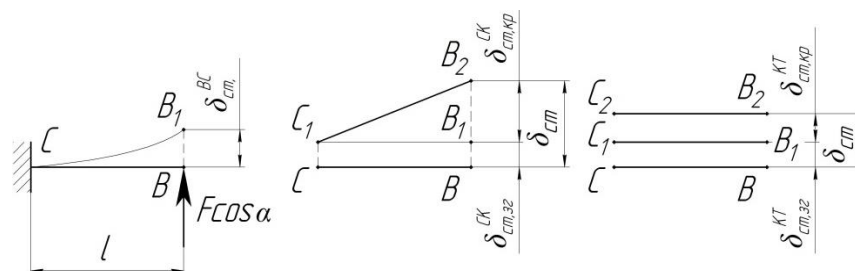


Рисунок 2. Схематизація лінійного переміщення перетину B від деформацій елементів: а – CB ; б – CK ; в – KT .

Отже

$$\delta_{cm} = \frac{4 \cdot F \cdot \cos \alpha \cdot l^3}{E \cdot k^2 \cdot b^4} + \frac{4F \cdot L^3}{3 \cdot k^4 \cdot b^4} + \frac{F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos \alpha}{G \cdot \beta \cdot k \cdot b^4} + \frac{12F \cdot l_1^2}{E \cdot k^3 \cdot b^4} \cdot \left(\frac{l_1}{3} - \frac{l \cdot \cos \alpha}{2} \right) + \frac{F \cdot L^2 \cdot l_1}{G \cdot \beta \cdot k \cdot b^4} \approx \frac{F \cdot L}{G \cdot \beta \cdot k \cdot b^4} \cdot (l^2 \cdot \cos \alpha + L \cdot l_1)$$

Лінійним переміщенням перетину B від деформацій згину елементів пристрою нехтуємо, так як вони складають менше 1% від загального переміщення.

Література

1. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
2. Хомик Н. І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, Н. А. Антончак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 320 с.
3. Evaluation technique of frame residual operational life. Taras Dovbush, Nadia Khomyk, Anatolii Dovbush, Bogdan Dunets. Scientific Journal of TNTU. Tern. : TNTU, 2019. Vol 93. No 1. P. 61–69. (Manufacturing engineering and automated processes).
4. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
5. Гевко Р. Б. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання : навчальний посібник до лабораторних робіт / Р. Б. Гевко, Н. І. Хомик, О. С. Жаровський, Т. А. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. – 256 с.
6. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Procedia Structural Integrity, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
7. Dovbush T., Dovbush A., Khomyk N., Tson H. (2021) Substantiation of flexible screw conveyor metal consumption under productivity maintenance conditions. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 103, no 3, pp. 33-42.
8. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Аналітичне дослідження напруженодеформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2015. – Вип. 158, С.44-50.

9. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Palyukh A. (2022) Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 108, no 4, pp. 5-15.

10. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.

11. Гевко Р.Б. Опір матеріалів. Конкурсні задачі, приклади розв'язування : навчальний посібник / Р. Б. Гевко, Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.М, 2020. – 160 с.

12. Dovbush T., Khomyk N., Tson H. (2024) Obgruntuvannia sylovykh parametriv pasyvnoho nozha dlia doobrizuvannia holovok koreneplodiv tsukrovykh buriakiv [Justification of the power parameters of the passive knife for trimming the heads of sugar beet]. Proceeding of I - st International Conference "Applied Mechanics" (Tern., 6-7 June 2024), pp. 174-177 [in Ukrainian].

13. Rybak T. I., Popovych P. V., Khomyk N. I., Dovbush T. A., Tson H. B., 2013. Imitatsiine modeliuвання pry rozrakhunkakh na kvazistatychnu mitsnist konstruktyvnykh struktur vazhko navantazhenykh silskohospo-darskykh mashyn [Simulation calculations on quasistatic strength structural structures are heavily loaded with agricultural machinery] Problemy nadiinosti mashyn ta zasobiv mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. Kh.: KhNTUSH., PP.321-326.

УДК 620.193.16

Д.В. Здоренко – аспірант, Є.Г. Олександренко – аспірант
Хмельницький національний університет, Україна

АЗОТУВАННЯ ДОВГОМІРНИХ ОТВОРІВ

Практично всі кінематичні пари тертя з поступальним рухом конструктивно відносяться до категорії довгомірних отворів, тобто відношення довжини (глибини) отвору до його діаметрального розміру перевищує значення чотирьох. Цей показник обґрунтовується тим, що процес азотування подібних конструктивних елементів аналогічний за своєю природою розряду з пустотілим катодом [1]. З теорії цього процесу відомо, що реально електричне поле проникає всередину отворів на глибину не більше двох діаметральних розмірів. При цьому слід врахувати, що цей показник відноситься до межі поля, де напруженість складає всього біля двох відсотків від номінального значення на торці отвору. Числовий критерій віднесення до категорії довгомірних отворів в кількості чотирьох діаметрів стосується конструкцій в яких отвори наскрізні. Для глухих отворів значення критерію може бути зменшене до двох. Зміцнення внутрішньої поверхні зі збільшенням зносостійкості особливо актуальне для плунжерних пар паливних насосів, матеріальних циліндрів термoplastавтоматів тощо.

Азотування проводилось на установці для безводного азотування УАТР-1. Для реалізації циклічно-комутованого режиму установки блок живлення додатково укомплектовано Т-подібним РС - згладжуючим фільтром та спеціально розробленим контролером переривчастого режиму (КПР), який включає силовий електронний ключ ЕК з пристроєм керування та захисту [2].

Експериментальні дослідження проводились на моделі, яка представляє собою пустотілий циліндр, в якому на різних відстанях від торця просвердлена серія радіальних отворів. В ці отвори вставляються зразки діаметром 6 мм і довжиною 21 мм виготовлені з різних сталей. Таким чином, кожний зразок азотується з двох торців, що дає можливість поперше, азотувати із зовні та з середини моделі при практично однаковій температурі, по-друге, порівнювати результати азотування двох поверхонь, при цьому різниця в умовах полягає лише в розташуванні цих поверхонь – зовнішнє чи внутрішнє. Всі інші фактори, які могли б впливати на результати модифікації практично ідентичні.

В якості газового середовища використовувалась азотно-аргонова суміш із співвідношенням компонентів по об'єму 75 % азоту і 25 % аргону. Зразки встановлювались в радіальні отвори і утримувались там за рахунок певного натягу. Цим досягалась не тільки утримання зразків в отворах, але і також відсутність горіння біля торців зразків при живленні розряду постійним струмом. Небезпека цього явища цілком реальна, оскільки спостерігається вже при зазорах порядку 0,5 мм. В той же час використання подібного методу фіксації зразки значно спрощує конструкцію моделі, виключивши з неї пристрої типу гвинтових затискачів, цанг і т. п.

Параметри технологічного режиму представлені в таблиці 1. В режимі 1 використовувався циклічно-комутований розряд, в режимах 2 і 3 – постійне живлення.

Таблиця 1 – Технологічні параметри азотування

Номер режиму	Температура, °С	Напруга, В	Тиск в камері, тор	Тривалість, години	Особливості режиму
1	560	730	1,2	6	Переривчастий розряд
2	560	730	1,2	6	Модель відкрита з двох сторін
3	560	730	1,2	6	Один торець закритий

Для аналізу прийнято принцип порівнювання відносних значень поверхневої мікротвердості. На рисунку 1 показана зміна відношень мікротвердості по глибині модифікованого шару відповідно до мікротвердості на торці зразка.

В режимі 1 (рис. 1) розподіл мікротвердості кращий (верхня крива) оскільки мікротвердість по глибині шару зменшується більш плавно порівняно з іншими режимами. Очевидним висновком з рисунку 1 є той, що змінюючи технологію, можна забезпечити необхідну якість азотування отворів з відносно малим діаметром. При цьому найбільш перспективним слід вважати застосування циклічно-комутованого розряду.

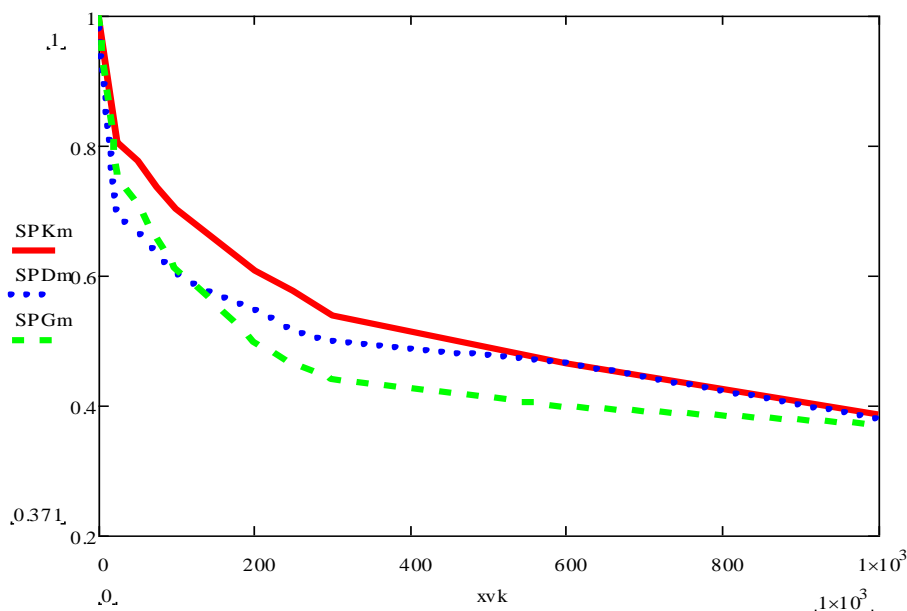


Рис. 1. Розподіл відношення мікротвердості по товщині азотованого шару до мікротвердості на торці: 1 – режим 1; 2 – режим 2 і 3 – режим 3

Очевидним висновком з рис. 1 є той, що змінюючи технологію, можна забезпечити необхідну якість азотування отворів з відносно малим діаметром. При цьому найбільш перспективним слід вважати застосування циклічно-комутованого розряду.

Попередні теоретичні міркування про можливість азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів є експериментально доказана можливість накачування іонів азоту у внутрішню порожнину отвору за рахунок ефекту їх руху по інерції в момент зміни напруги розряду аж до повного зникнення її у випадку циклічно-комутованого розряду.

Література

1. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И. М. Пастух. – Х. : Нац. научный центр «Харьковский физико-технический институт», 2006. – 364 с.
2. Курской В. С., Люховець В. В., Здибель О. С. Апаратна реалізація живлення циклічно-комутованого розряду в установках азотування. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2017. – № 3. – С. 27–31.

УДК 624:698

І. В. Коваль, к. т. н., доцент; В. П. Цимбровський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ФАСАДІВ ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Koval Ph. D, Assoc. Prof.; V. Tsymbrovskyi

RESEARCH OF FACADE INSULATION FOR A MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING

Утеплення фасадів є одним з найефективніших способів підвищення енергоефективності будівель. Правильний вибір утеплювального матеріалу дозволяє зменшити тепловтрати, що позитивно впливає на зниження витрат на опалення та покращення внутрішнього клімату приміщень. Оскільки ефективність утеплення залежить від теплотехнічних характеристик матеріалів, важливо проводити ретельні розрахунки та обирати оптимальний варіант для конкретних умов експлуатації. У цьому контексті дослідження різних утеплювачів для багатоповерхових будинків набуває особливої актуальності.

Дослідження ґрунтується на виконанні теплотехнічних розрахунків згідно з нормами ДСТУ 9191:2022. Цей підхід дає змогу оцінити ефективність утеплювача з точки зору енергоефективності та здійснити об'єктивне порівняння різних матеріалів, що сприяє правильному вибору оптимального утеплювача.

Розрахунок проводиться в 2 етапи. Перший етап включає в себе визначення опору теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}} \quad (1)$$

де h_{si}, h_{se} – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К);

d_i – товщина i -го шару огорожувальної конструкції, м;

λ_{ip} – розрахункова теплопровідність матеріалу i -го шару огорожувальної конструкції в розрахункових умовах, Вт/(м·К);

Другим етапом дослідження є визначення приведенного опору теплопередачі конструкції. До уваги береться фрагмент фасаду будівлі на якому показані теплопровідні вклучення (відкоси в зонах примикання, елементи для кріплення утеплювача), які необхідно врахувати при обрахунку приведенного опору:

$$R_{\Sigma пр,к} = \frac{F_{\Sigma i}}{\sum_{i=1}^l \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} \quad (2)$$

де $F_{\Sigma i}$ – загальна площа конструкції, м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, (м²·К)/Вт, визначається згідно з формулою (1);

F_i – площа i -ої термічно однорідної частини конструкції, м²;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го лінійного теплопровідного вклучення, Вт/(м·К);

L_j – лінійний розмір (проекція) j -го лінійного теплопровідного вклучення, м;

ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі k -го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

N_k – загальна кількість k -их точкових теплопровідних включень, шт.

Після обрахунку приведеного опору теплопередачі необхідно перевірити обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma пр, k} \geq R_{qmin} \quad (3)$$

де R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, (м²·К)/Вт.

Розрахунок виконується для багатопверхового будинку, який розташований у м. Тернопіль. Утеплювач представлений плитами з екструдованого пінопласту щільністю $\rho = 30$ кг/м³, товщиною 160 мм, $\lambda_{ут.} = 0,036$ Вт/(м·К). Плити кріпляться за допомогою клейової суміші та пластикових дюбелів з пластиковим стержнем. Кількість дюбелів приймається 6 шт на 1 м². Розміри фрагменту фасаду що розглядається є 2,6 м x 8,99 м. На фрагменті знаходяться 3 віконних прорізи розмірами 1,2 м x 1,5 м. Загальна площа фрагменту фасаду становить 17,98 м².

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції за формулою (1):

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,16}{0,036} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} = 5,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Характеристики теплопровідних включень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Теплопровідні включення (для плит з екструдованого пінополістиролу)

Найменування	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/(м·К)
Віконний відкос в зоні перемички	3,6	–	0,063	–
Віконний відкос в зоні підвіконня	3,6	–	0,032	–
Віконний відкос в зоні рядового примикання	9,0	–	0,046	–
Дюбелі для кріплення плит	–	108	–	0,0015

Приведений опір теплопередачі конструкції за формулою (2):

$$R_{\Sigma пр, k} = \frac{17,98}{\frac{17,98}{5,27} + 0,063 * 3,6 + 0,032 * 3,6 + 0,046 * 9 + 108 * 0,0015} = 4,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Перевіряємо чи виконується умова (3):

$$4,15 \geq 4,0;$$

де R_{qmin} – для м Тернопіль становить 4,0 м²·К/Вт.

Умова виконується, отже теплотехнічний розрахунок виконаний правильно.

УДК 624.072.014.2

І.М. Підгурський, к.т.н., Віт.С. Сенчишин, А.М. Кос, Д.І. Дробочський, А.М. Ковбасовський, А.С. Ошурко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГОФРОВАНОЮ СТІНКОЮ

**I.M. Pidgurskyi Ph.D., Vit.S. Senchyshyn, A.M. Kos, D.I. Drobotykyi, A.M. Kovbasovskyi,
A.S. Oshurko**

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF STEEL BEAMS WITH CORRUGATED WEB

Важливим напрямком розвитку металевих конструкцій на сучасному етапі є створення легких сталевих конструкцій (ЛСТК), високоефективні рішення яких забезпечують суттєве металоємності виробів, їх пристосованість для висококомеханізованого поточного виготовлення, комплектного постачання і блокових методів монтажу.

Одним з перспективних конструктивів ЛСТК є балки з гофрованою стінкою. Гофровані балки можуть використовуватися як елементи каркасу (ригель, колони, прогони). У порівнянні з традиційними балковими конструкціями, гофровані балки вирізняються більшою жорсткістю та стійкістю до деформацій, а зосередження металу в полицях для такого виду балок та виключення ребер жорсткості призводить до економії матеріалу до 45%, що є суттєвим фактором при виборі ефективних конструкцій [1]. Зазначимо, що ребра жорсткості застосовують для таких конструкцій в опорних перетинах і в місцях зосередження значних сил.

Виробництво гофрованих балок здійснюється на роботизованих лініях, розроблених фірмою ZEMAN (Австрія). Гофрований лист стінки одночасно з'єднується з полицями неперервними односторонніми зварними швами. При зварюванні застосовують сканувальний пристрій, що видає завдання на зварювальні головки роботів виробництва компанії "ABB". На автоматизованих лініях зварюють гофровані балки довжиною до 12 м, висотою 0,32 – 1,5 м, товщиною стінки 2 – 3 мм з поясами шириною 120 – 430 мм та товщиною 4 – 30 мм.

Очевидним є вплив конфігурації гофрування (трикутна, трапецевидна, синусоїдна) та його геометричних параметрів на напружено-деформівний стан балок і загальні витрати матеріалів для її виробництва. У зв'язку з цим виникає потреба у визначенні найбільш раціональної конфігурації гофрування та її геометричних розмірів для ефективного застосування конструкцій такого типу.

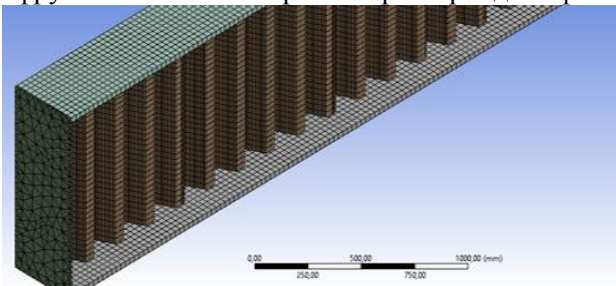


Рис. 1 Скінчено-елементна модель гофрованої балки

У результаті розроблено методику створення твердотільних моделей балки (рис. 1) з різною конфігурацією стінки та її геометричними параметрами, а також здійснено моделювання напружено-деформівного стану балок за допомогою програмного комплексу ANSYS. Уточнено параметри зварювання.

Література

1. Pidgurskyi M., Pidgurskyi I., Stashkiv M., Ihnatieva V., Danylchynko S., Bykiv D., Pidluzhnyi O. (2023) Peculiarities of studying the stress-strain state of structural steel perforated beams using the finite element method. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 111, no 3, pp. 126-138.

УДК 539.232:546.48:546.22:546.23

М. А. Созанський, к.х.н.; Р. Р. Гумінілович, к.х.н., доц.; В. Є. Стаднік, к.х.н.; М. В. Шепіда, к.т.н.; О. В. Клапчук; П.Й. Шаповал, д.х.н., проф.
(Національний університет «Львівська політехніка», Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНО СИНТЕЗОВАНИХ ПЛІВОК КАДМІЙ СУЛЬФІДУ-СЕЛЕНІДУ

М. А. Sozanskyi, Ph.D.; R. R. Huminilovych, Ph.D., Assoc. Prof.; V. Ye. Stadnik, Ph.D.; M. V. Shepida, Ph.D.; O. V. Klapchuk; P. Yo. Shapoval, Ph.D., prof.

STUDY OF OPTICAL PROPERTIES OF CHEMICALLY SYNTHESIZED CADMIUM SULPHIDE-SELENIDE FILMS

Плівки твердого розчину заміщення кадмій сульфід-селенід (CdS_xSe_{1-x}) синтезовано на скляних підкладках методом хімічного осадження з водного розчину. Для цього приготовлено робочі розчини шляхом змішування свіжоприготовлених водних розчинів: 0,1 М кадмій хлориду ($CdCl_2$), 0,25 М тринатрій цитрату ($Na_3C_6H_5O_7$), 14 М амоній гідроксиду (NH_4OH), 0,5 М тіосечовини ($(NH_2)_2CS$) і 0,5 М натрій селеносульфату (Na_2SeSO_3). Молярні співвідношення цих компонентів становили 1 : 40 : 20 : 10 : 0,2–5, відповідно. Змінним параметром синтезу плівок CdS_xSe_{1-x} був вміст Na_2SeSO_3 у робочих розчинах. З цією метою було приготовано ряд з п'яти робочих розчинів, у яких молярні співвідношення компонентів $(NH_2)_2CS : Na_2SeSO_3$ становили 10 : 0,2, 10 : 0,5, 10 : 1, 10 : 2 та 10 : 5, відповідно. Синтез плівок CdS_xSe_{1-x} здійснювався шляхом наливання робочих розчинів у ванни, зануренням скляних підкладок та витримуванням їх протягом 60 хв за температури 70 °С. Після завершення процесу осадження підкладки виймали з ванн, промивали дистильованою водою та сушили на повітрі.

За результатами рентгенофазового аналізу зразків плівок CdS_xSe_{1-x} , виконаного на дифрактометрі Aeris Research (PANalytical), встановлено, що зразки є однофазними та містять кубічну фазу, яка належить до структурного типу ZnS. Дифракційні піки цієї фази займали проміжне положення між теоретичними піками кубічних фаз CdS і CdSe, що вказує на утворення твердого розчину заміщення CdS_xSe_{1-x} .

Виміряно спектри оптичного пропускання плівок CdS_xSe_{1-x} ($T(\lambda)$) на спектрофотометрі XION 500 (Dr. Lange) у діапазоні довжин хвиль (λ) від 340 до 900 нм. Отримані спектри наведено на Рис. 1. Встановлено, що пропускання (T) плівок зростає зі збільшенням довжини хвилі, починаючи від 340 нм, із різким підвищенням біля 500 нм для плівки CdS_xSe_{1-x} , синтезованої з робочого розчину зі співвідношенням $(NH_2)_2CS : Na_2SeSO_3 = 10 : 0,2$. З переходом до робочих розчинів з більшим вмістом Na_2SeSO_3 (співвідношення 10 : 0,5, 10 : 1, 10 : 2 та 10 : 5) різке підвищення оптичного пропускання плівок зміщується до ~ 600 нм. Ця зміна супроводжується також переходом кольору плівок CdS_xSe_{1-x} від жовто-оранжевого до червоного. Після різкого підвищення оптичне пропускання плівок дещо зменшується, а потім залишається майже незмінним.

За отриманими спектрами $T(\lambda)$ (Рис. 1) побудовано залежності у координатах $(\alpha \cdot hv)^2 - hv$ (Рис. 2). На основі цих залежностей, за допомогою дотичних, визначено значення оптичної ширини забороненої зони (E_g) плівок CdS_xSe_{1-x} , аналогічно до методу, описаного в літературі [1]. Встановлено, що величина E_g становить 2,35 еВ для плівки CdS_xSe_{1-x} , синтезованої з робочого розчину зі співвідношенням $(NH_2)_2CS : Na_2SeSO_3 = 10 : 0,2$. З переходом до робочих розчинів з більшим вмістом Na_2SeSO_3 (співвідношення 10 : 0,5, 10 : 1, 10 : 2 та 10 : 5) величина E_g плівок поступово зменшується до 2,20, 2,14, 2,07 і 1,94 еВ, відповідно. Отже, величину E_g плівок CdS_xSe_{1-x} можна регулювати в певних межах, задаючи відповідні умови їхнього хімічного синтезу.

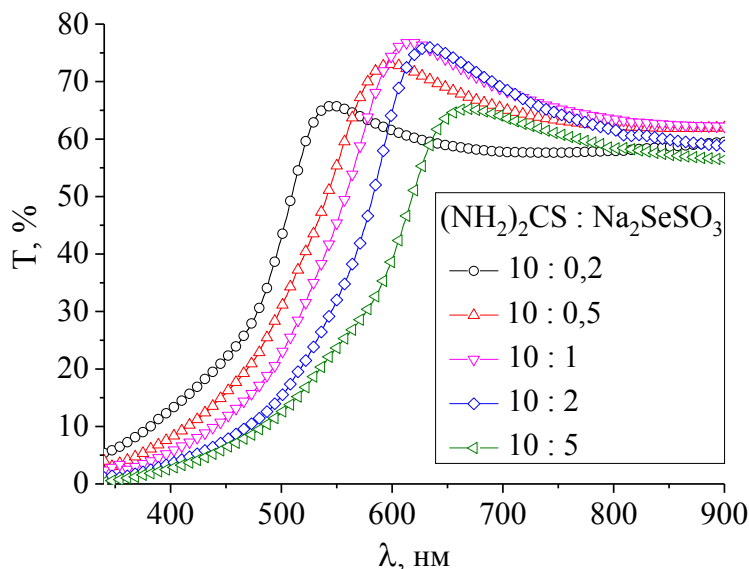


Рисунок 1. Спектри оптичного пропускання $T(\lambda)$ плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, синтезованих з різними молярними співвідношеннями компонентів $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3$

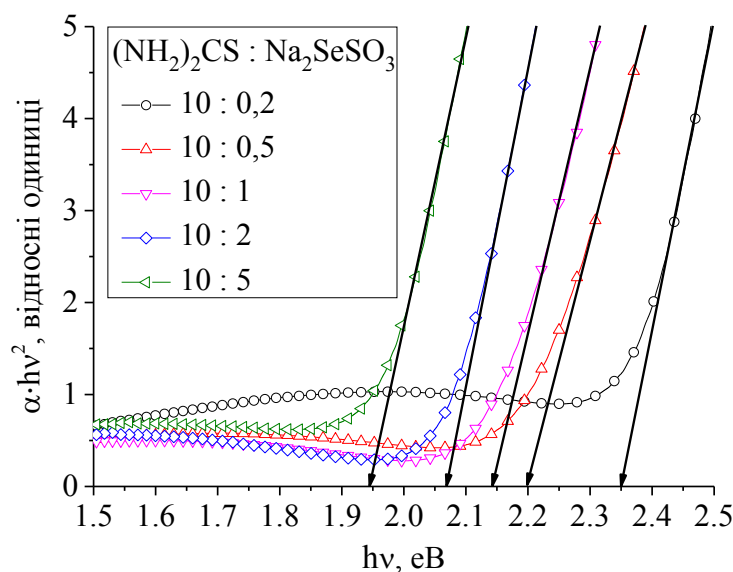


Рисунок 2. Залежності поглинання у координатах $(\alpha \cdot hv)^2 - hv$ плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, синтезованих з різними молярними співвідношеннями компонентів $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3$

Дослідження виконано за підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках наукової роботи проекту для молодих учених «Теоретичні та експериментальні основи хімічного синтезу модифікованих плівкових напівпровідників типу A^2B^6 для альтернативної енергетики» (номер державної реєстрації 0124U000522).

Література

1. Raval A.V., Shaikh I.A., Jain V.M., Shastri N.M., Patel P.B., Saini L.K., Shah D.V., 2020. Deposition and Characterization of Indium Selenide Thin Films for Opto-electronic Devices. Vol. 12, No. 2, 02010. DOI: [https://doi.org/10.21272/jnep.12\(2\).02010](https://doi.org/10.21272/jnep.12(2).02010).

УДК 621.891.2

М.А. Гловин, аспірант; І.В. Костецький, аспірант
(Державний університет «Київський авіаційний інститут»)

ВПЛИВ ВІДПАЛУ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕВТЕКТИЧНОГО ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ПОКРИТТЯ

М.А. Hlovyn, postgraduate student, I.V. Kostetsky, postgraduate student

INFLUENCE OF ANNEALING ON THE TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF EUTECTIC ELECTRIC SPARK COATING

Сучасний підхід до створення нових матеріалів акцентує увагу на використанні метастабільних станів, які формуються під час нерівноважної кристалізації металевих сплавів у процесі нанесення покриттів фізичними методами. Ці технології базуються на застосуванні концентрованих джерел енергії з високою щільністю потужності, таких як лазерне випромінювання, плазмові потоки, детонаційно-газові технології, електроіскрове легування та вибухове напилення.

Короткочасна високоенергетична дія сприяє формуванню в покритті нерівноважних фаз і структур, які недосяжні за стандартних умов. Такі стани надають покриттям характерних властивостей, обумовлених з'єднанням нерівноважних структур і фаз. Додатково з'являється можливість регулювати ці властивості, переводячи покриття в більш рівноважний термодинамічний стан

Для виконання такого завдання були виготовлені електроіскрові покриття із евтектичного сплаву (див. табл. 1), нанесеного на підкладку із сталі 12X18H10T.

Таблиця 1. Хімічний склад евтектичного сплаву в масових частках

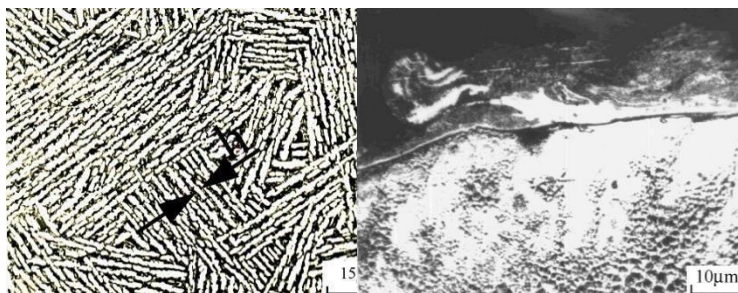
C	B	Cr	Ni	V	Ni	Al	Cu	Mn	Fe
2,8	1,0	1,0	6,0	8,0	4,2	4,1	19,0	5,0	48,9

В сталі присутні метали Ti і Cr, активні до інтенсивного окислення в умовах високих температур, тому електроіскрове легування проводилось в середовищі захисного газу – аргону. Відпал проводився у вакуумній печі СШВЛ за тиску залишкової атмосфери 5 мм. рт. ст. і температурі 900 °С (0,75Тпл) протягом 15 і 45 хв. Зразки охолоджувалися разом із піччю.

Випробування на тертя і зношування проводилися на установці М22-П за наступних умов: схема спряження: вал – частковий вкладиш; матеріал контртіла – сталь 45 (HRC 45); тертя – без мащення; швидкість ковзання – 0,5 м/с; питомі навантаження – 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 МПа; площа зразка – 1 см²; шлях тертя – 1000 м.

Мікроструктура початкового електроіскрового евтектичного покриття (рис. 1, б) представлена сумішню ультрадисперсних кристалів бориду титану та хрому, рівномірно розподілених у металевій матриці, що за хімічним складом відповідає нержавіючій сталі 12X18H9. Білі зони в структурі покривають ділянками, що не піддаються травленню в реактиві, а також областями конгломератів фази, які не зазнали розпаду. Темніші зони належать до ділянок, що частково протравлені й перебувають у більш рівноважному стані. Така мікроструктура принципово відрізняється від структури матеріалу в литому стані (рис.

1, а), після закінчення часу електроіскрового напилення відбувається перехід до іншого механізму евтектичної кристалізації з утворенням структури фази тонкодисперсного конгломерату. Така структура змінює механізм зміцнення в порівнянні з литим станом. При низьких швидкостях охолодження, характерних для рівноважної кристалізації каркасу розплаву, формується розгалуження із боридів, які беруть на себе основне навантаження під час тертя, тоді як сталева матриця забезпечує передачу та рівномірний розподіл напруження між окремими гілками каркасу.



а б

Рисунок 1. Структура досліджуваного евтектичного сплаву в литому стані (а) і напиленого у вигляді електроіскрового покриття (б)

Високотемпературний відпал вихідного покриття спричиняє частковий розпад пересиченої металевої матриці, зниження мікротвердості та коагуляцію ультрадисперсних кристалів боридів. Зі збільшенням тривалості відпалу зростає ступінь розпаду твердого розчину на основі заліза та інтенсивність коагуляції боридних кристалів, що призводить до зміни мікромеханічних властивостей структурних компонентів покриття.

За результатами дослідження хімічного складу плівок, що існують під час тертя, виявлено такі закономірності. Основу окисних плівок, як у вихідному, так і у відпаленому покритті, становлять сполуки заліза з киснем, іноді леговані хромом і нікелем у концентраціях (в атомних частках, %) від 18,6 до 1,8 і від 4,9 до 0,17 відповідно. Хімічний склад цих сполук відповідає формулам Fe_2O_4 і Fe_2O_3 . Інші метали, наявні в покритті, хоча і мають вищу активність в порівнянні із залізом, але самостійно окремих оксидів не утворюють. Збільшення часу відпалу знижує корозійну стійкість вихідного покриття, що, у свою чергу, призводить до зростання кількості окисних плівок.

Висновок. Внаслідок відпалу відбуваються взаємозалежні процеси, які впливають на їхні властивості в різних напрямках. З одного боку, збільшується кількість окисних плівок, які забезпечують функцію твердого мастильного шару, а також збільшується пластичність покриття, що зменшує ризик утомного руйнування та викришування, сприяючи зменшенню зношування. З іншого боку, знижується твердість і міцність металевої матриці, яка виконує несучу функцію, що може підвищити зношування покриття, особливо за значних навантажень.

Література

1. Пат. 102244 України. Зносостійкий евтектичний сплав на основі заліза / Кіндрачук
2. М. В., Лабунець В. Ф., Денисенко М. І., Загребельний В. В., Гуменюк І. А., Нечепорук
3. В.В., Добрянський С.С.; № и 2015 03259; заявл. 07.04.2015; опубл. 26.10.2015, Бюл. № 20. 2. В. С.Панарін, І. А. Гуменюк, М. В. Кіндрачук, О. В. Тісов. Дослідження триботехнічних характеристик електроіскрових покриттів з евтектичного сплаву на сталі 12Х18Н10Т. Проблеми трибології. – 2017. – №4 – С. 6–11.
4. І. А. Гуменюк, В. В. Харченко, М. А. Гловин, І. В. Костецький. Вплив термічної обробки на триботехнічні властивості евтектичного електроіскрового покриття. Проблеми тертя та зношування. - 2023.- №2 (99). С. 140 -145. [http://dx.doi.org/10.18372/0370-2197.2\(99\).17629](http://dx.doi.org/10.18372/0370-2197.2(99).17629)

УДК 621.791.763

М.А. Довбуш, В.М. Ракочий, В.Р. Баран

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ ТРУБИ МАЛОГО ДІАМЕТРА

MA. Dovbush, V.M. Rakochy, Baran VasyI

AUTOMATIC CONTROL OF THE SMALL DIAMETER PIPE FLEXIBLE ELECTRODE WELDING PROCESS

Для вивчення особливостей технологічного процесу дугового зварювання як об'єкта регулювання необхідно узагальнену схему зварювального процесу (рис. 1) деталізувати з урахуванням основних взаємозв'язків, властивих розглянутому способу зварювання. Тут можна виділити два внутрішні замкнені контури регулювання. За допомогою контуру, що охоплює джерело живлення та дугу, де плавиться електрод, реалізується процес саморегулювання електрода. Другий контур охоплює зварний шов, електрод і дугу та показує вплив прогину вільної поверхні зварювальної ванни й глибини проплавлення на довжину дуги. Кінцевим елементом схеми є зварний шов, геометричні розміри якого (глибина проплавлення h , ширина b , катет a) поряд з хімічним складом і структурою визначають експлуатаційні властивості зварного з'єднання. У реальних умовах кожний з елементів, представлених в узагальненій схемі, функціонує в умовах збурень, що приводить до відхилень розмірів зварного шва від установлених значень і появи дефектів: непроварів, підрізів, напливів тощо [1].

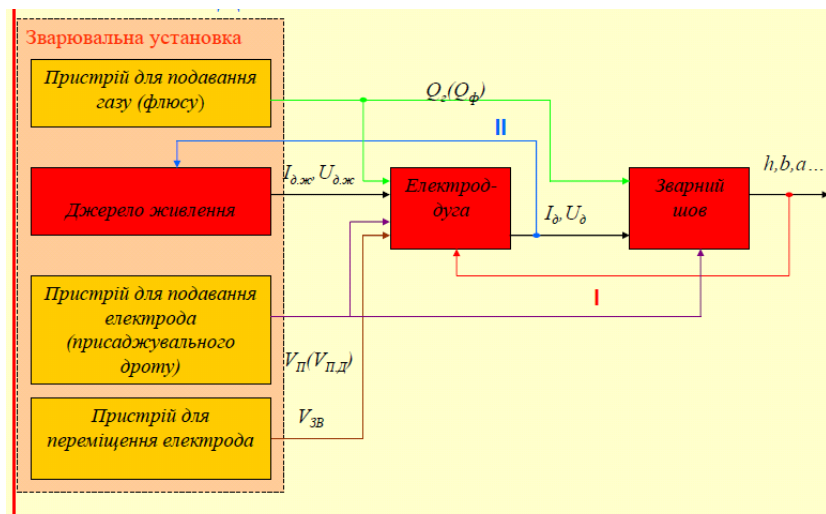


Рис. 1. Узагальнена схема об'єкту керування при дуговому зварюванні

Збурювання по параметрах режиму зварювання безпосередньо впливають на процеси плавлення основного й електродного металів і їх співвідношення в металі шва. Так, глибина проплавлення зв'язана струмом залежністю: $H = k_{np}I_d$, де k_{np} - коефіцієнт пропорційності, обумовлений полярністю й щільністю струму, швидкістю зварювання, щільністю металу, составом захисного середовища і т.д. Зі збільшенням струму зростає не тільки глибина проплавлення, але й частка основного металу в металі шва. Збурювання по напрузі дуги впливають на ширину й частку основного металу.

Зміна швидкості зварювання складним чином впливає на форму зварного шва. При малих швидкостях (10 м/год при зварюванні під флюсом) внаслідок зниження інтенсивності витиснення розплаву з-під стовпа дуги величина проплавлення мінімальна. Зі збільшенням швидкості зварювання до 25 м/год проплавлення збільшується, а потім через зниження погонної енергії - зменшується. Таким чином, залежно від установленної швидкості зварювання її зміни можуть бути пов'язані зі змінами глибини проплавлення, як в прямій, так і зворотній залежності. Ширина шва зв'язана зі швидкістю зварювання зворотною залежністю. Зміни вильоту електроду, особливо при зварюванні електродним дротом малого діаметра, суттєво впливають на форму шва. Це обумовлене тим, що зміни вильоту електроду суттєво впливають на продуктивність його розплавлювання, у результаті чого змінюється струм, а отже, і глибина проплавлення h [2].

Схема процесу програмного керування зварювання неплавким електродом наведена на рис. 2.

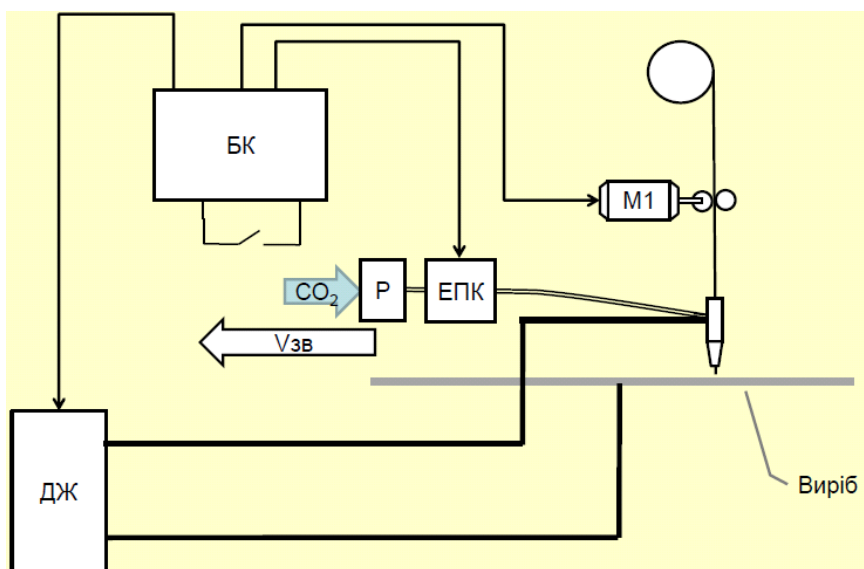


Рис. 2. Схема процесу програмного керування зварювання неплавким електродом

Технологічні збурювання, обумовлені порушеннями технології підготовки й складання виробів під зварювання, у багатьох випадках є основною причиною відхилень від заданих розмірів зварних швів і появи в них небезпечних дефектів. Так, наявність іржі, вологи, масла, фарби й інших вологих речовин на поверхнях, що зварюються, а також підвищений вміст вологи у флюсі, захисному газі приводять до утворення пор у зварному шві. Підвищений зазор у стику приводить до утвору таких небезпечних дефектів, як провисання шва й прожог. Складання заготовок з перевищенням крайок приводить до утвору напливів і непроварів кореня шва. Не менш важлива умова одержання якісних зварених з'єднань - забезпечення точного розташування електроду стосовно крайок, що зварюються, або шару.

Література

1. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням. Вид. ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 178 с.
2. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактного точкового зварювання деталей сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.

УДК 621.891

М.Г. Павлусик, Р.Р. Савіцький, Ю.С. Тимочко

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

ОСНОВНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

M.G. Pavlusyk, R.R. Savitskyi, Yu.S. Tymochko

BASIC METHODS FOR DETERMINING THE WEAR OF FRICTION PAIRS OF AUTOMOBILE ENGINE PARTS

Зносостійкість деталей трибоспрязень двигуна автомобіля, як на пускових так і в експлуатаційних режимах оцінюють при допомозі різноманітних методів вимірювання величини зносу робочих поверхонь пар тертя.

Мікрометраж – найбільш поширений метод визначення величини зносу по зменшенню лінійних розмірів деталей. Величину зносу визначають за допомогою контактних або безконтактних вимірювальних приладів та інструментів. Особливість методу – достовірні результати вимірювання величини зносу можна одержати тільки після довготривалих досліджень, при достатньо великому зносу поверхонь деталей. Основні недоліки методу – висока трудоемкість процесу вимірювання, недостатня достовірність одержаних результатів, неможливість встановити закономірність процесу зношування за даний період.

Ваговий метод. Застосовується для визначення сумарного вагового зносу всіх поверхонь тертя деталей по зменшенню їх маси. В якості вимірювальних приладів застосовують аналітичні ваги типу АДВ-200, ВЛА та інші. Як правило, даний метод застосовують для визначення величини зносу невеликих деталей (поршневі кільця, вкладиші, втулки та інші). Недолік – необхідність повного розбирання даного вузла тертя, його промивання та очищення.

Метод визначення заліза в мастильному матеріалі. Суть методу полягає в оцінці величини зносу сталевих та чавунних деталей по збільшенню концентрації заліза в мастильному матеріалі. Зміна концентрації заліза в мастильному матеріалі відповідає зміні швидкості зношування поверхонь тертя деталей за період дослідження. Застосування даного методу не вимагає розбирання вузла тертя і спеціальної його підготовки до випробувань і як правило, він використовується як допоміжний до інших вище перелічених методів.

Метод радіоактивних ізотопів відноситься до найбільш чутливих методів вимірювання величини зносу (до 10⁻⁸ г). Застосовують даний метод для дослідження динаміки процесу зношування поверхонь тертя на основних режимах роботи двигунів автомобілів без їх зупинки та розбирання вузла тертя. Суть методу – досліджувану деталь активують і встановлюють у відповідний вузол тертя двигуна автомобіля. В процесі роботи двигуна дана деталь зношується, а радіоактивні продукти зносу попадають в мастильний матеріал, активність якого зростає пропорційно величині зносу деталі. Характер зміни активності мастильного матеріалу вказує на залежність величини зносу деталі від умов та режимів роботи двигуна.

Метод штучних баз ґрунтується на визначенні величини лінійного зносу поверхонь тертя по зміні глибини лунки, або відбитку, які нанесені на досліджувану поверхню даної деталі. Особливість методу – надзвичайно локалізований місцевий характер результатів

вимірювання величини зносу поверхні тертя безпосередньо в зоні розміщення лунки або відбитку. Недоліки методу – великі затрати на розбирання та складання вузла тертя, нарізання та вимірювання великої кількості лунок, неможливість аналізувати динаміку процесу зношування.

Метод спектрального аналізу призначений для визначення концентрації продуктів зносу у мастильному матеріалі і заснований на загальних принципах емісійної спектроскопії. Переваги методу – можливість визначати вміст біля 20 різних елементів в мастильному матеріалі, які свідчать про зношування різних деталей (гільз циліндрів, поршневих кілець, поршнів, вкладишів підшипників колінчастого валу), а також незначні трудоемність та вартість проведення аналізу. Недоліки методу – можливість, по результатах спектрального аналізу встановити швидкість зношування лише декількох однотипних деталей в залежності від умов і режимів роботи двигуна.

Метод поверхневої активації (диференціальний метод радіоактивних індикаторів визначення і контролю величини зносу деталей пар тертя). При даному методі величина зносу визначається по зменшенні відносної активності опроміненої ділянки поверхні тертя даної деталі. Як правило, в зоні найбільшого зносу поверхні деталі активують пляму діаметром 4...8мм на глибину 100...300мкм. Глибина активованого шару залежить від енергії і природи прискорених часток, а також від кута падіння потоку частинок на робочу поверхню і повинна бути більшою ніж очікувана величина зносу. Після встановлення активованої деталі (гільза циліндра) у двигун гама випромінювання проникає через блок циліндрів і реєструється радіометричною апаратурою у вигляді середньої швидкості електричних імпульсів.

В процесі роботи двигуна активована поверхня тертя зношується, продукти зносу виносяться із зони радіоактивного контакту, а швидкість зчитування імпульсів зменшується, що виражається відношення активності плями контакту під час досліджень до активності плями на початку дослідження, тобто характеризує процес зносу поверхні тертя гільзи циліндра. При допомозі даного методу можна визначити величину лінійного зносу практично любой ділянки поверхонь тертя різних деталей, які доступні для активації при достатньо високій точності методу.

Інші методи оцінки та контролю величини зносу деталей пар тертя основані на зміні службових властивостей або деяких параметрів трибо спряження: плунжерні пари паливних насосів – витік мастильного матеріалу; робочий стан деталей циліндро-поршневої групи – розхід моторного мастила, кількість та тиск газів, які прорвались в картер; зубчасті передачі – по кутовому люфту або зміні кута зачеплення; шум, вібрація, стук двигуна – віброакустичні методи.

Література

1. ГУРКА, А., et al. Structural and energetic self-organization of antifriction composite materials of car parts during friction and wear. *Problems of Tribology*, 2024, 29.2/112: 67-73.
2. ГУРКА, А., et al. Комплексна методика дослідження та критерії оцінювання трибоспряжень машин та механізмів. *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»*. Кропивницький: ЦНТУ. 2023.–430 с., 2023, 60.

УДК 624.012.45

М.І. Гудь, к.т.н.; М.З. Попович

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

М.І. Hud, Ph.D.; M.Z. Popovych

INVESTIGATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF DUAL-PURPOSE STRUCTURES

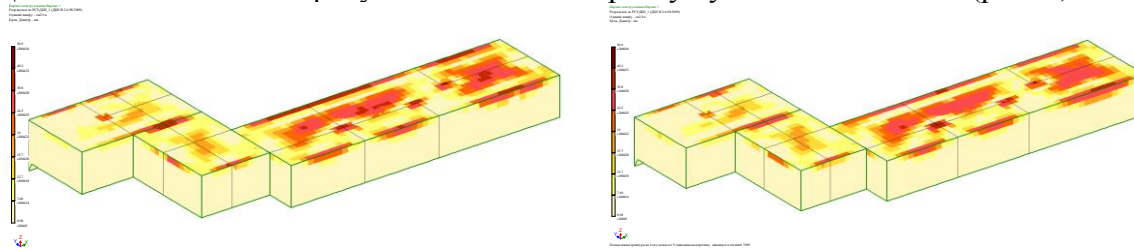
За останні декілька років в Україні зросла частка монолітних каркасних будинків, особливо в західних областях країни, через внутрішньо переміщених осіб. Також за останні роки було оновлено декілька державних будівельних норм та національних стандартів в сфері будівництва, а саме захисту цивільного населення під час надзвичайних ситуацій. Так були актуалізовані норми ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» в яких передбачається влаштування захисних споруд для масового будівництва [1].

Найпопулярніше рішення для житлових будівель – це виконання споруд подвійного призначення (СПП), які розміщуються у підвальних поверхах. Таке рішення зменшує площу забудови ділянки і дозволяє людям швидко потрапити в захисну споруду без надмірної загрози їх життю під час переміщення до неї.

Конструкції споруд подвійного призначення розраховуються на всі розрахункові навантаження які діють в будівлі, а також додаткового на тиск від повітряної ударної хвилі, якщо споруда подвійного призначення розташована в межах території забудови, то характеристичне значення цього навантаження становить 100 кПа. В залежності від конструкції і її розміщення, розрахункове навантаження може бути збільшене або зменшене, так для перекриття навантаження від ударної хвилі буде становити 100 кПа, для заглибленої стіни в глинистий ґрунт – 50 кПа, для стіни яка знаходиться в приміщенні будівлі – 130,5 кПа. Як помітно, ці значення в десятки разів більші від корисних навантажень в будівлі, і типові конструкції для цього не підходять [2].

Зазвичай конструкції СПП рахують в складі самої будівлі, але оскільки робота залізобетонних елементів відрізняється в експлуатаційному стані і пошкодженому (чи зруйнованому) [3], то вартує також досліджувати будівлю без врахування конструкцій споруди, що не відносяться до СПП.

В кваліфікаційній роботі виконане моделювання каркасного залізобетонного житлового будинку з приміщеннями подвійного призначення у підвальному поверсі. На будівлю задані відповідні розрахункові навантаження і додаткові від тиску ударної хвилі. Досліджена модель із врахуванням всього каркасу будівлі та без нього (рис. 1).



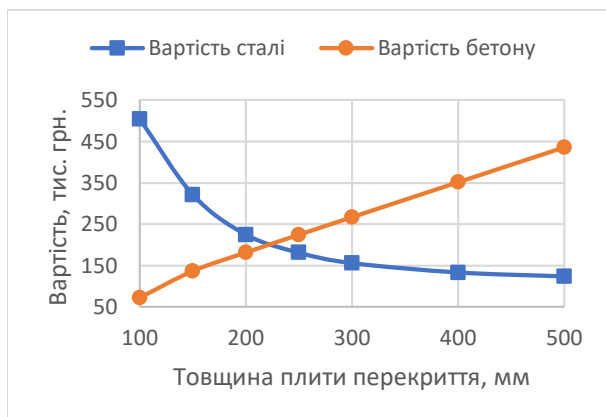
а)

б)

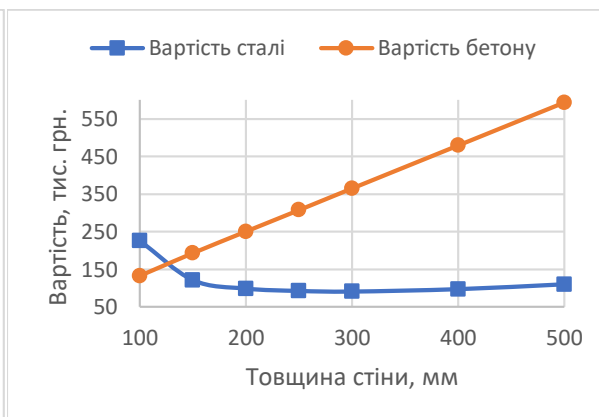
а) – при повному каркасі будівлі; б) – при врахуванні лише конструкцій СПП

Рисунок 1. Армування конструктивних елементів СПП в напрямку Y

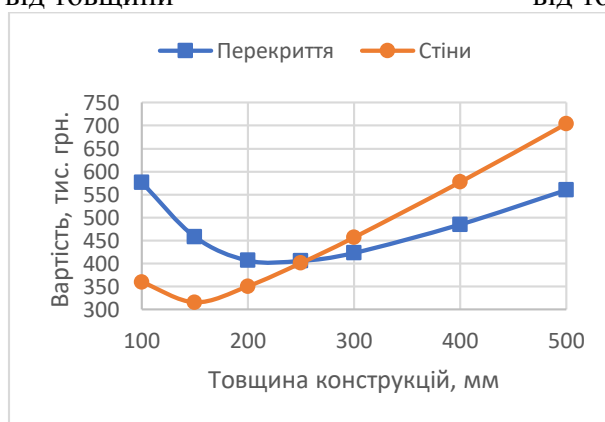
Також досліджена оптимальна товщина конструкцій подвійного призначення, яка повністю зможе сприймати данні навантаження і бути найбільш економною (діагр. 1, 2, 3). Для розрахунку ціни прийнятий клас бетону C20/25 P1 F200 W6 з вартістю (на 20.11.24р) – 3 018 грн. за куб, арматура класу A400С з вартістю – 34 тис. грн. за тону.



Діаграма 1. Зміна вартості матеріалів перекриття від товщини



Діаграма 2. Зміна вартості матеріалів стін від товщини



Діаграма 3. Сумарна зміна вартості матеріалів конструкцій СПП від їх товщини

Отже, при даній конструктивній схемі будівлі та СПП різниця витрат матеріалів при врахуванні повного каркасу і без його врахування становлять 1,7-3,2%. Також визначена оптимальна товщина перекриття – 200-300 мм, при менших товщинах – великі витрати сталі, при більших – великі витрати бетону. Оптимальна товщина стін – 150 мм, але цей результат не враховує проникності радіації та різних осколків крізь неї.

Література

1. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту [Чинний від 01.11.2023]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2023. 112 с.
2. К. М. Мельникова, В. І. Щавурський, М. І. Гудь. Конструктивне влаштування перекриття громадських будівель // Матеріали X II Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 102. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).
3. І. Лисий, А. Лиса, Г. Крамар, М. Гудь. Моделювання роботи пошкодженої залізобетонної колони з використання ПК «ЛІРА» // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 58–59. — (Міцність сучасних матеріалів і конструкцій).

УДК 624.012.25

О. Конончук, канд. техн. наук, доцент, М. Хома, І. Первак, Н. Іваськов, Б. Дутка
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЕННЯ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

A. Kononchuk, Ph.D., Assoc. Prof., M. Khoma, I. Pervak, N. Ivaskov, B. Dutka

RESEARCH OF STRENGTHENING OF FLEXURAL REINFORCED CONCRETE ELEMENTS USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Значна кількість залізобетонних конструкцій в Україні, зокрема промислових будівель та мостів втрачають або втратили свою відповідність сучасним стандартам. Основними факторами, які сприяють цьому є: зростання інтенсивності їх використання; збільшення вимог навантаженості; втрата корозійної стійкості внаслідок впливу агресивного середовища, тощо.

В останнє десятиліття, армовані полімер-композити набули широкого використання в світі для зміцнення конструктивних елементів залізобетонних конструкцій. Багатьма дослідниками виявлено, що використання композитів є ефективним, надійним і економічно ефективним засобом підсилення та продовження ресурсу використання залізобетонних конструкцій.

Метою даних досліджень є чисельне моделювання напружено-деформованого стану та оцінка міцнісних характеристик повномасштабних згинальних залізобетонних балок до та після їх підсилення вуглецевим полотном Sika Wrap з урахуванням різних схем підсилення. Проведення порівняльного аналізу отриманих даних з експериментальними та встановити ефективність різних схем підсилення.

В експериментальних дослідженнях було використано 12 дослідних балок номінальними розмірами 100×160×2000 мм. Дослідні зразки армувались таким чином, щоб запобігти виникненню похилих тріщин та забезпечити мінімальне армування нормальних перерізів. Усі балки армували поздовжньою робочою стержневою арматурою 2Ø10 А 500С та поперечною арматурою Ø6 А 240С, яка встановлювалась з кроком 50 мм, крім зони чистого згину. Верхня монтажна арматура із дроту Ø4 Вр-І.

Повномасштабну тривимірну модель підсиленої вуглецевим полотном залізобетонної балки створювали з використанням скінченноелементного програмного комплексу ANSYS. З урахуванням умов симетрії моделювали чверть залізобетонної балки. При моделюванні застосовували описану D. Kachlakev в праці [1] методику, що забезпечило задовільну точність розрахунків.

Здійснено порівняльний аналіз отриманих МСЕ даних (прогину, відносних деформацій арматури) з експериментальними. Задовільне узгодження експериментальних даних з теоретичними засвідчило ефективність його застосування для моделювання залізобетонних конструкцій при зміні міцнісних характеристик бетону, арматури, силових впливів, конструкційних факторів та ін.

Література

1. Kachlakev, D.I., Retrofit of Historic Structures Using FRP Composites. ICCE/6 Sixth Annual International Conference on Composites Engineering, Orlando, FL, 387-388, 1999.
2. Kononchuk O., Skyba O.: Computer software system as a tool for simulating the building constructions operation. Monografia. Projekt interdyscyplinary projektem XXI wieku. Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. – 2017. – Tom 1. – pp. 155 – 162.

УДК 621.891

О.В. Аношкін, Н.В. Бортник, І.В. Букатка

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

НЕРУЙНІВНИЙ ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

O.V. Anoshkin, N.V. Bortnyk, I.V. Bukatka

NON-DESTRUCTIVE THERMAL TESTING OF AUTOMOTIVE TIRES

Робота пневматичних шин надзвичайно складна і напружена. Шина повинна бути досить еластичною, міцною та зносостійкою, витримувати не тільки нормальне, тангенціальне але і бокове навантаження. Крім цього, автомобільна шина повинна пом'якшувати поштовхи та удари, протидіяти стиранню (зношуванню) і складним багаторазовим деформаціям. Звідси високі вимоги до її технічного стану, який необхідно оперативно контролювати.

Автомобільна шина має складну конфігурацію і складається з багатьох конструктивних елементів. Гумокордна конструкція є композитом, який поєднує жорсткий і міцний матеріал з однорідною матрицею та штучні каучуки, які є в'язко-пружними матеріалами зі своїми фізико-механічними та теплофізичними властивостями. Зовнішні прояви загального стану автомобільної шини, при будь яких принципах неруйнівного контролю, завжди будуть залежати від перелічених властивостей. Як висновок – необхідність системного підходу до вивчення фізичних проявів справного та дефектного станів автомобільної шини

До цього часу не розроблено прийнятої феноменологічної теорії втомливої витривалості гумових матеріалів, яка б дозволила описати експериментальні дані при широкій зміні параметрів механічного навантаження і прогнозувати поведінку даних матеріалів в умовах експлуатації. Особливістю процесу руйнування гуми в елементах автомобільних шин є те, що вони відбуваються під дією багаторазових циклічних навантажень в процесі її взаємодії із дорожнім покриттям. У багатьох елементах автомобільної шини вже на етапі її виготовлення виникають внутрішні дефекти, які в процесі її експлуатації, під дією циклічного навантаження посилюються, що призводить до критичного руйнування.

Для діагностування технічного стану автомобільної шини, як правило, використовують ультразвукові методи, методи акустичної емісії та теплофізичні методи. При застосуванні методу акустичної емісії реєструють природні пружні імпульси, які дозволяють виявити (як критерій оцінки стану автомобільної шини) структурно-механічну характеристику – енергію мікроруйнування. Прилади, які використовуються при даному методі, реєструють імпульси, які виникають внаслідок появи мікротріщин в матеріалі автомобільної шини. Для виявлення тріщин, розшарування, порожнин, розривів, чужорідних включень використовують ультразвукові методи при яких вимірюють поширення звуку і його згасання в конкретному матеріалі. Широке застосування даного методу обмежене складністю ультразвукової апаратури та неоднозначністю тлумачення одержуваних результатів.

Одним з найбільш ефективних методів неруйнівного контролю стану автомобільної шини являється тепловий неруйнівний контроль, суть якого полягає у вимірюванні температури. Використовують контактні або безконтактні методи. До переваг безконтактних методів, які сприймають та аналізують теплове випромінювання

відносяться: експрестність методу, мінімальний вплив суб'єктивних факторів, відсутність необхідності конструктивних змін в автомобілі.

На рисунку приведена структурна схема пристрою для оцінки стану автомобільної шини при використанні методу теплового неруйнівного контролю.

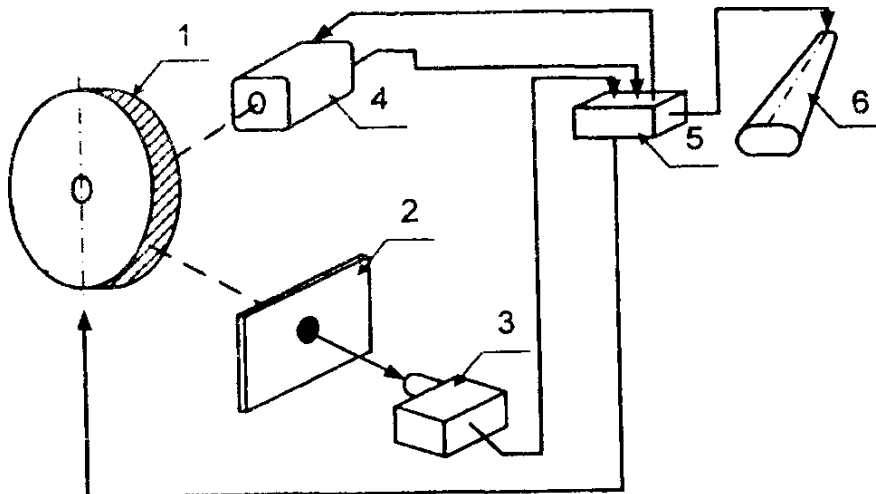


Рис. 1 Структурна схема пристрою для оцінки стану автомобільної шини.

Принцип роботи пристрою та послідовність дослідження температурного стану автомобільної шини. Автомобільне колесо (шина) 1 при певних параметрах силового навантаження та частоти обертання досліджується на спеціальному стенді. Інфрарчервоний пірметр 3 через швидкодіючу оптичну заставку 2, дія якої синхронізована із швидкістю обертання автомобільного колеса і забезпечує стробоскопічний ефект, вимірює температуру на поверхні шини і видає відповідно інформацію ПК 5. При температурній аномалії ПК видає команду на зупинку стенда та наводить на відповідне місце на автомобільній шині з підвищеною температурою поле зору тепловізора 4. Аналізуючи одержані дані тепловізор 4 будує тривимірний температурний профіль аномальної температурної зони на автомобільній шині і передає інформацію на ПК. Інформація з ПК передається на записуючий пристрій 6.

На базі одержаних результатів розраховується теплове поле по всій товщині автомобільної шини, виводяться на монітор цифрові та графічні дані, а також приймається рішення щодо можливості подальшої її експлуатації.пристроїв.

Література

1. Lyashuk, O., Pyndus Y., Gupka A., Gupka V., Sipravska M., Stashkiv M. 2019. The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria. ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28- 29, 2019, Ternopil, Ukraine. P. – 231-237. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3387620>
2. В.В. Аулін, А.Б. Гупка, С.В. Лисенко, Д.О. Великодний / Масштабно-рівневий підхід до аналізу процесів в матеріалах трибоспряжень деталей мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки / Кропивницький : - Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник : Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2017.- Вип. 47 Час. I . С. 52 - 58 с

УДК 669.018+624.04

Р.В. Теслюк; Н.З. Биків, доктор філософії

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ В БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

R.V.Teslyuk; N.Z. Bykiv, PhD

ADVANTAGES OF USING SHAPE MEMORY ALLOYS IN BUILDING CONSTRUCTIONS

Функціональні матеріали відіграють важливу роль у різних галузях науки і техніки завдяки своїм унікальним властивостям, серед яких особливе місце займають сплави з пам'яттю форми (СПФ). Ці матеріали мають здатність змінювати свою форму під впливом температури або механічного навантаження, а згодом відновлювати її при зміні умов [1]. Однак поведінка СПФ визначається не лише температурними факторами, а й видом напружено-деформованого стану конструкції.

Ключовим механізмом, що забезпечує ефекти пам'яті форми, є мартенситне перетворення — зворотна фазова трансформація між високотемпературною аустенітною фазою та низькотемпературною мартенситною фазою [2]. Цей дифузійний процес є менш активним і супроводжується суттєвими структурними змінами. У різних сплавах, таких як Au-Cd, Cu-Al-Ni, Ni-Ti, Cu-Zn-Al, мартенситні перетворення вивчалися для покращення властивостей матеріалів. Кристалографічні аспекти цих трансформацій були ретельно досліджені, зокрема типи мартенситних структур і механізми формування меж фаз.

Станом на 20 вересня 2024 року, кількість публікацій про СПФ на основі заліза (Fe-SMAs) у 2000-2024 роках у журналах, що індексуються Web of Science, зростає (Рис. 1).

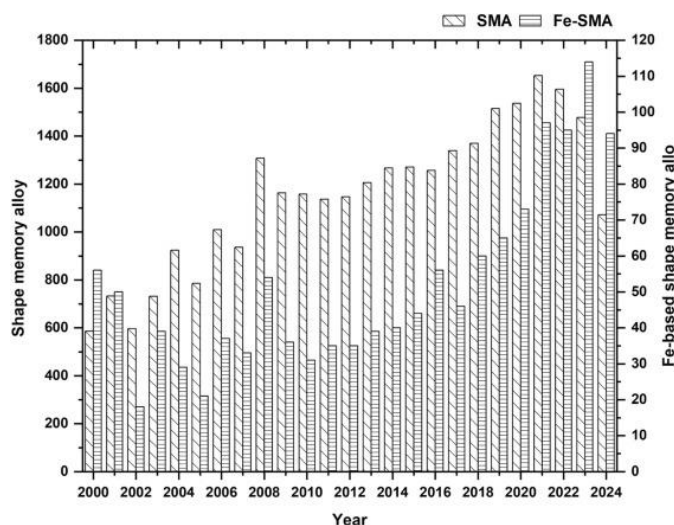


Рис. 1. Огляд публікацій про Fe-SMAs та інші SMAs [3]

включаючи Fe-Mn-Si та Fe-Ni-C, демонструють значні ефекти пам'яті форми [3].

Додатково, дослідження доводять ефективність СПФ у з'єднанні балок з колонами, де вони сприяють покращенню сейсмостійкості конструкцій. Також є успішні приклади

Fe-SMAs мають видатні характеристики, в обробці та зварюванні, низькотемпературну залежність критичного напруження перетворення та стабільну надпружну поведінку в широкому діапазоні температур. Fe-SMA можуть демонструвати нижчий тепловий гістерзис і майже ідентичну поведінку мартенситного фазового перетворення, ніж нітинольні SMA, такі як сплави Fe-Ni-Co, Fe-Pd і Fe-Pt. Однак сплави Fe-Pd, Fe-Pt на основі заліза, як правило, не виявляють псевдоеластичність при температурі навколишнього середовища, проте Fe-SMA з вищим тепловим гістерзисом,

використання прутків зі сплавів з пам'яттю форми для зміцнення бетонних балок [4, 5, 7]. У випадках землетрусів або вибухів такі прутки дозволяють закривати тріщини і відновлювати конструкцію без необхідності заміни значних елементів [6].

Таким чином, сплави з пам'яттю форми є перспективними матеріалами для демпфування коливань у будівельних конструкціях, а також для відновлення пошкоджених споруд. Вони демонструють високу ефективність при дії експлуатаційних навантажень та сейсмічних впливів, що робить їх незамінними у сучасному будівництві.

Література

1. Bykiv N., Iasnii V., Yasniy P., Junga R. Thermomechanical analysis of nitinol memory alloy behavior. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2021. Вип. 102, № 2. С. 161–167.
2. Iasnii V., Bykiv N., Yasniy O., Budz V. Methodology and some results of studying the influence of frequency on functional properties of pseudoelastic SMA. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2022. Вип. 107, № 3. С. 45–50.
3. Algamal A., Abedi H., Gandhi U., Benafan O., Elahinia M., Qattawi A. Manufacturing, processing, applications, and advancements of Fe-based shape memory alloys. Journal of Alloys and Compounds. 2025. Вип. 1010. С. 177068.
4. Україна, Спосіб незварного з'єднання гладких стержнів: пат. 155905 Україна: E04C 5/07, E04C 5/20. № u 2023 04417; заявл. 18.09.2023; опубл. 18.04.2024, Бюл. №16. 3 с.
5. Биків Н. З., Ясній П. В., Ясній В. П. Modeling of mechanical behavior of reinforced concrete beam reinforced by the shape memory alloy insertion using finite elements method. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2020. № 13. С. 24–34.
6. Биків Н. З., Ясній В. П. Застосування сплавів із пам'яттю форми у будівельних конструкціях. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2022. № 17. С.3–14.
7. Bykiv N., Iasnii V., Kosicka E. Joining the rebars with strengthened elements in a concrete beam. Procedia Structural Integrity. 2024. Вип. 59. С. 793–798.

УДК 621.791.763

С.О. Казновецький, П.В. Тесля

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ЗВАРНИХ ВИРОБІВ

S.O. Kaznovetskyi, P.V. Tesla

AUTOMATIC CONTROL OF THE PROCESS OF SPOT WELDING OF THIN-WALLED WELDED PRODUCTS

Зварювання – провідний технологічний процес при виробництві металевих конструкцій. З її допомогою переробляється приблизно 70 % готового прокату, що становить близько половини всієї сталі [1].

Забезпечення необхідного рівня якості зварених конструкцій і їх експлуатаційної надійності, підвищення продуктивності праці при поліпшенні умов роботи людей вимагають комплексної механізації й автоматизації в одному синхронізованому потоці всіх переділів, пов'язаних з виготовленням звареної конструкції. Прикладом такої організації виробництва є виготовлення електрозварних труб, опалювальних радіаторів і інших виробів з масовим характером випуску продукції.

Сучасний рівень розвитку зварювальної техніки й технології відрізняє велика різноманітність джерел нагрівання, їх енергетичних характеристик і способів теплового впливу на виріб. При розгляді процесів зварювання як об'єктів автоматичного керування доцільно виходити із загальної для всіх способів зварювання послідовності перетворення енергії.

Таким чином, формування звареного з'єднання можна розглядати як результат функціонування системи «джерело живлення-джерело нагрівання-виріб». Окремі компоненти цієї системи об'єднані зворотними зв'язками в складну багато зв'язкову систему [2].

Усе різноманіття параметрів процесу зварювання можна умовно розділити на три групи: енергетичні, що характеризують внесок енергії в процес утвору звареного з'єднання; кінематичні, що характеризують просторове переміщення або положення джерела нагрівання щодо виробу; технологічні умови, що характеризують, формування й кристалізації зварених швів, переносу електродного металу.

У виробничих умовах технологічний процес зварювання піддається впливам – збурюванням, що порушують його нормальне протікання, що й приводять до відхилень показників якості зварного з'єднання від необхідних значень. Збурення можуть бути прикладені до кожного із трьох компонентів зварювального процесу, однак класифікувати їх зручніше не по місці додатка, а за аналогією з параметрами зварювального процесу, рис. 1.

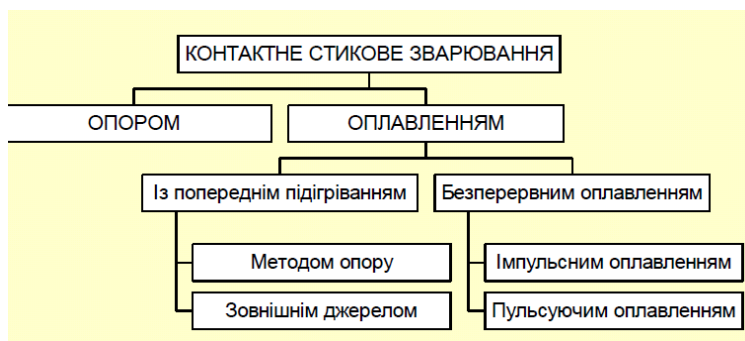


Рис. 1. Класифікація контактної стикової зварювання

Об'єктом автоматичного керування при контактному зварюванні є технологічний процес, який характеризується електричними й тепловими полями, а також пластичними деформаціями в зоні зварювання. Основні параметри процесу точкового зварювання: зварювальний струм $I_{зв}$; час зварювання $t_{зв}$; зусилля стиску $F_{сж}$ електродів; розміри робочої поверхні електродів і роликів.

Сучасний рівень вимог, пропонованих до зварених з'єднань, може бути вдоволені лише при оптимальному керуванні зварювальним процесом, із прогнозуванням якості звареного з'єднання. У цьому випадку повинне бути забезпечена така комбінація параметрів режиму зварювання і їх зміна в часі з урахуванням діючих обмежень, при якому виходить максимальне значення критерію оптимізації - діаметра ядра звареної крапки або її міцності.

Стабілізація основних параметрів режиму дозволяє забезпечити досить малі відхилення величини погонної енергії дуги від розрахункової. Забезпечення необхідного рівня показників якості зварених з'єднань і насамперед їх міцності вимагає завдання й підтримки встановлених значень більшості параметрів зварювального режиму з точністю не менш $\pm 5\%$. Зниження $I_{зв}$ на 10% може привести до зменшення діаметра ядра та, відповідно, міцності з'єднань при зварюванні сталей на 20-25% від номінального значення.

Схема стабілізації струму точкового зварювання наведена на рис. 2.

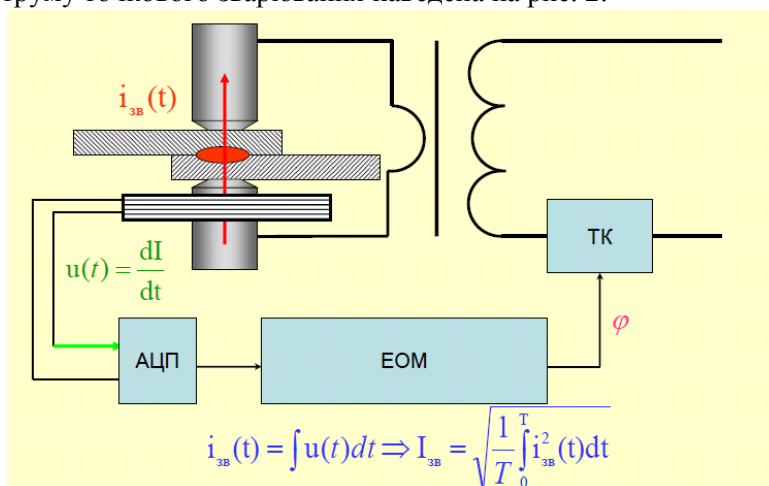


Рис. 2. Схема стабілізації струму точкового зварювання

Збурювання, найнебезпечніші при контактному стиковому зварюванні, підрозділяються на зовнішні й внутрішні. До зовнішніх збурень відносяться такі параметри регулювання: коливання напруги мережі; нестабільність контактних опорів між електродом і деталлю; нестабільність початкового контактного опору між деталями. Внутрішніми збуреннями є: повільні зміни опору зварювального контуру; збурювання, обумовлені нестабільністю пускорегулювальної апаратури машини тощо.

Література

1. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням». Вид. ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 178 с.
2. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактного точкового зварювання деталей сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.

УДК 631.356.22

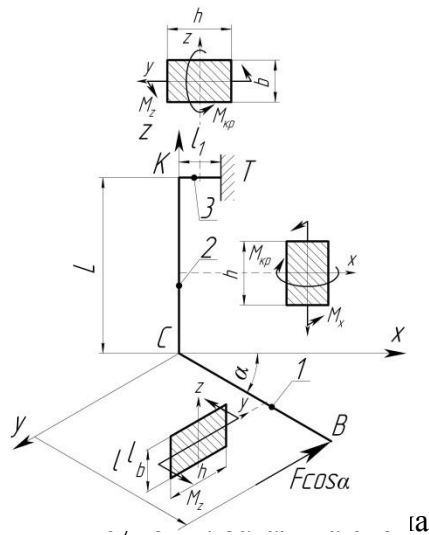
Т. А. Довбуш к.т.н., доцент; В. П. Олексюк к.т.н., доцент; В. В. Чомко; І. М. Данчук
 (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

НЕДОПУСТИМІСТЬ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ПРИСТРОЮ ПАСИВНОГО НОЖА ДООБРІЗУВАЧА ГИЧКИ

T. A. Dovbush, Ph.D.; V. P. Oleksyuk, Ph.D.; V. V Chomko; I. M. Danchuk

INADMISSION OF RESONANT OSCILLATIONS OF THE DEVICE OF THE PASSIVE KNIFE OF THE CUTTER OF SUGAR BEET LEAVES

Під час виконання технологічного процесу по дообрізанню гички цукрових буряків пасивним ножем, схематизація елементів якого показана на рисунку 1, елементи конструкції зазнають динамічних навантажень. Одне з них це – коливання, яке впливає на збільшення напружень в елементах пристрою.



доочисного пристрою пасивного
 ножа з навантаженнями та схеми
 переміщень

поперечного перетину елемента CT пристрою;

G – модуль зсуву, $G = 8 \cdot 10^4$ МПа.

отже

$$\omega_0 \approx \sqrt{\frac{g \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos^2 \alpha}}$$

Переміщення перетину до якого прикладена сила F від дії інших силових факторів нехтуємо.

Циклічна частота елементів пристрою від зовнішніх збуджень, тобто сили F .

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

Насамперед, недопустимо щоб частота власних коливань конструкції ω_0 пристрою не збігалася з частотою власних коливань ω , $\omega_0 \neq \omega$. Частота власних коливань системи:

$$\omega_0 \approx \sqrt{\frac{g}{\delta_{cm}}},$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \frac{M}{c^2}$;

δ_{cm} – лінійне переміщення перетину до якого прикладена сила F від її статичної дії, $\delta_{cm} = \Delta\varphi \cdot l$;

$\Delta\varphi$ – кутова деформація стержня CT ;

$$\Delta\varphi = \frac{F \cdot L \cdot l \cdot \cos \alpha}{\beta \cdot k \cdot G \cdot b^4},$$

k , β – коефіцієнти, які залежать від геометрії

де f – частота коливань елементів пристрою, від збуджуючої сили F $f = \frac{1}{T}$;

T – період коливання, $T = \frac{a}{v}$, a – відстань між буряками в рядку;

v – лінійна швидкість агрегату.

Таким чином

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot v}{a}.$$

Для безпечної роботи пристрою, щоб уникнути явище резонансу, необхідно забезпечити виконання умови:

$$\omega_0 \neq \omega, \text{ або } \sqrt{\frac{g \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos^2 \alpha}} \neq \frac{2 \cdot \pi \cdot v}{a}, \text{ або } \frac{v}{a} \neq \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \beta \cdot k \cdot G \cdot b^4}{F \cdot L \cdot l^2 \cdot \cos^2 \alpha}}.$$

Література

1. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
2. Хомик Н. І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, Н. А. Антончак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 320 с.
3. Evaluation technique of frame residual operational life. Taras Dovbush, Nadia Khomyk, Anatolii Dovbush, Bogdan Dunets. Scientific Journal of TNTU. Tern. : TNTU, 2019. Vol 93. No 1. P. 61–69. (Manufacturing engineering and automated processes).
4. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
5. Гевко Р. Б. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання : навчальний посібник до лабораторних робіт / Р. Б. Гевко, Н. І. Хомик, О. С. Жаровський, Т. А. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. – 256 с.
6. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Procedia Structural Integrity, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
7. Dovbush T., Dovbush A., Khomyk N., Tson H. (2021) Substantiation of flexible screw conveyor metal consumption under productivity maintenance conditions. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 103, no 3, pp. 33-42.
8. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Аналітичне дослідження напруженодеформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2015. – Вип. 158, С.44-50.
9. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Palyukh A. (2022) Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 108, no 4, pp. 5-15.
10. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.
11. Гевко Р.Б. Опір матеріалів. Конкурсні задачі, приклади розв'язування : навчальний посібник / Р. Б. Гевко, Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.М, 2020. – 160 с.
12. Dovbush T., Khomyk N., Tson H. (2024) Obgruntuvannia sylovykh parametriv pasyvnnoho nozha dlia doobrizuvannia holovok koreneplodiv tsukrovnykh buriakiv [Justification of the power parameters of the passive knife for trimming the heads of sugar beet]. Proceeding of I -st International Conference "Applied Mechanics" (Tern., 6-7 June 2024), pp. 174-177 [in Ukrainian].

УДК 631.356.22

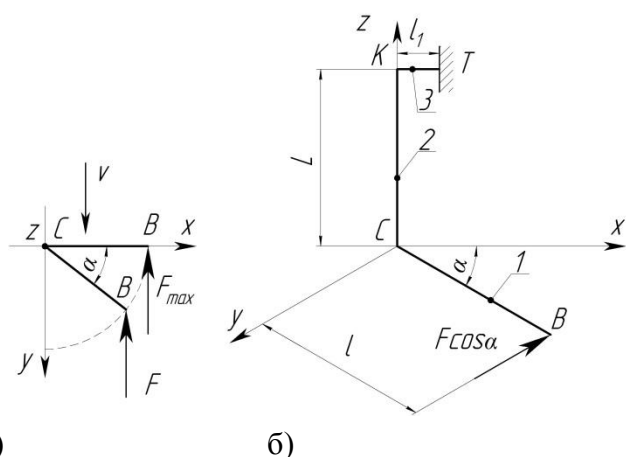
Т. А. Довбуш к.т.н., доцент; Н. І. Хомик к.т.н., доцент; А. В. Верескля
 (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНІХ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ В ЕЛЕМЕНТАХ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДООБРІЗАННЯ ГИЧКИ

T. A. Dovbush, Ph.D.; N. I. Khomyk, Ph.D.; A. V. Vereskliia

DETERMINATION OF INTERNAL FORCE FACTORS IN THE ELEMENTS OF THE DEVICE FOR CUTTING SUGAR BEET LEAVES

Пристрій для дообрізання гички цукрових буряків з пасивним ножем виготовлений з сталльної полоси прямокутного поперечного перетину $b \times h$ з подальшим гнуттям. Конструкція пристрою, це просторова стержнева рама жорстко закріплена одним кінцем до агрегату, а нижній елемент, пасивний ніж, до якого прикладена сила різання гички F вільний. Конструктивно можна змінювати кут нахилу ножа до початкового плоского положення на кут α . Збільшення кута нахилу α зменшує силу різання F . Сила різання F завжди протилежна напрямку руху агрегату. Схематизація елементів пристрою та їх орієнтація відносно руху агрегату показана на рисунку 1.



Проведемо почергове визначення внутрішніх силових факторів, а саме згинальних та крутних моментів, нормальними та перерізуючими силами нехтуємо.

Елемент BC , ніж сприймає деформацію згину:

$$M_{зг.}^B = 0,$$

$$M_{зг.}^C = F \cdot l \cdot \cos \alpha.$$

а) б)
 Рисунок 1. Загальна схема доочисного пристрою
 а – схематизація дії сил різання відносно руху агрегату;
 б – схематизація дії сили різання відносно орієнтації елементів пристрою: 1 – ніж; 2 – стояк; 3 – планка; α – кут нахилу ножа до напрямку руху агрегату; F_{\max} – максимальна сила зрізу головки буряка, при $\alpha = 0$; F – сила зрізу головки буряка, при $\alpha > 0$; $F_{\max} > F$.

Проводимо паралельний перенос складових сил різання до перетину C , та K , елементів CK та KT відповідно рисунок 2а, б.

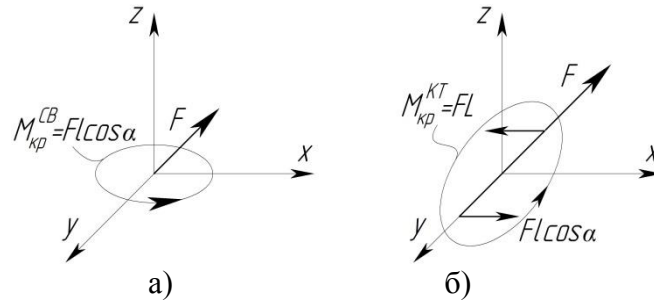


Рисунок 2. Схематизація приведення сили різання F до вузлів пристрою: а – перетин С, елемент СК; б – перетин К, елемент КТ;

Будуємо епюри згинальних та крутних моментів для пристрою для обрізання гички, рисунок 3.

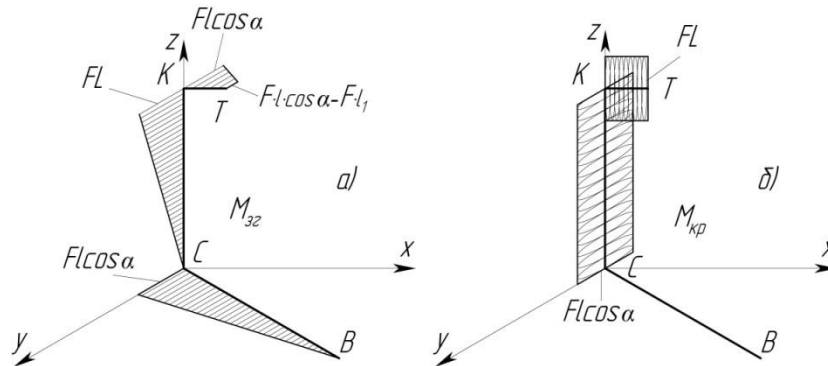


Рисунок 3. Розподіл внутрішніх силових факторів в елементах доочисного пристрою. а – епюри згинальних моментів; б – епюри крутних моментів

Література

1. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
2. Хомик Н. І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, Н. А. Антончак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 320 с.
3. Evaluation technique of frame residual operational life. Taras Dovbush, Nadia Khomyk, Anatolii Dovbush, Bogdan Dunets. Scientific Journal of TNTU. Tern. : TNTU, 2019. Vol 93. No 1. P. 61–69. (Manufacturing engineering and automated processes).
4. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
5. Гевко Р. Б. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання : навчальний посібник до лабораторних робіт / Р. Б. Гевко, Н. І. Хомик, О. С. Жаровський, Т. А. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. – 256 с.
6. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Procedia Structural Integrity, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
7. Dovbush T., Dovbush A., Khomyk N., Tson H. (2021) Substantiation of flexible screw conveyor metal consumption under productivity maintenance conditions. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 103, no 3, pp. 33-42.
8. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Аналітичне дослідження напруженодеформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2015. – Вип. 158. С.44-50.
9. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Palyukh A. (2022) Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 108, no 4, pp. 5-15.
10. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.
11. Гевко Р.Б. Опір матеріалів. Конкурсні задачі, приклади розв'язування : навчальний посібник / Р. Б. Гевко, Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.М. 2020. – 160 с.
12. Dovbush T., Khomyk N., Tson H. (2024) Obgruntuvannya sylovykh parametriv pasyvnoho nozha dlia doobrizuvannya holovok koreneplodiv tsukrovvykh buriakiv [Justification of the power parameters of the passive knife for trimming the heads of sugar beet]. Proceeding of I -st International Conference "Applied Mechanics" (Tern., 6-7 June 2024), pp. 174-177 [in Ukrainian].

УДК 621.891

Т.Б. Пиндус, Б.П. Говенко, М.О. Бернадін

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ АВТОМОБІЛІВ

T.B. Pindus, B.P. Govenko, M.O. Bernadin

ANALYSIS OF THE MAIN CAUSES OF WEAR OF PARTS OF THE CYLINDER-PISTON GROUP OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES OF AUTOMOBILES

Пробіг автомобілів (двигунів) до капітального ремонту практично обмежується терміном експлуатації деталей циліндро-поршневої групи, в тому числі зносостійкістю поверхонь тертя гільз циліндрів та поршневих кілець. Актуальною є проблема вивчення та аналізу причин зношування даних деталей, які пов'язані із конструкцією сучасних двигунів, технологічними процесами їх виготовлення та складання, якістю експлуатаційних та мастильних матеріалів, режимів експлуатації автомобіля.

На зносостійкість деталей циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля в режимах пуску-прогріву двигуна та його нормальної експлуатації впливають зовнішні фактори: навантажувально-швидкісні режими, температурні умови, якість мастильного матеріалу, ефективність режиму мащення, захищеність від попадання абразиву в зону фрикційного контакту. Перелічені зовнішні фактори суттєво впливають на умови роботи деталей трибоспряження і виконують роль проміжних факторів – посередників, які необхідно враховувати при розрахунках на зносостійкість. Для деталей циліндро-поршневої групи факторами-посередниками, які впливають на умови роботи пари тертя гільза циліндра – поршневе кільце, являються динамічні параметри запалювання та згоряння палива і робочого процесу двигуна.

Інтенсивне зношування деталей циліндро-поршневої групи в період пуску двигуна в основному залежить від двох факторів: низькотемпературний режим роботи двигуна та незадовільні умови змащення зони фрикційного контакту, або так зване «мастильне голодування». При пуску-прогріву двигуна в зимовий період на холодних стінках гільз циліндрів конденсується вода, яка в сокупності з продуктами згоряння палива утворює сірчану і серністую кислоти, які характеризуються високою корозійною агресивністю, кількість яких збільшується із ростом вмісту сірки у паливі і пониженням температури двигуна. В залежності від температурних умов в циліндро-поршневій групі двигуна, корозії поділяють на: газову (суху), вологу та рідинну електрохімічну, швидкості дії яких на процес зношування різний.

«Масляне голодування» проявляється в тому, що при використанні мастильних матеріалів із незадовільними температурно-в'язкістними характеристиками затримується, на деякий час, надходження мастильного матеріалу у трибоспряження циліндро-поршневої групи, кривошипно-шатунного механізму при пуску та прогріві двигуна. Крім цього, інтенсивне зношування, а також поява задирів і схоплювання поверхонь тертя зумовлено попаданням в камеру згоряння палива, яке не згоріло, що призводить до змивання масляної плівки із стінок циліндрів і поршневих кілець. Додаткова подача мастильного матеріалу на дзеркало циліндра, перед пуском двигуна, значно покращує умови змащення деталей циліндро-поршневої групи, зменшуючи величину зносу на 30...50%.

Поверхні тертя гільз циліндрів та поршневих кілець зношуються внаслідок комплексної дії фізичних, хімічних, теплових, механічних процесів, які стимулюють інтенсивність процесу зношування. По характеру руйнувань поверхонь тертя даних деталей зношування поділяються на наступні основні види: ерозійне, абразивне, корозійно-механічне. Абразивне зношування викликане дією як абразивного матеріалу, який попадає в зону тертя із навколишнього середовища, так і дією продуктів зносу поверхонь тертя, яких важко вивести із зони фрикційного контакту. Інші механізми зношування зумовлені процесами безпосередньо в двигуні і не завжди можливо їх чітко розрізнити.

Ерозійне зношування поверхонь тертя деталей циліндро-поршневої групи виникає внаслідок механічного зносу, схоплювання робочих поверхонь та інших факторів. Корозійно-механічне зношування виникає внаслідок процесів окислення на поверхнях тертя в результаті дії на них хімічної або електрохімічної корозії. Хімічна корозія проявляється при високих температурах в зоні контакту трибо спряження, а електрохімічна корозія проявляється у випадках переохолодження двигуна.

Значне зменшення інтенсивності зношування поверхонь тертя деталей циліндро-поршневої групи досягається при переході з рідкого до газоподібного палива, шляхом правильного підбору мастильного матеріалу, вдосконалення системи його подачі в зону фрикційного контакту. При виборі матеріалів даних деталей необхідно враховувати їх «трибологічну сумісність» для забезпечення задовільних фрикційних або антифрикційних характеристик даного трибо спряження. Немаловажним фактором, який впливає на експлуатаційну надійність даного вузла, термін його експлуатації являється вибір терміну проходження проміжних та капітального ремонтів. Сукупність даних міроприємств дозволяє забезпечувати високу довговічність двигуна в цілому при пробігу автомобіля без капітального ремонту до 600...800 тис. км.

Інші методи оцінки та контролю величини зносу деталей пар тертя основані на зміні службових властивостей або деяких параметрів трибо спряження: плунжерні пари паливних насосів – витік мастильного матеріалу; робочий стан деталей циліндро-поршневої групи – розхід моторного мастила, кількість та тиск газів, які прорвались в картер; зубчасті передачі – по кутовому люфту або зміні кута зачеплення; шум, вібрація, стук двигуна – віброакустичні методи.

В умовах інтенсивного експлуатаційного зношування деталей двигуна пусковий знос практично несуттєво знижує ресурс двигуна, та навпаки, вплив режимів пуску-прогріву стає значним у двигунах, робота яких пов'язана з періодичними пусками - зупинками і відрізняється високою зносостійкістю деталей на номінальних режимах.

Для достовірної оцінки впливу пускових режимів на довговічність двигунів потрібно порівнювати знос деталей прогріву із зношенням в конкретних умовах експлуатації за певний період.

Література

1. ГУРКА, А., et al. The patterns of changes in the degree of lubrication of the crankshaft bearings of car engines depending on the parameters of the load-speed modes of operation. *Problems of Tribology*, 2024, 29.3/113: 72-78.
2. ГУРКА, А., et al. Комплексна методика дослідження та критерії оцінювання трибоспряжень машин та механізмів. *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»*. Кропивницький: ЦНТУ. 2023.–430 с., 2023, 60.

УДК 531.374

М.С. Михайлишин, к.ф.-м.н.; В.М. Михайлишин; Г.М. Семенишин
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ФІЗИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ТЕОРІЇ ТЕРМОПЛАСТИЧНОСТІ З УРАХУВАННЯМ РОЗВАНТАЖЕННЯ

М. Mykhailyshyn, Ph.D; V. Mykhailyshyn; H. Semenyshyn
STRESS-STRAIN RELATIONS OF DEFORMATION THEORY OF THERMAL
PLASTICITY IN CASE OF UNLOADING TAKEN INTO ACCOUNT

В багатьох технологічних процесах елементи конструкцій піддаються значним силовим і температурним навантаженням, в результаті яких в деяких областях конструкції виникають незворотні пластичні деформації. Після повного зняття навантаження в таких конструкціях виникають залишкові напруження і деформації, які можуть мати значний вплив на експлуатаційні властивості таких конструкцій. На даний час для розв'язування подібних задач використовуються часто наближені методи, основані на використанні теорем про розвантаження, розрахунково-експериментальні методи [1,2,3], а також методи, основані на теорії пластичної течії [4,5]. Останні математичні моделі досить складні і не завжди задовольняють необхідній точності при відслідковуванні поверхні навантаження в процесі пластичного деформування. Тому в роботі пропонується математична модель, основана на деформаційній теорії пластичності, яка узагальнена на випадок врахування розвантаження

Для розв'язування таких задач пропонується створення оригінального проблемно-орієнтованого математичного забезпечення, що дозволяє синтезування робочих програм з готових моделюючих блоків і інформаційних баз.

Для моделювання процесів пружно пластичного деформування пропонуємо використовувати теорію малих термопружно пластичних деформацій, узагальнену на випадок врахування розвантаження [6].

Фізичні співвідношення малих пружно пластичних деформацій можуть бути записані у вигляді [6]

$$\tilde{s}_{ij} = \frac{2G(T)}{\tilde{\psi}} \tilde{e}_{ij}, \quad \tilde{\psi} = 3G(T) \frac{\tilde{\varepsilon}_i}{\tilde{\sigma}_i}, \quad (1)$$

Величини $\tilde{\sigma}_i$ і $\tilde{\varepsilon}_i$ – інтенсивності напружень \tilde{s}_{ij} і \tilde{e}_{ij} , які обчислюються за формулами

$$\tilde{s}_{ij} = s_{ij} - \frac{G}{G_1} s_{ij}^{(1)}, \quad \tilde{e}_{ij} = e_{ij} - e_{ij}^{(1)} \quad (2)$$

де індексом (1) позначені величини, які зафіксовані в момент початку розвантаження.

Очевидно, що якщо в даній точці ще розвантаження не спостерігалось, то величини $\tilde{\sigma}_i$ і $\tilde{\varepsilon}_i$ перетворюються в звичайні інтенсивності напружень σ_i і ε_i .

На етапі початкового деформування з ненапруженого і недеформованого стану в точках, в яких здійснюється активне навантаження, інтенсивність повної деформації дорівнює сумі інтенсивностей пружної і пластичної складових деформацій

$$\varepsilon_i = \varepsilon_i^p + \varepsilon_i^e.$$

Фізичні співвідношення (1) на цьому етапі мають вигляд

$$s_{ij} = \frac{2G(T)}{\psi} e_{ij}, \quad \psi = 3G(T) \frac{\varepsilon_i}{\sigma_i} \quad (3)$$

Залежність між інтенсивностями напружень і деформацій на цьому етапі для більшості конструктивних матеріалів можна записати у вигляді

$$\sigma_i = \Phi'(\varepsilon_i, T) = \begin{cases} \sigma_s(T) \cdot \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{is}}, & \varepsilon_i \leq \varepsilon_{is} = \frac{\sigma_s(T)}{3G(T)}, \\ \sigma_s(T) \cdot \left(\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{is}}\right)^\gamma, & \varepsilon_i > \varepsilon_{is}, \end{cases} \quad (4)$$

де $\sigma_s(T)$ – границя текучості матеріалу, яка залежить від температури. Аналогічну залежність $\tilde{\sigma}_i = \Phi(\tilde{\varepsilon}_i, T)$ можна отримати на основі принципу Мазінга [7], якщо його узагальнити на неізотермічні процеси деформування. В результаті такого узагальнення знайдемо

$$\tilde{\sigma}_i = \begin{cases} 2\sigma_s(T) \frac{\tilde{\varepsilon}_i}{\tilde{\varepsilon}_{is}}, & \tilde{\varepsilon}_i \leq \tilde{\varepsilon}_{is} = 2\varepsilon_{is}, \\ 2\sigma_s(T) \left(\frac{\tilde{\varepsilon}_i}{\tilde{\varepsilon}_{is}}\right)^\gamma, & \tilde{\varepsilon}_i > \tilde{\varepsilon}_{is}. \end{cases} \quad (5)$$

Фізичні співвідношення (2) можна подати розв'язаними відносно компонент тензора деформацій або відносно компонент тензора напружень

$$\varepsilon_{ij} = -\frac{\tilde{\psi}}{2G} \left[\frac{G}{G_1} \sigma_{ij}^{(1)} - \sigma_{ij} - \frac{(1+\nu)\tilde{\psi} - (1-2\nu)}{(1+\nu)\tilde{\psi}} \delta_{ij} \left(\frac{G}{G_m} \sigma_0^{(1)} - \sigma_0 \right) \right] - \delta_{ij} (\varepsilon^{T(1)} - \varepsilon^T) + \varepsilon_{ij}^{(1)},$$

$$\sigma_{ij} = \frac{G}{G_1} \sigma_{ij}^{(1)} - \frac{2G}{\tilde{\psi}} \left[\varepsilon_{ij}^{(1)} - \varepsilon_{ij} + \frac{\tilde{\psi}(1+\nu)}{1-2\nu} \delta_{ij} \left[(\varepsilon_0^{(1)} - \varepsilon_0) - (\varepsilon^{T(1)} - \varepsilon^T) \right] - \delta_{ij} (\varepsilon_0^{(1)} - \varepsilon_0) \right].$$

Пластичні деформації при цьому визначаються за формулами

$$\varepsilon_{ij}^p = \varepsilon_{ij}^{p(1)} - \frac{(\tilde{\psi}-1)}{\tilde{\psi}} \left[\varepsilon_{ij}^{(1)} - \varepsilon_{ij} + \delta_{ij} (\varepsilon_0^{(1)} - \varepsilon_0) \right].$$

За даною методикою розв'язано ряд практичних задач, зокрема таких як зварювання тонкостінних елементів конструкцій, наплавлення з метою зміцнення чи відновлювання експлуатаційних властивостей.

Література

1. Підстригач Я.С., Осадчук В.А., Марголін А.М. Залишкові напруження, довготривала міцність і надійність склоконструкцій.-К.:Наукова думка, 1991.-294с.
2. Прохоренко В.М., Прохоренко О.В. Напруження та деформації у зварних з'єднаннях і конструкціях. – К.:НТУУ «КПІ», 2009.-266с.
3. Шаблій О., Пулька Ч., Михайлишин М. Дослідження залишкових напружень, деформацій та переміщень при індукційному наплавленні тонких елементів конструкцій з урахуванням комбінованого екранування теплових та електромагнітних полів. Вісник Тернопільського державного технічного університету. –Тернопіль.: Том 12, № 2, 2007 –С. 101-117.
4. Шевченко Ю.М., Прохоренко І.В. Теорія пружно-пластичних оболонок при неізотермічних процесах навантаження. –К.:Наукова думка, 1981.-293с.
5. Махненко В.І. Розрахункові методи дослідження кінетики зварних напружень і деформацій.-К.: Наук.думка,1976.-320 с.
6. Михайлишин М. Узагальнення принципу Мазінга на випадок неізотермічних процесів навантаження. Вісник Тернопільського державного технічного університету. –Тернопіль.: № 2, 2006 –С. 12-20.
7. Михайлишин М. Проблеми утворення залишкових напружень і деформацій при зварюванні. Вісник Тернопільського державного технічного університету. –Тернопіль.: Том 9, № 2, 2004 –С. 19-26.

УДК 681.518

Невожай В.А., Пошивак М.Т., Кравець С.В., Микулик Д.П.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ НА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Nevozhai V.A., Poshyvak M.T., Kravets S.V., Mykulyk D.P.

AUTOMATED PROCESS WATER TREATMENT SYSTEM AT THERMAL POWER PLANTS

У процесі роботи в пароводяному тракті електростанції неминучі втрати води, пари. Заповнення цих втрат здійснюється водою, яку виробляють на водопідготовчій установці (ВПУ) ТЕС шляхом хімічного очищення вихідної сирової води від домішок, присутніх у ній. Для живлення котлів сучасних ТЕС придатна вода, в якій практично відсутні всі домішки.

Попереднє очищення води методом коагуляції перед іонуванням із застосуванням як основного реагенту сірчаноокислого алюмінію, а особливо перед хімічним знесоленням, потрібне для глибокого видалення органічних забруднень, сполук заліза і нереакційно здатних сполук кремнію під час налагодження та експлуатації водопідготовчих установок електростанцій.

Для контролю дозування реагентів, контролю якості та кількості шламу в різних елементах і зонах освітлювача, контролю якості освітленої води на виході шламоуцільнювача і освітлювача останні обладнуються пробовідбірними точками.

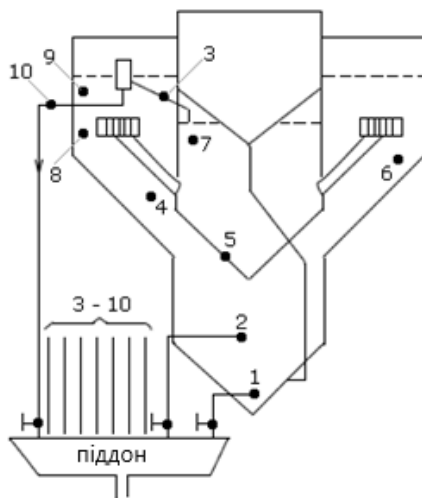


Рисунок 1 - Схема розташування пробовідбірних точок на освітлювачі: 1-10-номери точок.

Пробовідбірна точка 1 призначена для відбору проби із грязьовика; 2-із зони реакції; 3-із трубопроводу відсічення; 4-із середини конічної частини освітлювача; 5-із шламоуцільнювача, нижня; 6-із циліндричної частини освітлювача, нижня; 7-із шламоуцільнювача, верхня; 8-із корпусу освітлювача на рівні шламоприймальних вікон; 9-зони освітлення; 10-із трубопроводу освітленої води.

Під час роботи освітлювача кожні 2 год відбирають проби з усіх пробовідбірних точок для візуального контролю за якістю шламу і хімічного контролю процесу та якості освітленої води.

Нині тривають роботи зі створення вітчизняних макропористих іонітів для поглинання органічних домішок з метою захисту аніонітів, що застосовуються для глибокого знесолення води.

Однак, судячи із зарубіжного досвіду, за наявності попередньо увімкнених фільтрів з макропористими іонітами вихідну воду поверхневих джерел також потрібно попередньо очищати за допомогою коагуляції (в необхідних випадках спільно з вапнуванням). Тільки в цьому разі може бути отримана така якість води, що спрямовується в аніонітові фільтри, за якої досягається досить економічна робота знесолювальної установки. Для живлення котлів сучасних ТЕС придатна вода, в якій практично відсутні всі домішки.

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

УДК 631.332.7

Б.О. Блашак¹, аспірант; А.В. Бабій¹, докт. техн. наук, професор;

Н.В. Жук¹, В.А. Бабій², здобувачі освіти

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка»

КОЛЕСО ЗМІННОГО ДІАМЕТРУ

B. Blashchak, postgraduate student; A. Babii, Dr., Prof.;

N. Zhuk, V. Babii, education seekers

VARIABLE DIAMETER WHEEL

Створення конкурентоспроможних та технологічно високоефективних машин є основною метою машинобудівників. Кожен конструктор прагне до створення максимально простої конструкції машини, але із витриманням заданих показників.

Якщо говорити про картоплепосадочні машини, то одним з найкращих варіантів приводу висаджувальних апаратів – це привод від опорно-приводних коліс. Кінематичний зв'язок від опорно-приводного колеса до дозуючого пристрою картоплесаджалки дозволяє забезпечити сталий крок посадки картоплі незалежно від швидкості руху агрегату. Якщо ж розглядати варіант, коли привод робочих органів здійснюється від вала відбору потужності енергозасобу (ВВП), то особливо гострою така проблема проявляється при агрегуванні картоплесаджалок з малопотужними тракторами чи мотоблоками, де дуже важко забезпечити сталі оберти ВВП, щоб їх врахувати для визначення кроку посадки [2].

При використанні приводу робочих органів від опорно-приводних коліс описана проблема в певній мірі вирішується. Розрахунковим чином узгоджуємо кінематичний показник роботи висаджуючих апаратів із частотою обертання опорно-приводних коліс (поступальною швидкістю агрегату) та забезпечуємо сталий крок посадки картоплі. В першому наближенні це саме так і відбувається. Але разом з тим виникають інші завдання, які потрібно вирішити: унеможливити пробуксовування опорно-приводних коліс, які створюють необхідний для приводу робочих органів крутний момент; забезпечити можливість зміни передаточного відношення від вала опорно-приводних коліс до вала висаджуючих апаратів для забезпечення можливості різного кроку посадки [3, 4].

Перше завдання легко реалізовується при використанні ґрунтозачепів на ободі опорно-приводного колеса, які унеможливають пробуксовування таких коліс.

Що стосується другого завдання, то тут можна піти кількома шляхами: або використовувати різні передачі, змінюючи зубчасті колеса чи діаметри коліс для фрикційних передач, або ж можна змінювати діаметр колеса, яке за один оберт зможе забезпечувати різну довжину шляху перекочування.

І тут, на нашу думку, перспективним є використання коліс змінного діаметру. Це дозволить спростити конструкцію картоплепосадочної машини – відпаде потреба у складних передавальних механізмах зі змінним передаточним відношенням. Разом з тим не простою у конструктивній реалізації є теза «колесо змінного діаметру». Аналізуючи різні джерела інформації та патенти, автори намагаються цю ідею реалізувати. Наприклад, у картоплесаджалці польської фірми Vomet використано конструкцію коліс змінного діаметра, що складається з маточини, яка має отвори, де фіксуються планки-спиці, що на одному кінці мають регульовальні отвори, а на іншому – нерухомо приєднані дугоподібні елементи із ґрунтозачепами. Разом ці елементи утворюють обід колеса. Зміна діаметра

відбувається за рахунок фіксування планок-спиць в одному з регулювальних отворів, що дозволяє змінювати їх довжину, а від того і діаметр колеса в цілому [1].

Недоліком такої конструкції опорно-приводного колеса змінного діаметру є складність і трудомісткість операції перелаштування діаметра опорно-приводного колеса. Крім того, тут обмежена можливість в більшому діапазоні змінювати діаметри колеса. Все це підвищує експлуатаційні витрати при виконанні технологічних налаштувань машини, в конструкції якої використовуються такі опорно-приводні колеса.

В роботі запропонована нова конструкція опорно-приводного колеса змінного діаметру (рис. 1), що складається з маточини 1, до якої у радіальному напрямку приєднано направляючі 2, що іншим кінцем скріплені між собою кільцем жорсткості 3 та містять отвори 4 в яких фіксуються планки-спиці 5. Самі планки-спиці 5 виконані у вигляді квадратних стержнів, які на одному кінці мають регулювальні отвори 6. Кожна планка-спиця 5 іншим кінцем нерухомо з'єднана з дугоподібним елементом 7, який містить приєднаний ґрунтозачеп 8 та має можливість переміщення і фіксації в отворах 4 направляючих 2. Множина дугоподібних елементів 7 разом утворюють обід колеса заданого діаметра.

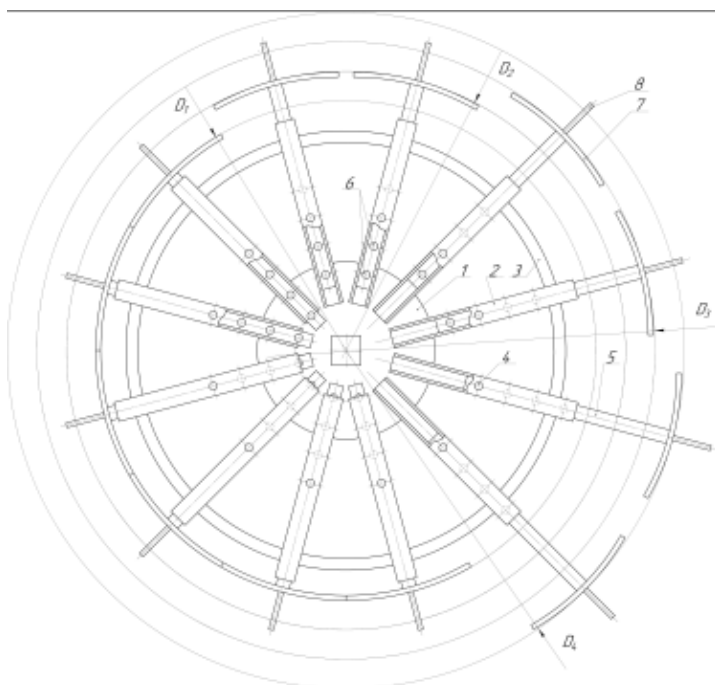


Рисунок 1. Конструкція колеса змінного діаметра

В конструкції опорно-приводних коліс змінного діаметру для отримання заданого діаметра обода колеса потрібно перемістити планки-спиці 5 разом з дугоподібними елементами 7 та приєднаними ґрунтозачепами 8 в направляючих 2 і зафіксувати їх в отворах 4 при співпаданні одного з регулювальних отворів 6 планок-спиць 5. Це дає можливість утворити, наприклад діаметри $D_1 - D_4$ різної величини. А це, в свою чергу, дозволить отримати різні довжини переміщення машини при одному оберті опорно-приводного колеса, а від того – і різні величини кроку посадки культури.

Література

1. Bomet. Саджалки. Металеві колеса : веб-сайт. URL : [Sadzarki do ziemniakow dwurzedowe Gemini \(szerokość międzyrzędzi: 62,5 / 67,5 ; 70 / 75 cm\)](http://Sadzarki.do.ziemniakow.dwurzedowe.Gemini) (дата звернення: 24.11.2024).
2. Бабій А.В., Головецький І.В., Герасимович П.В. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства в Україні. *Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*. Тернопіль 24-25 листопада 2021 року. ФОП Паляниця ВА. Т.1. С. 25-26.
3. Блашак Б.О., Бабій А.В. Багатофункціональна мінікартоплекосадочна машина. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 19-21 квітня 2023 р.* Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С.155.
4. Блашак Б.О., Бабій А.В. Дослідження ефективності роботи картоплекосадочних апаратів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики»*. Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.68-69.

УДК 631.319.4

І.В. Вовк, аспірант; А.В. Бабій, докт. техн. наук, професор;

Малевич Н.Ю., к.е.н.; П.І. Новацький, здобувач освіти

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛА РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ

I. Vovk, postgraduate student; A. Babii, Dr., Prof.;

Malevych N., Ph.D.; P. Novatskyi, education seeker

JUSTIFICATION OF THE FREQUENCY OF ROTATION OF THE SHAFT OF THE ROTARY WORKING INSTRUMENT

В час високої конкуренції на ринку машин аграрного виробництва – якісне виконання технологічних процесів залишається одним із головних чинників щодо вибору машини. Зрозумілим є те, що критеріями для виконання технологічних операцій є агротехнічні вимоги, вони регламентують показники якості виконання конкретних процесів. Тому при створенні чи модернізації машин даний показник потрібно ставити як пріоритетний, оскільки саме він, у першу чергу, приваблює покупця. Але якщо поєднати якісне виконання технологічного процесу та універсальність сільськогосподарської машини, тобто повноцінне використання однієї машини на споріднених технологічних операціях, то така машина стає значно конкурентнішою [1].

Нами проводяться дослідження щодо створення конструкції машини, де поєднуються в одному агрегаті технологічні операції фрезерування ґрунту та мульчування рослинних решток [4]. Окремо розглядаючи такі машини, вони в конструктивному виконанні основних вузлів подібні між собою, але суттєвою відмінністю є різні кінематичні режими ротаційних робочих органів та самі конструкції робочих органів. Тому необхідно дослідити значення частот обертання ротаційного органу, який буде оснащений відповідними робочими органами для якісної реалізації цих двох окремих технологічних операцій.

Якщо розглядати технологічну операцію фрезерування ґрунту, то тут застосовують невеликі частоти обертання вала фрезерного барабана (в межах 200-400 об/хв [2]) і визначальним навантаженням є сприйняття радіальної сили, що передається ножами на вал та передавання крутного моменту для вирізання ґрунтової стружки.

При використанні ротаційного робочого органу в ролі мульчувача даний вал передаватиме значно менший момент для приводу робочих органів, майже не сприйматиме радіального навантаження, але його частота обертання буде в рази більшою, ніж при роботі як фрезерний барабан. Тому є необхідність з'ясувати якою повинна бути частота його обертання залежно від утвореного діаметру робочими органами, щоб забезпечувалася потрібна швидкість різання рослинних решток.

У роботі [3] для пропонованого діаметра вала прораховано критичну швидкість його обертання, яка становить $n_{кр} = 4615$ об/хв, але це значення частоти, що допускається при обертанні самим валом. Цей чинник є одним із обмежувальних параметрів. Практика не передбачає таких частот для габаритних валів мульчувачів. При підборі частоти обертання мульчувача визначальним параметром є не зовсім частота обертання його вала, а колова швидкість (швидкість різання), що набувають точки різальних кромek робочого органу. Оскільки, колова швидкість при обертовому русі пропорційна радіусу, то її значення будуть визначати і кутова швидкість (частота обертання) вала, і утворений радіус від осі обертання вала до точки різального леза робочого органу.

Тепер потрібно розуміти до якого значення колової швидкості потрібно прагнути, щоб отримати чистий зріз рослинних решток на поверхні поля. Тут потрібно звернутися до авторитетних

джерел, автори яких досліджували процеси різання, зокрема безпідпирного. Саме такий спосіб використовується при перерізанні стебел рослин мульчувачами. Аналіз таких швидкостей з різних джерел має певний діапазон значень, оскільки досліджували різні рослини при їх зрізанні безпідпирним способом. При закладанні кінематичних режимів роботи вала мульчувача потрібно вибрати максимальні значення частот (більш строгий варіант постановки задачі), оскільки це дозволить досягнути бажаного ефекту при зрізанні будь-яких рослинних решток.

Автори подають такі значення:

- для зрізання тонкостебельних рослин (діаметром до 5 мм) необхідно забезпечити колову швидкість ножа в межах 40-50 м/с;
- при зрізанні більш товстостебельних культур – 20-25 м/с.

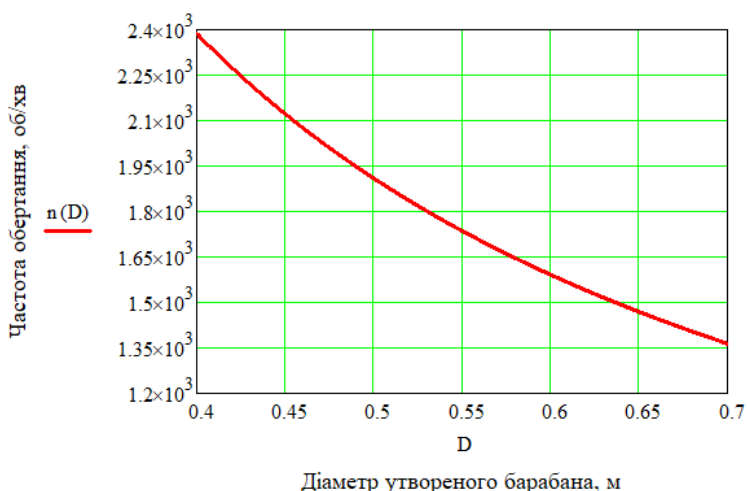


Рисунок 1. Залежність зміни частоти обертання вала від утвореного діаметра ротаційного робочого органу

Тому звідси впливає другий чинник, на який потрібно орієнтуватися при виборі кінематичних параметрів приводу ротаційного робочого органу.

Оскільки саме конструктивне рішення в процесі формування, то варто розглянути діапазон значень діаметрів ротаційного робочого органу, щоб встановити такі співвідношення. З цією метою наводимо графічну залежність зміни діаметра робочого органу для досягнення ним максимальної колової

швидкості 50 м/с, рис. 1.

За аналізом графічної залежності бачимо, що при утвореному діаметрі барабана 450 мм, необхідна його частота обертання для досягнення колової швидкості різальної кромки 50 м/с повинна складати – 2122 об/хв; для діаметра 550 мм – 1736 об/хв; 650 мм – 1469 об/хв і т.д. Це означає, по-перше, необхідні частоти далеко знаходяться від критичної частоти обертання вала ($n_{кр} = 4615$ об/хв) і, по друге, необхідно передбачити в конструкції відповідний передавальний механізм зі змінними передаточними числами або комплектувати його з енергетичним засобом, що має широкий діапазон частот ВВП.

Література

1. Babii A., Holovetskyi I., Voiko V. (2024) Analysis of the behavior of potato bearing layer particles on the oscillating plane of the potato plant ploughshare. *Scientific Journal of TNTU* (Tern.), vol 116, no 4, pp. 78–89.
2. Bomet. Грунтофрези : веб-сайт. URL : <https://www.bomet.pl> (дата звернення: 25.11.2024).
3. Бабій А.В., Вовк І.В., Бабій В.А. Обґрунтування параметрів вала багатофункціонального ротаційного робочого органу. *Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems"*, 17-19 квітня 2024 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. С. 9-10.
4. Вовк І.В., Бабій А.В. Обґрунтування доцільності у проектуванні багатофункціонального ротаційного робочого органу. *Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів*, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. С.96-97.

УДК 621.87

В.О. Дзюра д.т.н., проф., Р.О.Бица к.т.н., І.Б. Зінченко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ФОРМИ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОНЕРІВНОСТЕЙ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХОНЬ З РЕГУЛЯРНИМИ МІКРОРЕЛЬЄФАМИ

V.O. Dzyura Dr., Prof., R.O.Bytsa Ph.D., I.B. Zinchenko

INFLUENCE OF THE SHAPE OF REGULAR MICRO-ROUGHNESS ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF SURFACES WITH REGULAR MICRORELIEFS

Створення на робочих поверхнях деталей машин регулярних мікроструктур покращує експлуатаційні властивостей робочих поверхонь пар тертя. Регулярні мікроструктури створюються з метою: зменшення взаємного тертя спряжених поверхонь; покращення корозійної стійкості поверхонь; зміна гідрофорбності поверхонь; збільшення мікротвердості поверхонь; зменшення шорсткості та забезпеченні інших фізико-механічних властивостей.

Сучасні дослідження в напрямі створення регулярних мікрорельєфів стосуються пошуку нових форм канавок, створення регулярних та частково регулярних мікроструктур, які дозволили б керувати експлуатаційними властивостями поверхні в залежності від умов експлуатації. Дослідниками проводяться пошукові дослідження із встановлення оптимальної форми канавок регулярних мікронерівностей для забезпечення найкращих експлуатаційних властивостей поверхонь з регулярними мікрорельєфами. Встановлено, що оптимальна форма канавок регулярних мікронерівностей залежить від напряму взаємного переміщення спряжених деталей пари тертя. Так для деталей циліндро-поршневої групи поршневе кільце-гільза циліндра, оптимальним є регулярний мікрорельєф II типу із синусоподібною формою канавок.

Разом з цим, дослідження нерегулярних мікрорельєфів, створених хонінгуванням дозволяють стверджувати, що регулярність канавок мікрорельєфу не є обов'язковою умовою для забезпечення оптимальних експлуатаційних властивостей. Натомість основною умовою є сумарна площа проєкцій канавок мікрорельєфу на базовій площі поверхні. Наприклад гільзи двигунів внутрішнього згорання обробляють хонінгуванням утворюючи на робочій поверхні гільзи хон – сітку каналів із нерегулярним розміщенням канавок, що забезпечує утримання мастила на поверхні гільзи [1]. Важливим при цьому є кут перетину канавок, оптимальне значення якого знаходиться в межах 40–55° або 115–130°. Таким чином можна стверджувати, що форма канавок у площинних мікрорельєфів не чинить суттєвого впливу на експлуатаційні властивості поверхонь. Однак важливим є щільність канавок на одиниці площі, що оцінюється параметром – відносна площа мікрорельєфу. Оптимальне значення цього параметра залежить від конкретних умов експлуатації та лежить в межах 35-45%.

Виходячи з цього доцільним є створення таких форм канавок мікрорельєфу, які є більш технологічно простішими, тобто у формі фігур, що формуються простими формувальними рухами інструменту – обертанням, повздовжнім переміщенням та іншими.

Література

1. S. Mezghani, I. Demirci, H. Zahouani, M. El Mansori. The effect of groove texture patterns on piston-ring pack friction. Precision Engineering. Volume 36, Issue 2. 2012. P. 210-217. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2011.09.008>

УДК 621.87

В.О. Дзюра д.т.н., проф., Т.Р. Дживак, О.Ю. Крук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ШАТУННИХ ВКЛАДИШІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

V.O. Dzyura Dr., Prof., T.R. Dzhyvak, O.Y. Kruk

DIRECTIONS FOR IMPROVING CONNECTING ROD BEARINGS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES THROUGH TECHNOLOGICAL METHODS

Поступовий спад популярності електромобілів спричинений підвищенням цін на електроенергію у світлі розвитку штучного інтелекту призвели до того, що багато країн оновили свої плани щодо повної відмови від випуску автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.

Сучасне Європейське законодавство встановлює шлях до нульових викидів CO₂ для нових легкових і легких комерційних автомобілів у 2035 році (мета для всього автопарку ЄС - скоротити викиди CO₂ від нових автомобілів і мікроавтобусів на 100% порівняно з 2021 роком). Проміжні цілі скорочення викидів до 2030 року встановлені на рівні 55% для легкових автомобілів і 50% для фургонів. Крім цього використання двигунів внутрішнього згорання в генераторах, сільськогосподарських, військових, будівельних та інших машинах

Таким чином підвищення ресурсу двигунів внутрішнього згорання залишається важливою задачею для сучасного автомобілебудування.

Призначення шатунних вкладишів – зменшення тертя та розподілення навантаження від роботи двигуна та допомагають підтримувати необхідний зазор між шатуном та колінчастим валом, а також забезпечують відведення тепла від найбільш навантажених елементів двигуна.

Найбільш поширеним дефектом при тривалій експлуатації чи недотриманні умов експлуатації ДВЗ є провертання шатунних вкладишів. Цей дефект потребує капітального ремонту ДВЗ та пов'язаний із схоплюванням поверхонь шатунної шийки колінчастого вала та шатунного вкладиша. Схоплювання виникає внаслідок недостатнього змащування поверхонь пари тертя при наявності високих робочих температур та питомих тисків. Сприяє процесу схоплювання забруднене металевою стружкою мастило. Причому всі ці параметри є взаємно пов'язаними. Наприклад зростання ступеня забруднення мастила чи зростання питомих тисків, що виникає при зростанні навантаження колінчастий вал призводить до того, що гранична температура схоплювання зменшується на кілька десятків градусів.

Виконання на робочій поверхні регулярних мікрорельєфів забезпечить ряд суттєвих переваг [1, 2]:

- зменшення взаємного тертя поверхонь пари тертя;
- зростання граничної температури схоплювання поверхонь;
- збільшення маслоємності поверхонь;
- покращення корозійної стійкості поверхонь.

Формування регулярного мікрорельєфу потребує дослідження оптимальних геометричних параметрів канавок мікрорельєфу з метою забезпечення найкращих експлуатаційних властивостей. Разом з цим при недотриманні умов експлуатації ДВЗ, зокрема: своєчасній заміні мастила; дотриманні режимів навантаження, заміні охолоджуючої рідини запропоновані заходи із формування регулярного мікрорельєфу будуть неефективними.

УДК 621.87

І.Б. Окіпний к.т.н., доц., П.А. Сокіл, І.С. Ведмідь

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ У РІЗНИХ СФЕРАХ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

I.B. Okipnyi Ph.D., Assoc. Prof., P.A. Sokil, I.S. Vodmid

APPLICATION OF REGULAR MICRORELIEFS IN VARIOUS SPHERES OF HUMAN LIFE

Регулярні мікрорельєфи, що являють собою систематичні нерівності на поверхні матеріалів, відіграють важливу роль у сучасних технологіях, інженерії, медицині та екології. Завдяки їхній універсальності, ці структури дозволяють значно розширити функціональні можливості поверхонь, сприяючи розвитку інноваційних рішень у багатьох галузях. Наприклад, у виробництві автомобілів такі структури дозволяють створювати довговічні та зносостійкі поверхні для шестерень чи підшипників, що значно продовжує термін служби деталей. У медицині регулярні мікрорельєфи стали революційним відкриттям у створенні імплантатів і медичних пристроїв. Мікроструктури на поверхні імплантатів сприяють кращому закріпленню в організмі, прискорюють загоєння і знижують ризик інфекцій. Крім того, завдяки специфічному дизайну мікрорельєфів можна спрямовувати ріст клітин і тканин у потрібному напрямку. Наприклад, у тканинній інженерії створення поверхонь із контрольованими мікрорельєфами дозволяє вирощувати клітини з потрібними характеристиками, що використовується для відновлення пошкоджених органів.

Мікрорельєфи знаходять своє застосування у створенні самоочищуваних поверхонь. Ця технологія імітує природні процеси, наприклад, структуру листя лотоса, де вода формує краплі, які змивають забруднення. Такі поверхні можуть використовуватися у виробництві вікон, сонячних панелей або будівельних матеріалів, зменшуючи потребу в хімічних миючих засобах. Це сприяє зниженню шкідливого впливу на довкілля та зменшує витрати на обслуговування. Мікрорельєфи активно застосовуються для підвищення енергоефективності. Завдяки вдосконаленню світловідбивних або теплопоглинальних властивостей поверхонь, мікрорельєфи дозволяють мінімізувати втрати енергії.

Окрім функціональних переваг, мікрорельєфи також забезпечують антибактеріальні властивості поверхонь. Особливі структури можуть запобігати прикріпленню бактерій, створюючи фізичний бар'єр для мікроорганізмів. Це важливо в медицині, де стерильність поверхонь має вирішальне значення, а також у харчовій промисловості, де чистота обладнання впливає на якість продукції. У сфері оптики регулярні мікрорельєфи використовуються для створення мікролінз і дифракційних ґраток. Це дозволяє розробляти компактні оптичні системи для камер, телескопів і навіть лазерних приладів. Завдяки вдосконаленню мікроструктур, оптичні пристрої стають більш чутливими та точними, що відкриває нові можливості для наукових досліджень і промислового застосування. Інженерні рішення на основі мікрорельєфів мають величезний потенціал для майбутнього. Вже зараз ведуться дослідження щодо створення "розумних" поверхонь, які змінюватимуть свої властивості залежно від умов. Наприклад, це можуть бути текстури, що адаптуються до змін температури, вологості чи тиску. Таким чином, регулярні мікрорельєфи є невід'ємною частиною сучасних інновацій. Їхній позитивний вплив охоплює багато сфер людської діяльності, забезпечуючи нові можливості для технологічного прогресу, підвищення ефективності та збереження природних ресурсів.

УДК 631.8

А. Г. Никитюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗМІШУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШНЕКА ЗІ ЗМІННИМ КУТОМ ЛОПАТЕЙ

A. G. Nikitiuk

MIXING MINERAL FERTILIZERS USING A SCREW CONVEYOR WITH ADJUSTABLE BLADE ANGLE

У процесі роботи шнекового змішувача зі змінним кутом лопатей відбувається одночасне перемішування під час руху матеріалів. У будь-якій точці маси, що перемішується, існують значні градієнти швидкості, що призводить до швидкого і якісного перемішування. Це важлива властивість дозволяє використовувати в якості змішувачів шнекові пристрої зі змінним кутом лопатей, які є малогабаритними, з невеликою кількістю матеріалів в них.

Змішування сипучих матеріалів є складним механічним процесом, механізм дії якого залежить в основному від конструкції змішувача. Для шнекового міксеру зі змінним кутом лопатей процес змішування складається з наступних елементарних процесів:

- 1) переміщення групи сусідніх частинок з одного місця в інше шляхом вбудовування, ковзання (процес конвективного перемішування);
- 2) поступовий перерозподіл частинок різних компонентів через свіжоутворену межу (процес дифузійного перемішування);
- 3) концентрація частинок однакової маси у відповідних місцях змішувача під впливом гравітаційних або інерційних сил (процес сегрегації).

У зоні конвективного перемішування швидкість процесу майже не залежить від фізико-механічних властивостей суміші, так як процес перемішування відбувається на рівні макрообсягів. Основний вплив на швидкість процесу змішування в ці моменти надає характер руху потоків частинок в змішувачі.

Після розподілу компонентів по робочому об'єму змішувача процеси конвективного і дифузійного перемішування стають порівнянними за своїм впливом на загальний процес змішування. У цей час процес перерозподілу частинок йде вже на рівні мікрообсягів. Починаючи з певної точки, процес дифузійного перемішування стає переважаючим. Після цього сегрегація частинок починає надавати більш помітний вплив на хід процесу змішування. Два протилежні процеси – сегрегація і дифузійне змішування – можуть бути збалансовані в певний момент часу, в залежності від конструкції змішувача і фізико-механічних властивостей суміші. Після закінчення цього моменту подальше перемішування компонентів суміші не має сенсу, так як якість суміші залишається постійним. У ряді випадків баланс протилежних процесів може бути порушений в бік більшого впливу процесу сегрегації, в результаті чого погіршується якість готової суміші.

Якісне перемішування мінеральних добрив в камері змішування може бути досягнуто такими способами:

- 1) збільшення довжини камери змішування;
- 2) збільшення питомої об'ємної потужності змішувача;
- 3) зміною кута лопаті.

Збільшення довжини камери змішування призводить до збільшення габаритних розмірів, як самої камери змішування, так і машини в цілому, а отже, призводить до збільшення матеріаломісткості конструкції. Тому більш прийнятно збільшити питому об'ємну потужність змішувача або шляхом зміни кута лопаті змішувача.

Література

1. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробки ґрунту: навч. Посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. – 84 с. Навчальний посібник розрахований на студентів.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / За ред. Д.Г. Войтюка, В.О. Дубровіна, Т.Д. Іщенко та ін. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с..

УДК 621.867.2

А. Д. Бобков

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

УДОСКОНАЛЕННЯ ШНЕКОВИХ ПОДАЮЧИХ МЕХАНІЗМІВ У ПРОЦЕСАХ РОЗЛИВУ НА ГЕРМЕТИЗАЦІЇ

A.D. Bobkov

IMPROVEMENT OF SCREW FEEDING MECHANISMS IN SEALING FILLING PROCESSES

У харчовій промисловості шнеки знайшли широке застосування [1]. Проте загалом ми найбільше зустрічаємо їх у якості елементів транспортуючих та змішуючих механізмів. Одним з елементів використання шнекових елементів є їх застосування в процесах наповнення та герметизації тари в харчовій промисловості. Розглянемо деякі машин, дамо їх коротку характеристику та опишемо основні способи уніфікації даних машин шляхом використання шнеків зі змінним кроком.

Автоматичні закаточні машини - це машини для герметизації металевої і скляної тари з готовими харчовими продуктами [2]. В їх конструкції, пластинчастий транспортер і шнек входять до складу механізму прийому банок, він виставляє їх на рівну відстань і передає на механізм подачі кришок. Однією з таких машин є Б4-КЗК-75. Дане обладнання виконує роботу до якої постають підвищені вимоги щодо контролю виробництва. До герметичності закатуваних банок потрібно ставитись відповідально, оскільки потрапляння кисню під не щільну кришку спричинить розвиток мікроорганізмів, псування продукту і як наслідок – серйозні харчові отруєння. Проте у даній машині шнек виготовлений з суцільного куска пластмаси і не його використання призводить до частого бою скляної тари.

Наповнювачі, наприклад, ДН1 [2]. Влаштовано цей наповнювач таким чином: механізм прийому подає банки на наповнення з цехового транспортера. Порожні банки надходять на транспортер приймального пристрою і подаються по шнеку, який розділяє їх за кроком і передає на приймальну зірку, а з неї банки потрапляють на столики каруселі. Далі вона обертається і підіймаються до дозатора.

В даному випадку шнек виконує подачу склотари на своє місце, а саме, барабанну (карусельну) підставку, де і відбувається її подальше наповнення сиропом, маринадом, томатом, олією і т. д. Пропоную зупинитись та більш детально розглянути саме ці дві вищезазначені машини. На мою думку, вони мають найбільший потенціал для вдосконалення. Звичайно, згадані машини і механізми експлуатуються вже не один десяток років і дуже добре себе зарекомендували. Проте, технічний прогрес ніколи не повинен стояти на місці. Шнеки вище перерахованих машин об'єднує те, що виготовлені вони або зі сталі, або з жорсткої пластмаси. Саме через жорсткість і виникають певні недоліки під час роботи, такі як, наприклад, пошкодження і подрібнення сировини, яка контактує зі шнеком (небажане явище для всіх типів машин, окрім пресів і дробарок), або ж у випадку з машиною для герметизації тари Б4-КЗК-75 та наповнювачем ДН1, це биття склотари.

Чітко визначеної цифри, який саме відсоток биття тари, немає. Проте, проаналізувавши інші машини, їх умови роботи, особливості конструкції і продуктивність,

можна з'ясувати, що це приблизно 5% від загального обсягу виробництва продукції. Тому, доцільно було би внести в конструкцію певні зміни, а саме, замість жорсткого шнека використати гнучкий полімерний зі змінним кроком, тим самим це дозволить наявні недоліки якщо не усунути повністю, то хоча б знизити приблизно до 2 відсотків биття тари. Варто одразу зазначити, що сама концепція виготовлення шнека з полімерного матеріалу не нова, і вже існує, проте, саме машини для герметизації тари та наповнювачі типу ДНІ ще досі експлуатуються із жорсткими шнеками. Якщо замінити їх на гнучкі полімерні, це не вплине негативно на роботу і розставлення банок по місцях буде виконуватися як і раніше, тому що крок витків шнека не зміниться, а відсоток биття тари знизиться, через те що банки контактуватимуть з набагато м'якшим матеріалом.

Література

1. Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв [Текст] / Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М.- Київ: Центр навчальної літератури, 2019. – 344 с.
2. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник/ О. В. Дацишин, О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач. - К.: Мета, 2003. - 288 с.10. - 736 с.

УДК 62-4, 621

А. О. Урбанський, І. О. Антонюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

A. O. Urbanskyi, I. O. Antoniuk

APPLICATION OF NANOTECHNOLOGIES IN THE AUTOMOBILE INDUSTRY

Німецька автомобільна промисловість, яка є однією з найважливіших галузей, вже серйозно цікавиться нанотехнологіями (НТ) і активно вивчає можливість впровадження нових матеріалів і технологій, особливо в зв'язку з навколишнім середовищем, безпекою руху і комфортом. Використання нанотехнологій в автомобілебудуванні може бути спрямоване на вирішення багатьох завдань, пов'язаних з ходовою частиною, вагою конструкції і динамікою руху, кондиціонуванням і зменшенням вихлопу шкідливих речовин, зниженням зносу, можливостями утилізації і т.д. Крім того, НТ безпосередньо пов'язані з розвитком інформаційних систем, пов'язаних з автомобільною промисловістю (наприклад, моніторинг ситуації на дорогах, зв'язок і т.д.).

Впровадження прозорих багатошарових наноматеріалів має дуже великі перспективи для комерційного виробництва. Зокрема, металеві покриття, нанесені на скло товщиною в кілька нанометрів, можуть одночасно відображати інфрачервоне випромінювання і надавати склу додаткову термостійкість. Для затемнених внутрішніх вікон в автомобілях навіть можливе використання так званих електрохромних з'єднань, які автоматично налаштовуються на відповідну інтенсивність світла, а також сприяють зменшенню відображення в циферблатах пристроїв, що дуже складно реалізувати звичайними методами. Водовідштовхувальні і ударостійкі покриття можуть наноситися на багато деталей, в тому числі і на «двірники» і т.д. Ще один дуже цікавий приклад пов'язаний з використанням мікроскопічних частинок вуглецю. На початку 20 століття було випадково виявлено, що введення мікрочастинок сажі в гуму призводить до явного поліпшення якості автомобільних покришок. Ефект обумовлений тим, що частинки сажі «склеюють» гуму і роблять покришки міцніше, забезпечуючи їм підвищену зносостійкість. Сьогодні вже робляться цілеспрямовані спроби збільшити поверхню частинок сажі і знизити їх можливу адгезію, що знижує процеси розсіювання (розсіювання) енергії в шинах і призводить до загального підвищення їх характеристик і зниження витрати палива в середньому на 4%.

Відповідна оптимізація опору повітря, ваги автомобіля та трансмісії призведе до скорочення споживання палива на 6%, 15% та 28%, що призведе до скорочення викидів вуглекислого газу. Заплановане ЄС скорочення викидів чадного газу і твердих частинок (програма Євро 5) до 2028 року може бути досягнуто тільки за рахунок значного скорочення споживання палива, що терміново вимагає пошуку альтернативних джерел енергії. Наприклад, екологічно практично безпечний метанол дуже перспективний в якості моторного палива, а НТ може зіграти важливу роль у виробництві нових методів вприскування палива, реформи палива, накопичення водню, об'єднання електродів осередків і мембран для обміну протонами при згорянні палива і т.д.

Якщо говорити більш конкретно, то можна відзначити, що ефективне використання метанолу (і багатьох інших видів палива) вимагає подрібнення рідкого палива і його

мікродисперсного розпушення на заданих поверхнях, для чого нанофорно-затонулі матриці здаються дуже перспективними. Такі «нанореактивні» двигуни можуть бути отримані шляхом створення мікроскопічних (і навіть субмікроскопічних) каналів в таких матеріалах, як кремній або його сполуки. Подібні наноканали можуть застосовуватися в перспективних технологіях отримання водню з твердого палива, для чого внутрішню поверхню каналів можна додатково покрити шаром каталітичного матеріалу типу платини.

Нанопористі матеріали також можуть використовуватися для розкладання багатьох з'єднань (наприклад, води на водень і кисень) при використанні мембран з дуже розвиненою поверхнею. Крім того, мікропористі речовини з великою і активною поверхнею, очевидно, являють собою прекрасну основу для створення нових типів фільтрів, які механічно затримують необхідні види частинок.

Надалі розвиток енергетики може бути пов'язано з масовим заміщенням твердого палива і горючих речовин воднем, який потрібно буде накопичувати в спеціально створених пристроях, і саме в цьому наноматеріали (наприклад, складні фулерени) можуть бути вкрай корисні. Вже зараз фахівці планують створити резервуари для зберігання водню на основі фулеренів з 10% ККД.

Наноструктуровані матеріали дозволяють випускати легкі і при цьому досить міцні конструкції для деяких деталей масового виробництва. Наприклад, автомобільні дизайнери вже багато років створюють скляні покриття, які були б міцними, але які при необхідності можна було б швидко зламати (аварії, крадіжки і т.д.). На основі полікарбонату (ПК) може бути створений інноваційний замітник скла, тобто штучний матеріал, з якого виготовлені відомі CD і DVD диски. Це «розумне» пристрій (вигнуте комплексно в деяких частинах кузова, ззаду і збоку) може бути виготовлено з ПК таким чином, що його не можна замінити скляним аналогом. Для цього полікарбонат слід просто змішати з різними відбілюючими пігментами (у вигляді наночастинок), які, з одного боку, залишаються прозорими, а з іншого - захищають скло від руйнівного впливу ультрафіолету. Підвищена міцність до механічних пошкоджень в цьому випадку досягається застосуванням нанолакерів на основі поліоксанів.

Література

1. A seamless three-dimensional carbon nanotube graphene hybrid material / Y. Zhu, L. Li, C. Zhang et al. // Nat. Commun. – 2022. – Vol. 3. – P. 1225..
2. Поплавко Ю. М. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. / Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов – К. : НТУУ «КПІ», 2022. – 300 с.

УДК 621.98.01

А. Сеник, к.т.н., А. Галета, Д. Гурський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РАДІУСА
ТРАНСПОРТНОГО КАНАЛУ І СПОСОБУ БАЗУВАННЯ НА ВІДХИЛЕННЯ ВІД
КРУГЛОСТІ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ ЗГОРТАННЯ**

A. Senyk, Ph.D., A. Haleta, D. Hurskyi

**EXPERIMENTAL EXPERIMENTAL OF THE INFLUSION OF THE RADIUS
OF THE TRANSPORT CHANNEL AND THE METHOD OF BASED ON THE VIEW OF
THE ROUNDNESS OF THE GLORYTHY BUSHINGS AFTER GLORYTRY
OPERATIONS**

Одним із найважливіших завдань при формуванні згортних втулок є забезпечення максимально можливої точності (відхилень від круглості) на першій операції. Для виконання поставленого завдання формувались вибірки із 10 втулок, які отримували після першої операції згортання при різних радіусах транспортного каналу ($R=100$ мм; 50 мм) і різних способах базування: формуюча матриця (ФМ) – без оправки; ФМ – з консольно закріпленою оправкою; ФМ – із оправкою, встановленою на 2-х опорах. Із отриманих дослідних згортних втулок формували дослідні вибірки обсягом 10 втулок, шліфували торці, які після цього піддавали скануванню.

Використавши метод проектування, збільшували у задане число разів, забезпечували необхідну точність вимірювання не менше 5 мкм. Вписували у отримані круглограми прилягаючі кола, які ділили на 24 положення, і у кожному із цих положень визначали EFK_{in} (тут in – номер положення). Відхилення від круглості EFK_{in} у кожному положенні усереднювали і отримували усереднені круглограми, одна з яких подана на рис. 1. Відхилення від круглості на проміжку $[0, 2\pi]$ за усередненими круглограмами ВЦП згортних втулок апроксимували десятичленним тригонометричним рядом Фур'є і отримували середні значення \overline{EFK} та дисперсії A_k $D = \sum_{k=1}^{10} A_k$, де A_k – амплітуда k -тих гармонік $[k=1,10]$. Отримані значення характеристик відхилень від круглості подані в табл.1.

Таблиця 1. Значення характеристик розсіювання відхилень від круглості при різних способах базування та радіусах каналу

Вид базування	Радіус транспортного каналу R , мм	Характеристики розсіювання відхилень від круглості		
		Середні значення \overline{EFK} , мкм	Дисперсія $D(EFK)$, мкм ²	Максимальне знач. EFK_{max} , мкм
ФМ – без оправки	100/50	254/231	92420/76770	1338/1235
ФМ – оправка консольна	100/50	99/79	21680/3683	629/330
ФМ – оправка на двох опорах	100/50	87/58	20240/2041	589/218
На 2-х опорах за тех. проц [1]	50	24	1802	155

Вплив радіуса транспортного каналу R і способу базування на зменшення характеристик точності форми, а саме: на середнє значення відхилення від круглості \overline{EFK} , дисперсію $D(EFK)$ і максимальне значення відхилення від круглості EFK_{max} подано відповідно у табл. 2 і 3.

Таблиця 2. Зменшення характеристик EFK в залежності від радіуса транспортного каналу

Спосіб базування	Радіус тран. каналу R , мм	Зменшення характеристик EFK (у рази)		
		\overline{EFK} , мкм	$D(EFK)$, мкм ²	EFK_{max} , мкм
ФМ без оправки	100/50	1,10	1,20	1,08
ФМ – оправка конс.	100/50	1,25	5,88	1,91
ФМ – оправ на 2-х опор.	100/50	1,50	9,91	2,70

Таблиця 3. Зменшення характеристик розсіювання EFK в залежності від способу базування при постійних радіусах транспортного каналу

Спосіб базування	Радіус тран. каналу R , мм	Зменшення параметрів (у рази)		
		\overline{EFK} , мкм	$D(EFK)$, мкм ²	EFK_{max} , мкм
ФМ без оправки/ ФМ – оправка конс.	100/50	2,56/2,92	4,26/20,84	2,13/3,74
ФМ без оправки/ ФМ – опр. на 2-х опорах	100/50	2,92/3,98	4,57/37,61	2,27/5,66
ФМ – оправка конс./ ФМ – оправ. на 2-х опор.	100/50	1,14/1,36	1,07/1,80	1,07/1,51
ФМ – без оправки – на 2-х опорах за [1]	50	9,62	42,60	8,63

Продовження таблиці 3.

ФМ – оправка конс. – на 2-х опорах за [1]		3,29	4,26	7,97
ФМ – оправка на 2 опорах за [1]		2,40	1,13	1,41



Рисунок 1. Усереднена круглограма згортної втулки сформованої при радіусі транспортного каналу $R=50$ мм і способі базування ФМ – оправка на 2-х опорах

Література

- Кривий П. Д. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищеної якості згортних втулок : монографія / Кривий П. Д., Сенік А. А. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 232 с.

Аналіз отриманих даних показує, що спосіб базування більше впливає на характеристики відхилення від круглості, ніж радіус транспортного каналу. Найбільш ефективним щодо забезпечення точності форми згорнутої втулки за параметром відхилення від круглості E_{FK} виявився технологічний процес формування згортних втулок за запропонованим технологічним процесом [1]. Середні значення відхилень від круглості згортних втулок, сформованих за цим процесом, порівняно із таким же параметром, сформованим на радіусі 50 мм і однаковим способом базування, зменшились у 2,4 рази. Дисперсія розсіювання E_{FK} зменшилась у 1,13 разів.

Ефективність запропонованого технологічного процесу формування згортних втулок підтверджено критеріями Стьюдента і Фішера.

УДК 621.9.06-229.33

А.А. Сеник, к.т.н., І.Т. Ярема, к.т.н., с.н.с, В.В. Крищишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА З КЕРОВАНИМ НАТЯГОМ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК

A.A. Senyk, Ph.D., I.T. Yarema, Ph.D., V.V. Kryshchyshyn

DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A SPINDLE ASSEMBLY WITH CONTROLLED PRELOAD OF A CNC LATHE

Шпиндельний вузол (ШВ) верстата є головним формоутворюючим вузлом під час процесу токарної обробки. У токарних верстатах найбільше розповсюдження отримали ШВ на опорах кочення як найбільш економічні, надійні та прості в експлуатації [1, 2]. На працездатність ШВ суттєво впливає натяг в підшипникових опорах. Великий натяг суттєво збільшує жорсткість, що в свою чергу впливає на точність обробки. Але великі натяги можуть сильно знизити робочий ресурс ШВ. Натяг в підшипникових опорах впливає також на такий важливий показник якості ШВ як його динамічні характеристики, що найбільш повно характеризують якість його конструкції [1, 2]. Тому розроблення шпиндельних вузлів токарних верстатів з керованим натягом та дослідження їх динамічних характеристик є актуальною науково-практичною задачею.

У роботі запропонована задня опора ШВ з керованим натягом (рис. 1), яка містить однорядний радіально-упорний роликівий підшипник, що здатний змінювати натяг як у осьовому так і радіальному напрямку.

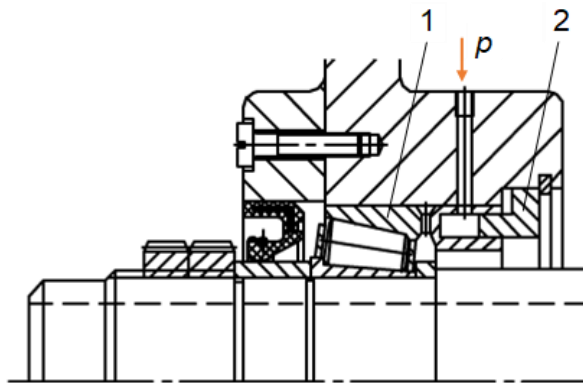


Рисунок 1. Задня опора ШВ токарного верстата з ЧПК з керованим натягом

Для вибору зазору між тілами кочення і кільцями використана гідравлічна система. Для створення осьової сили натягу використовується енергія перетворення гідравлічного тиску p в осьову силу. В підшипнику тиск p , який діє на зовнішнє кільце, що у свою чергу впирається в тіла кочення підшипника, створює осьову силу натягу P_a .

Для визначення динамічних характеристик ШВ з керованим натягом його пружну систему приведено до системи з однією ступінню вільності. Для цього

відомими методами здійснено приведення мас шпинделя до його кінця та визначено приведену до кінця шпинделя жорсткість з врахуванням змінної жорсткості задньої опори з регульованим натягом. З використанням отриманої динамічної моделі ШВ було визначено власні частоти коливань при різних значеннях жорсткості задньої опори з керованим натягом. Також проведено моделювання динамічного коефіцієнта в залежності від відношення частот вимушених ω і власних p коливань при різних значеннях приведеної жорсткості ШВ.

Література

1. Данильченко Ю. М. Прецизійні шпиндельні вузли на опорах кочення (теорія і практика)/ Ю.М. Данильченко, Ю.М. Кузнецов. – Тернопіль-Київ: Економічна думка, 2003. – 342 с.
2. Abele E. Machine tool spindle units/ E. Abele, Y. Altintas, C. Brecher// CIRP Annals. Manufacturing Technology. – №59. – 2010. – 781–802 p.

УДК 532

А.В. Коваль, Т.М. Вітенько д.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

A.V. Koval, T.M. Vitenko, Dr. Sci. (Engin.)

APPLICATION OF NUMERICAL MODELLING METHODS FOR IMPROVEMENT OF CAVITATION DEVICES

Кавітаційні апарати мають використовувати для вирішення проблеми очищення стічних вод [1]. Різні дослідження аналізували їх ефективність для підвищення якості очищення. Зокрема, Innocenzi та співавтори [2] провели лабораторні експерименти, досліджуючи можливість обробки розчину метилового оранжевого за допомогою кавітації в трубі Вентурі. Результати показали, що введення кавітації в процес окислення може значно підвищити ефективність деградації барвника за оптимальних робочих умов. Гідродинамічний кавітаційний апарат статичного типу створює кавітацію за рахунок перепаду тиску в рідині, що протікає через канали з змінним перерізом. Це дозволяє ефективно застосовувати кавітацію для знищення забруднень, таких як органічні сполуки, в стічних водах.

Математичне моделювання гідродинамічних кавітаційних апаратів статичного типу дозволяє глибше аналізувати і прогнозувати поведінку рідин та кавітаційних процесів у середині пристроїв. Це забезпечує можливість оптимізації конструкцій, підвищення ефективності роботи, зниження енергоспоживання та зменшення зносу обладнання. Моделювання за допомогою програмного забезпечення SolidWorks базується на вирішенні рівнянь гідродинаміки, термодинамічних підходах та чисельних методах для аналізу і симуляції кавітаційних явищ. Для детального опису конструктивних особливостей апаратів та їх елементів враховували основні характеристики, які наведено в табл. 1. Верхні та нижні кришки, а також фланці виконані з вуглецевої сталі. Дві циліндричні камери виготовлені зі скла, а діафрагма з нержавіючої сталі.

Таблиця 1. Вихідні дані.

Тиск на вході, P	0,30975 МПа	0,30975 МПа	0,30975 МПа
Кількість рідини, Q	0,0003045 м ³ /с	0,0003045 м ³ /с	0,0003045 м ³ /с
Температура, t	20 °С	20 °С	20 °С
Діаметр отвору на виході, D	3 мм	5 мм	8 мм

Дослідження змінного тиску вздовж осі дозволили оцінити ймовірність виникнення кавітації та зміну гідродинаміки, яка впливає на об'єм кавітаційної ділянки. Зміна діаметра отвору діафрагми на виході з 3 мм до 8 мм створює різні умови для варіації швидкості потоку та локального зниження тиску, необхідного для ініціації кавітації. Такі параметри впливають на ефективність кавітаційного ефекту, який можна оцінити за допомогою

моделювання або експериментально, аналізуючи рівень деградації органічних сполук чи ефективність диспергування забруднень у рідині[6].

Висновок. На основі наведених даних наведених у таблиці 1, отримали результати, зображенні на Рис. 1., які засвідчили, що регулювання діаметра конфузора є одним із ключовим параметром для оптимізації роботи гідродинамічного кавітаційного апарата. Зменшення діаметра дозволяє досягти умов, необхідних для утворення кавітації. Таким чином, керування параметрами потоку, такими як діаметр отвору діафрагми на виході, дає можливість налаштувати процес для досягнення максимального ефекту впливу на технологічні середовища.

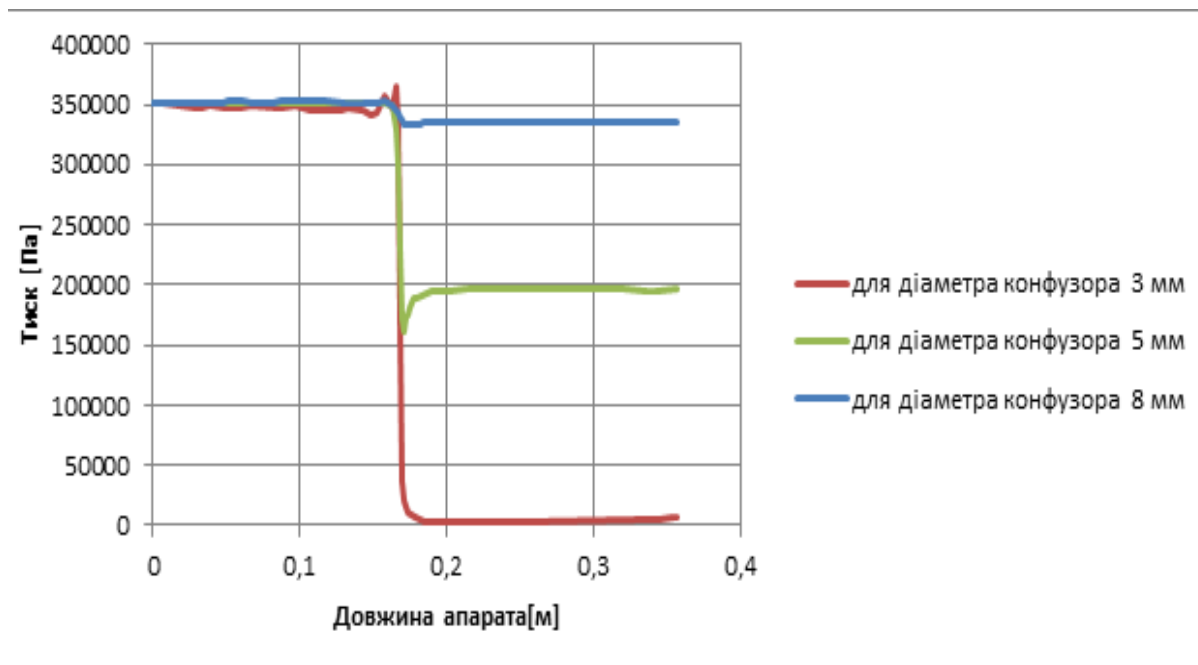


Рис. 1 – Змінна розподілу тиску вздовж гідродинамічного кавітаційного апарата статистичного типу.

Література

1. Liu Y., Li B. Numerical Investigation of the Cavitation Characteristics in Venturi Tubes: The Role of Converging and Diverging Sections. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, no. 13. P. 7476. URL: <https://doi.org/10.3390/app13137476> (date of access: 26.11.2024).
2. Innocenzi, V.; Prisciandaro, M.; Vegliò, F. Study of the effect of operative conditions on the decolourization of azo dye solutions by using hydrodynamic cavitation at the lab scale. *Can. J. Chem. Eng.* 2020, 98, 1980–1988.
3. Use of hydrodynamic cavitation in (waste)water treatment / M. Dular et al. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2016. Vol. 29. P. 577–588.
4. Д.О. Вітенько, Т.М. Вітенько. АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ПОТОКУ У КАВІТАЦІЙНИХ АПАРАТАХ. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2024. Т. 2, № 14. URL: <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/815/772>.
5. Horodyskyi N. I., Vitenko T. M. Hydrodynamics in cavitation device under tangential supply fluid. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2018. Vol. 82, no. 1. P. 107–115. URL: <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2018.82.128285>.
6. Вітенько Т. М., Гуцал О. Особливості використання кавітаційної техніки в процесах очистки промислових стоків від органічних забруднень. *SumDU Repository*. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/10934>.

УДК 621.9

А.В.Гагалиук, к.т.н., Ю.С.Смалій, О.В.Смалій

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗВЕРТКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПОСАДКОВИХ ОТВОРІВ

A.V.Gagaliuk, Ph.D., Yu.S.Smaliy, O.V.Smaliy

JUSTIFICATION OF REAMER PARAMETERS FOR FORMING THE SURFACE LAYER OF LANDING HOLES

Головка двигуна внутрішнього згорання є важливим виконавчим механізмом. Саме вона забезпечує розташування деталей, які приймають безпосередню участь в формуванні та наповненні камери згорання повітряно-паливною сумішшю та її випускання. Нижня частина клапанів постійно перебуває під дією високого тиску і температури. Для коректної і правильної роботи двигуна рухомі частини повинні забезпечувати герметичність камери згорання. Втулка і сідло клапана кріпляться в корпусі головки за рахунок посадки з натягом. Перелік передремонтних робіт, що виконуються працівниками СТО передбачають вимірювання допуску розміру усіх комплектуючих на ознаки дефектів і зношування, що в подальшому і визначає вартість та об'єм ремонтних робіт, зокрема заміни зношених втулок клапанів і самих клапанів.

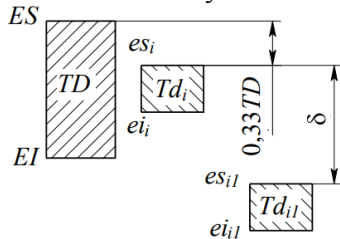


Рисунок 1. Схема розташування допусків отвору і розвертки

При заміні втулки клапана необхідно виконати розвертання її внутрішнього отвору, діаметр якого виконаний в «плюс», тобто є дещо меншим, ніж чистовий розмір клапана. Розвертка робить отвір більшим за свій фактичний діаметр, що зумовлює виконувати її діаметр меншим. Щоб уникати браку верхнє відхилення діаметра розвертки es_i має бути меншим, ніж верхнє відхилення отвору ES_i (1) і (2) і складає $0,33TD$ поля допуску отвору [1] або використати розвертки із змінними пластинами [2].

$$es_i = ES_i - 0,33TD \quad (1)$$

$$ei_i = es_i - Td = es_i - 0,33TD \quad (2)$$

Якщо використовують ще чорнову розвертку, то її допуски визначають із врахуванням припуску оброблення δ для чистової розвертки:

$$es_{i1} = ES_i - 0,33TD - \delta \quad (3)$$

$$ei_{i1} = es_{i1} - Td_{i1} = es_{i1} - 0,33TD - \delta \quad (4)$$

Циліндрична поверхня отвору використовується як базова для подальшого притирання нових клапанів до сідел, який виконують графітовою пастою вручну. В умовах ремонтного підприємства цей процес є неефективним, що зумовлює розробити розвертки також і для розвертання сідел.

Література

1. С.В.Швець. Металорізальні інструменти. Металорізальні інструменти: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 185 с.
2. TaeguTec. Е-каталог. Розвертання URL: <https://www.imc-companies.com/TaeguTec/ttkCatalog/Family.aspx?fnum=10677&mapp=RE&app=270&GFSTYP=M>

УДК 621.9

А.О. Ларочкін¹; О.С. Кобельник², к.т.н.

¹ (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

² (ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя», Україна)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ ПРИ СВЕРДЛІННІ НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ

A. Larochnik, O. Kobelnyk, Ph.D

DEVICE FOR ADAPTIVE FEED CONTROL WHEN DRILLING THROUGH HOLES

В сучасному серійному виробництві дуже важливими параметрами є точність та економічна ефективність при виготовленні деталей. Хоча дуже широкого застосування набули верстати з ЧПК, все таки для деяких простих операцій їх використання може бути не зовсім доцільним. Наприклад, при виготовленні якихось простих малогабаритних деталей, операції свердління, зокрема наскрізних отворів, доцільно буде проводити на більш простих та дешевих свердлильних верстатах.

В перехідних процесах різання, між заготовкою та свердлом можуть виникати ударні навантаження, та суттєве збільшення крутного моменту, особливо це актуально в момент врізання інструменту в тіло заготовки, та в момент виходу з заготовки, при наскрізному свердлінні [1]. Такі перевантаження можуть призводити до поломок інструменту, та утворення задирок, тому доцільно використовувати змінну подачу [2, 3].

Для зміни подачі в процесі свердління на сьогоднішній день запропоновано доволі багато пристроїв, більшість з яких монтуються на шпиндель верстату [4, 5, 6]. Керувати даними пристроями якимось гнучко доволі складно.

Оскільки для різних діаметрів свердл характер та залежності зміни подачі можуть бути різні [2, 3], є потреба мати можливість змінювати ці залежності, а також керувати зміною подачі враховуючи навантаження та крутний момент який виникає при свердлінні в реальному часі.

Особливо актуально це може бути при свердлінні одразу пакету з кількох деталей з різних матеріалів, або деталей з композитних матеріалів [7, 8]. З метою здешевлення виробничих процесів, слід запропонувати пристрій який міг би використовуватися на вже існуючих верстатах, з вже існуючою інфраструктурою на виробництві.

Оскільки не потрібно забезпечувати дуже велику амплітуду руху при корекції величини подачі, то ми можемо зробити пристрій відносно компактним встановлювати пристрій зміни подачі в затискний пристрій на столі свердлильного верстату.

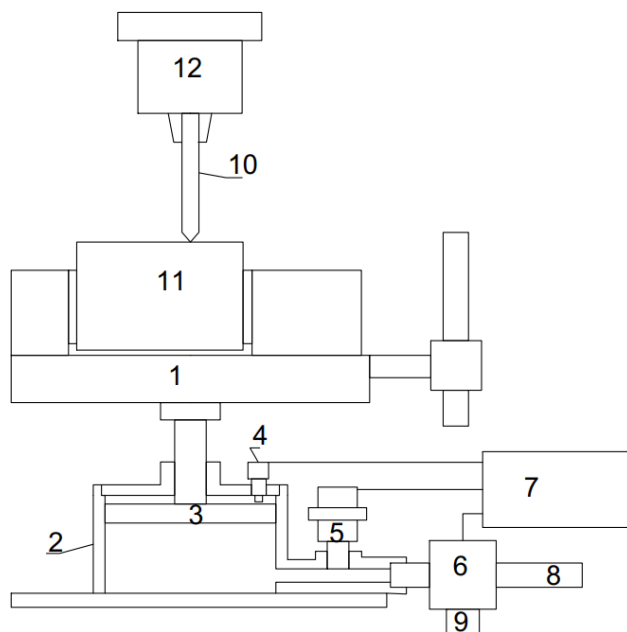


Рисунок 1. Пристрій для адаптивного керування величиною подачі

Забезпечити потрібні нам переміщення деталі відносно інструменту доцільно за рахунок пневматики. Запропонований пристрій монтується на стіл верстату, та представляє собою затискний пристрій 1, змонтований на пневмоциліндрі 2. У керуванні пристроєм беруть участь кінцевий вимикач 4, датчик тиску 5, блок керування 7, та триходовий пневмоклапан. Перед початком свердління пристрій наповнюється повітрям з пневмомагістралі, або компресора, через патрубков 8 пневмоклапана, до моменту замикання поршнем 3, вимикача 4. В момент врізання свердла 10 в заготовку 11, поршень 3 під дією подачі просідає, стискає та повітря. Коли режим різання став постійним і тиск який створився під поршнем 3, врівноважує собою вертикальне зусилля подачі, та перестає збільшуватися, то покази тиску фіксуються блоком керування за допомогою датчика тиску 5. В момент коли свердло підходить до пружно-пластичної зони, перед тим як вийти з деталі, блок керування буде фіксувати пониження тиску, і далі пристрій може забезпечити зміну величини подачі двома шляхами: 1) блок керування вимикає подачу, і деталь досверджується за рахунок закумульованого тиску під поршнем який працює як пневматична пружина; 2) через патрубок 9, клапан 6 стравлює повітря, з заздалегідь налаштованою швидкістю падіння тиску.

Також, при потребі, є можливість навпаки збільшити подачу в окремих випадках, докачуючи повітря.

Таким чином, запропонований пристрій може адаптивно змінювати велечину подачі, враховуючи фактичні навантаження в реальному часі, також дає змогу вибирати різний характер зміни подачі, і швидко переналагоджуватися, що дозволяє використовувати його з різними свердлами та матеріалами. При цьому всьому, запропонований пристрій, дуже легко може бути інтегрований в будь який вертикально-свердлильний верстат, і може як керувати подачею верстату, так і повністю автономно коректувати подачу самостійно, не залежно від можливості підключення блоку керування до верстату.

Література

1. П. Кривий, В. Кобельник, М. Кузьмін. Про характер зміни подачі при виході інструмента з тіла заготовки в процесі свердління наскрізних отворів. (машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки). Вісник ТНТУ. 2012. Том 68. № 4. С.114-127.
- А. 2. Кобельник В.Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі: дис. канд. техн. наук: 05.03.01: Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. Т., 2013. 21 с.
2. Кобельник В.Р. Ефективність керованого процесу свердління наскрізних отворів шляхом забезпечення зміни подачі. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: зб. наук. праць. Краматорськ, 2012. Вип. № 31. С. 47–56.
3. Пат. 77698 Україна, МПК (2013.01) В 23 В 47/00. Пристрій для свердління наскрізних отворів / Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Кузьмін М. І.; заявники і патентовласники Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Кузьмін М. І. № u201209347; заявл. 30.07.2012; опубл. 25.02.2013, Бюл. № 4.
4. С. Нагорняк, В. Мартенюк. Аналіз компоновальних схем насадок для регулювання подачі свердл у перехідних процесах різання. (Машинобудування та автоматизація виробництва). Вісник ТДТУ. Т. : ТДТУ, 2000. Том 5. № 1. С. 69–74.
- В. 6. Оліховський В. Пристрої для свердління наскрізних отворів. (Хімічна та біоінженерія). VII МСНТК, 25-26 квітня 2024 року. Т. : ТНТУ, 2024. С. 278–279.
- С. 7. Вантомм, П., Гассан, М. Г. Огляд свердління багатошарових композитів на основі полімерів та металів: оптимізація стратегій для підвищення ефективності у виробництві аерокосмічних конструкцій // *Fibers*. 2022. Т. 10, № 9. С. 78. DOI: 10.3390/fib10090078.
- Д. 8. Xu, J., El Mansori, M., Mkaddem, A. Recent advances in drilling hybrid FRP/Ti composite: A state-of-the-art review // *Composite Structures*. 2016. Т. 152. С. 737–753. DOI: 10.1016/j.compstruct.2015.09.028.

УДК 621. 867

А.О.Скоропляс

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ДВОВАЛКОВИХ СПІВВІСНИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

A.O. Skoroplyas

WRAPPED CONSTRUCTIONS OF TWO-ROLLER SINGLE-SCREW CONVEYORS

Двовалкові співвісні гвинтові конвеєри є ефективними транспортними пристроями, що використовуються для переміщення сипучих, пастоподібних та в'язких матеріалів у промисловості, будівництві, сільському господарстві та інших галузях. Їх головною особливістю є конструкція з двома гвинтовими валами, які обертаються співвісно, забезпечуючи рівномірний рух матеріалу та підвищену продуктивність. Вали можуть мати однаковий або різний діаметр і обертатися як в одному напрямку, так і в протилежному, залежно від технологічних потреб. Привідна система, що складається з електродвигуна, редуктора та механізму синхронізації, забезпечує необхідну швидкість і стабільність роботи.

Основними елементами дво валкових співвісних конвеєрів є гвинтові вали з витками, корпус, опорні елементи і привідна система. Вали зазвичай мають діаметр у межах 100–500 мм, а їх довжина може варіюватися від 2 до 20 м. Крок витків обирається залежно від характеристик матеріалу і становить 0,5–1,5 діаметра валу. Корпус конвеєра має трубчасту або коробчасту форму, що забезпечує герметичність і захист матеріалу від зовнішнього середовища. У співвісних моделях витки валів перекриваються, що дозволяє збільшити ширину транспортного каналу та уникнути забивання матеріалу.

Дво валкові конвеєри характеризуються високою продуктивністю, яка може досягати 50 м³/год. Швидкість обертання валів зазвичай знаходиться в межах 50–150 об/хв, а потужність приводу становить від 2 до 30 кВт, залежно від навантаження. Максимальний кут нахилу конвеєра обмежується 20–30°, оскільки більший нахил знижує ефективність транспортування.

До переваг таких конвеєрів належать рівномірний рух матеріалу, можливість транспортування в'язких і липких матеріалів, висока продуктивність та гнучкість застосування. Вони також підходять для змішування та подрібнення матеріалів, що робить їх універсальним рішенням для багатьох виробничих процесів. Однак складність конструкції, необхідність синхронізації валів та підвищене енергоспоживання є недоліками, які потребують врахування під час вибору та експлуатації обладнання.

Завдяки своїй універсальності дво валкові співвісні гвинтові конвеєри знаходять застосування в різних галузях. У промисловості вони використовуються для транспортування порошкових та гранульованих матеріалів, у будівництві – для переміщення бетону та гіпсу, у сільському господарстві – для роботи із зерном і комбікормом, а в харчовій галузі – для транспортування пастоподібних та сипучих продуктів. Їх вибір та налаштування проводиться з урахуванням характеристик матеріалу, умов експлуатації та вимог до продуктивності, що дозволяє досягти оптимальної ефективності роботи.

УДК 62-111.3:631.3

А.П. Грабовський, аспірант

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

A.P. Grabovsky, graduate student

TECHNOLOGY OF MANUFACTURING SCREW BILLETS

Технологія виготовлення гвинтових деталей вирізняється тим, що активні сили тертя, які виникають під дією калібрувальної частини притискного, формотворного ролика захоплюють і просувають стрічку з неперервним сходженням заготовки з оправки. Осьова сила Q створює на поверхнях оправки і втулки силу тертя F . Виготовлені перші витки заготовки, за рахунок переміщення захоплювальної втулки та навитих витків, утворюється осьова сила притискання Q . Враховуючи умови навивання припускаємо, що сила переміщення навитої частини спіралі постійна [1]. В такому випадку силу тертя F_v яка виникає від переміщення втулки вздовж оправки визначають за залежністю

$$F_v = \mu_0(F_s + F_{ov}) \quad (1)$$

де F_s – нормальне зусилля в з'єднанні втулка - шпонка - вал;

F_{ov} – нормальне зусилля контакту оправки з втулкою.

Щоб процес формоутворення проходив ефективно потрібна максимальна сила осьового підтискування яка є складовою початкового моменту осьового зусилля від тертя втулки. Зусилля N осьового розтягу визначаємо згідно з [1], тоді враховуючи рівність моментів знаходимо нормальне зусилля в шпонковому з'єднанні

$$F_s = N \frac{\rho_c}{r} \quad (2)$$

де ρ_c – радіус прикладання сили N , $\rho_c = r_o + \frac{B}{2}$;

r_o – радіус оправки;

B – висота стрічки, що навивається.

Сумуючи нормальне зусилля в з'єднанні втулка - шпонка – вал і зусилля осьового розтягу знаходимо нормальне зусилля в зоні контакту рухомої втулки і оправки

$$F_{ov} = F_s + \bar{N} \quad (3)$$

Звідси

$$F_{ov} = \mu \left(\sqrt{1 + \frac{\rho_c^2}{r^2}} - 2 \frac{\rho_c}{r} \cos \psi \right) N \quad (4)$$

тут ψ – контактне кутове зміщення між кріпильним і шпонковим пазами.

Силу тертя від переміщення втулки по оправі визначаємо з виразу

$$F_s = \mu \left(\frac{\rho_c}{r} + \sqrt{1 + \frac{\rho_c^2}{r^2}} - 2 \frac{\rho_c}{r} \cos \psi \right) N \quad (5)$$

Враховуючи, що для запропонованої конструкції пристосувань [2], контактне кутове зміщення набуває значення $\phi = \pi$.

Тоді залежність (5) набуває вигляд

$$F_s = \mu_0 \left(3 + \frac{2B}{d_0} \right) N, \quad (6)$$

де d_0 – діаметр оправи.

Зусилля розтягу N усталеного процесу навивання визначається, згідно з [1], залежністю

$$N = \left(\beta_\sigma \frac{H_0}{3} \right) \frac{\left(\delta_{T0} + \pi \ln \sqrt{\frac{R}{r}} \right)^4 \sqrt{\frac{r}{R}} (R^2 + 2r\sqrt{Rr} - 3Rr) \cdot (\mu_p + \mu_0)}{l + \mu_p(R - \sqrt{Rr}) + \mu_0(r - \sqrt{Rr})} \quad (7)$$

де μ_p – приведений коефіцієнт тертя на обтискному ролику;

β_σ – коефіцієнт, що залежить від співвідношення головних напружень.

Згідно з результатами експериментальних досліджень зусилля навивання F і розтягувальна сила N досягають свого максимуму (F_{max} та N_{max}) в момент прокручування оправи на $1/6 \dots 1/4$ оберту, а далі практично залишаються незмінними.

Отже, на першому етапі буде зростати сила F у межах від F_s до F_{max} , де $P_{\text{ПР}}$ – сила радіального притиску. Відповідно N буде збільшуватися від $P_{\text{ПР}}(\mu_p + \mu_0)$ до $N_{\text{МАХ}}$ приблизно за лінійною залежністю, а напруження від обтиску стрічки змінюються від

$$\sigma_{p0} = \frac{P_{\text{ПР}}(\mu_p + \mu_0)}{H_0 r^4 \sqrt{\frac{R}{r}}} \text{ до } \frac{N}{H_0 r^4 \sqrt{\frac{R}{r}}}.$$

Отже, сила тертя від осевого переміщення першої чверті витка буде

$$F^{\frac{\pi}{2}} = \mu_0 H_0^4 \sqrt{\frac{R}{r}} \left(\frac{\sigma_{r0} + \sigma_{\frac{\pi}{2}}}{2} \right) \frac{\pi r}{2} = \mu_0 \frac{\pi}{4} (P_{\text{ПР}}(\mu_p + \mu_0) + N) \quad (8)$$

Таким чином, в загальному випадку сила зміщення витків уздовж вісі Oz із сторони клинової поверхні буде дорівнювати

$$Q = Fv + F_{\frac{\pi}{2}} + F_\phi + F_{Pz} = \mu_0 N \left(3 + \frac{2B}{d} + \frac{\pi P_{\text{ПР}}(\mu_p + \mu_0)}{4N} + \phi - \frac{\pi}{4} + \sin \delta (\mu_p + \mu_0) \right) = \mu_0 P \left[\sin \delta + \frac{\left(3 + \frac{\pi P_{\text{ПР}}}{4P} + \frac{\pi}{4} + \phi + \frac{B}{d} \right)}{\mu_p + \mu_0} \right] \quad (9)$$

Розглянутий процес формоутворення заготовок використовуючи результати проведених теоретичних викладок дає змогу отримувати гвинтові заготовки для різних типів виробництв, і навіть в умовах ремонтних майстерень.

Література

1. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: Дис... д-ра техн. наук: 05.02.08 - Львів, 2002. – 445 с.
2. Пат. 63415 А Україна, МКВ В21D11/06. Пристрій для навивання смуги на ребро та одночасного калібрування пакета витків / М.І. Пилипець, В.В. Васильків, Д.Л. Радик, І.Б. Гевко.- № 2003043405; Заявл. 15.04.2003; Опубл. 15.01.2004; Бюл. № 1. – 4 с.

А.Юркевич, Я. Ковальчук к. т. н., доц.

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА ПІД ВПЛИВОМ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

A.Yurkevych , Ya. Kovalchuk , Candidate of Engineering Sciences (Ph. D.)

FEATURES OF MODERN CONSTRUCTION UNDER THE INFLUENCE OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Будівництво — це одна з найдавніших галузей людської діяльності, яка еволюціонувала разом із розвитком цивілізації. Зараз, у XXI столітті, сучасні технології кардинально змінюють підхід до будівництва, але разом із цим виникають і нові проблеми та виклики. В будівництві вони створюють революцію, адже сприяють підвищенню ефективності, екологічності та економічності будівельних проєктів. Використання відновлювальних джерел енергії, 3-друк під час будівництва, використання дронів та робототехніки все це значно пришвидшує процес, порівнюючи історію.

Одне з відкриттів це є провадження робототехніки. Роботи-муляри, такі як Hadrian X та SAM100 , є передовими прикладами автоматизації в будівельній індустрії. Беручи для прикладу Hadrian X — це перша в світі мобільна роботизована машина та система для укладки блоків, здатна безпечно працювати на відкритому повітрі в неконтрольованому середовищі зі швидкістю та точністю Він будує блокові конструкції з 3D-моделі CAD, створюючи набагато менше відходів, ніж традиційні методи будівництва, одночасно значно покращуючи безпеку об'єкта. Він здатен звести стіни на місці всього лиш за день. Інноваційне програмне забезпечення оптимізує процес будівництва житлових будинків, перетворюючи ескізи стін у детальні схеми розташування блоків. Це дозволяє зменшити кількість переміщень матеріалів, скоротити витрати та мінімізувати відходи. Усі учасники будівельного процесу — від архітекторів до виконавців — працюють з єдиною базою даних. Це забезпечує узгодженість дій, дозволяє одночасно виготовляти матеріали і виконувати будівельні роботи, що прискорює завершення проєкту й підвищує ефективність. Безпосередня фірма розробник представила в дії свою систему Hadrian-X «наступного покоління», і встановила новий рекорд швидкості у своїй першій тестовій збірці на відкритому повітрі, продемонструвавши стійку швидкість понад 300 цегляних блоків на годину під час тестування та калібрування. Якщо екстраполювати цей показник на найбільші блоки, з якими він може впоратися 45 кг і розміром 99 x 600 x 400 мм, і ви побачите машину, здатну зводити близько 8 кв. м вертикальної стіни щогодини[1]. це автономна будівельна система. Після завантаження блоків з палет, робот укладає їх за допомогою маніпулятора. Кожен блок обробляється спеціальним клеєм, що замінює традиційний розчин, а потім поміщається на місце за допомогою захоплення на кінці маніпулятора. Ну але вони не зупиняються на тому і працюють над тим, що робот стане набагато швидше, його максимальна швидкість становить 753 блоки на годину. Подовжена 32-метрова телескопічна стріла забезпечує більший радіус дії, ніж її попередник, дозволяючи зводити стіни заввишки три поверхи від узбіччя , а також можливість укладати блоки в межах 50 мм від існуючих стін. Телескопічна стріла Hadrian X досить довга, щоб будувати триповерхові конструкції без сходів. Робот може працювати 24 години на добу 7 днів на тиждень за різних погодних умов. [2]

Робототехніка з кожним разом буде з'являтися в нашому житті все більше. Наприклад ми можемо спостерігати дрони використовують в воєнних цілях. Але й використання їх в будівництві значно спрощує певні задачі, моніторинг будівельного майданчика, інспекція готових об'єктів або також в скануванні будівель. Нещодавно в Китаї було реалізовано унікальний проєкт, у рамках якого 158 км дороги було побудовано за допомогою безпілотників. Безпілотні літальні апарати значно прискорюють процес будівництва, оскільки можуть працювати безперервно, не потребуючи відпочинку, що дозволяє виконувати завдання швидше та ефективніше. Крім того, їх використання зменшує витрати на робочу силу і матеріали, адже дрони здатні замінити значну кількість працівників і техніки, роблячи будівництво більш економічним. Крім того, використання БПЛА в будівництві доріг сприяє підвищенню точності та якості робіт – було продемонстровано точність на рівні 10 міліметрів. [3] Одним із найпоширеніших дронів, що використовується для будівельних і інспекційних завдань, є квадрокоптер DJI Mavic Air 2 (виробництво — Китай). Ця модель ідеально підходить для роботи в обмежених просторах і обстеження небезпечних зон. Основні характеристики квадрокоптера:

Відеокамера: Оснащена трьохвісним стабілізатором і амортизаторами, що зменшують вібрацію, забезпечуючи стабільну якість зображення.

Сенсори перешкод: Система розпізнавання перешкод працює у фронтальній площині, знизу та ззаду. Швидкість виявлення перешкод — до 8 м/с, з дистанцією від 0,5 до 12 м.

Поле огляду: 50° по горизонталі та $\pm 19^\circ$ по вертикалі, що дає можливість охопити значну площу під час огляду.

Якість відео: Підтримує запис у форматі 4K зі швидкістю 60 кадрів/сек і бітрейтом 100 Мбіт/с.

Дальність сигналу: Може передавати дані на відстань до 10 км у відкритому просторі.

Ця модель є зручним та ефективним рішенням для інспекцій, моніторингу будівництва та інших завдань, що потребують високої точності та якості даних. Використання дронів дає змогу регулярно відслідковувати хід будівництва, створювати фото та відеозвіти для інвесторів чи замовників. Інтеграція з іншими технологіями (наприклад, BIM) покращує управління будівельним процесом.

Таким чином з допомогою нових методів, темпи і безпечність будівництва зростають. Людство йде до того щоб робити все швидше, безпечніше, і менш трудозатратним. Не можна сказати, що це замінить людську діяльність але це точно має право на життя, адже з кожним днем їх починають все більше використовувати і вдосконалювати і це робить важливим елементом в будівельному секторі. Безпілотники здатні працювати без перерв, виконуючи завдання цілодобово. Завдяки цьому будівельні процеси залишаються значно швидшими, що особливо важливо для проєктів зі стислими термінами виконання.

Література

- 1 <https://www.fbr.com.au/view/next-gen-hadrian-x>
- 2 <https://sundries.ua/robot-muliar-hadrian-x-mozhe-zvesty-budynok-vsoho-za-4-hodiny-foto-video/>
- 3 <https://gsminfo.com.ua/174183-ne-tilky-dlya-vijny-v-kytayi-bezpilotnyky-vykorystovuyut-dlya-budivnyctva-dorig.html>
- 4 Гураль О. О. Технічне обстеження будівель і споруд за допомогою безпілотних літальних апаратів: кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю „192 – будівництво та цивільна інженерія“. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 70 с.

УДК 621.91.02

Б.І. Костриба

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПОСОБИ ЗМІЦНЕННЯ ШВИДКОРІЖУЧИХ ПЛАСТИН

B.I. Kostryba

METHODS OF STRENGTHENING HIGH-SPEED CUTTING PLATES

Збільшення терміну експлуатації та зносостійкості інструменту є важливим завданням будь-якого виробництва. Вирішення цього завдання сприяє значному збільшенню довговічності інструменту і забезпечує економію дорогих і дефіцитних матеріалів, енергії, трудових ресурсів і, найважливіше, збереження високої якості виробів. Розвиток техніки та науки диктує незворотність створення та впровадження у промисловість нових конструкційних матеріалів, що мають підвищені фізико-хімічні та експлуатаційні властивості, а також застосування сучасних методів поверхневого зміцнення виробів.

На сьогоднішній день у промисловості використовується велика кількість технологічних прийомів поверхневого зміцнення різальних інструментів, що вдосконалюються прискореними темпами. Один з найбільш перспективних напрямків підвищення надійності і довговічності інструменту – це зміцнення робочих поверхонь швидкоріжучих пластин за рахунок створення поверхневих шарів з більш високими механічними і триботехнічними показниками. Практична реалізація способу досягається різними методами поверхневої зміцнювальної обробки, зокрема нанесенням покриттів (хімічними, фізичними та іншими способами) та модифікацією властивостей поверхні та поверхневого шару інструменту (хіміко-термічною, деформаційною обробкою та іншими способами). Їх застосування дозволяє суттєво збільшити ресурс роботи (стійкість) металообробного інструменту та комплексно реалізувати сучасні напрямки вдосконалення металообробного виробництва: підвищення продуктивності обробки, точності та якості оброблюваних деталей та ін. Наносити зміцнювальні покриття можна на пластини будь-якої геометричної складності. Для зміцнення швидкоріжучих пластин застосовують: метод хімічного осадження (CVD) та метод фізичного осадження покриттів (PVD). Для зміцнення ріжучого інструменту набув широкого застосування метод PVD, оскільки хімічний метод осадження покриттів CVD передбачає постійний контроль продуктів хімічної реакції та використання дорогих хімічних реагентів. Фізичне осадження покриттів за допомогою дугового розряду допускає незначні відхилення технологічних параметрів та дозволяє працювати з високою продуктивністю. На даний час, при покритті методом фізичного осадження, використовується титан або його сплави, що наносяться іонним розпорощенням або випаровуванням. Алмазоподібне покриття (DLC – Diamond Like Carbon) – це технологія плазмового імпульсного розпилення графіту у вакуумній камері та осадження іонів вуглецю з досить великою енергією на вироби. Алмазоподібні покриття складаються з атомів вуглецю, як з алмазоподібними так і з графітоподібними зв'язками, що значно підвищує ресурс використання виробів із подібним напilenням.

Алмазоподібні покриття чудово зарекомендували себе у металообробці. Ці покриття мають ряд переваг: висока зносостійкість, твердість, низький коефіцієнт тертя і також вони є екологічно чистими. Найбільш поширені покриття мають мікротвердість від 10 до 45 ГПа. Але DLC покриття забезпечує мікротвердість у межах від 52 до 98 ГПа. Такі значення досягаються при нанесенні методом імпульсного плазмового розпилення графіту у вакуумі. За цим критерієм покриття DLC немає аналогів.

УДК 681.5

Д.П. Микулик, М.І. Тригубець, М.Є. Конотоп, Т.Б. Періг
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СИСТЕМА СНІГОТАНЕННЯ З ПІДГРІВОМ ТРОТУАРІВ У ТУНЕЛІ

Д.Р. Mykulyk, M.I. Tryhubets, M. Y. Konotop, T.B. Perih

SNOW MELTING SYSTEM WITH HEATED SIDEWALK IN A TUNNEL

В останні роки, зі швидким зростанням економіки та різким зростанням руху, опір ковзанню тротуарів у порталах тунелів стає все більш важливим у холодному регіоні. Однак протиожедні сіль, прибирання снігу за допомогою машини та інші заходи проти ковзання, вжиті відділом обслуговування доріг, мають багато обмежень. Щоб покращити ефект очищення, ми запропонували новий підхід до танення снігу з використанням електричного обігріву, при якому нагрівальні кабелі встановлюються в структурний шар дороги. За допомогою польового експерименту, лабораторного експерименту та чисельного дослідження було систематично проаналізовано тип конструкції, потужність нагріву та час попереднього нагріву гнучкої системи опалення тротуару в порталі тунелю, а також переваги технології електричного обігріву в покращенні опору ковзанню тротуару в порталі тунелю також були представлені. Таким чином, така нова технологія, яка пропонує нові методи танення снігу для порталів тунелю, мосту, гірської місцевості та великого похилу в холодному регіоні, має багатообіцяючу перспективу для широкого застосування.

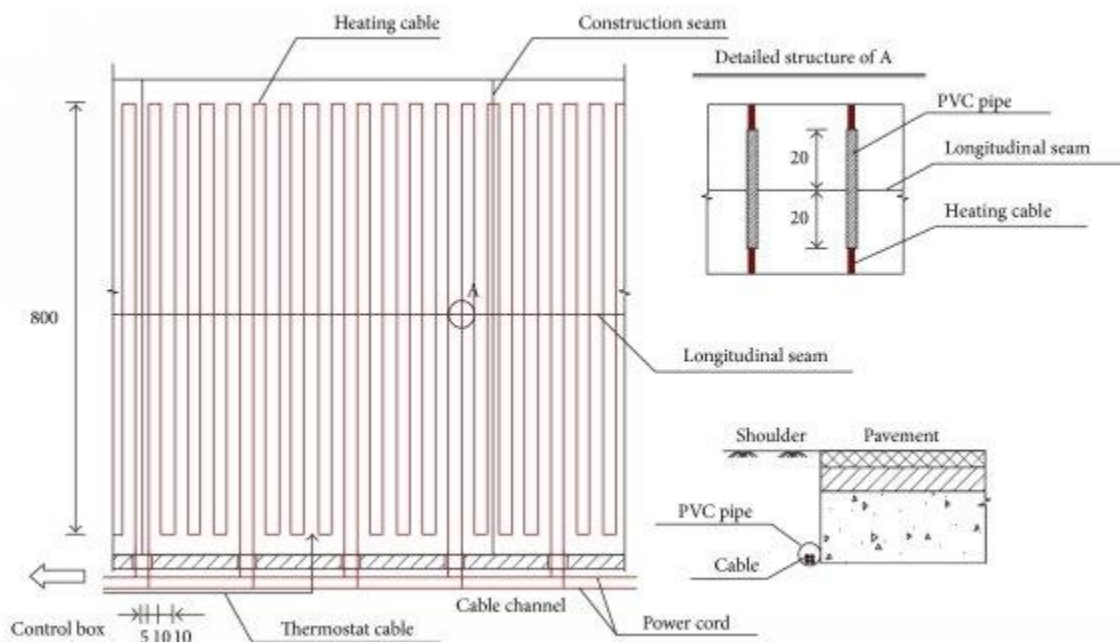


Рисунок 1. Принцип роботи системи електрообігріву.

Література.

1. M. S. Ialam, T. Fukuhara, H. Watanabe. Horizontal U-tube road heating system using tunnel ground heat. Journal of Snow Engineering of Japan, vol. 22. no. 3, 2006. p. 23–28.
2. L. N. Hu. Application of electric heating system in the tunnel. Shanxi Electronic Technology. no. 3, 2013. p. 11–12.

УДК 681.5

І. В. Гаврищук, О.С. Кобельник, І.С. Генік

(Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя)

ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ТВЕРДОТІЛОГО МОДЕЛЮВАННЯ

I.V. Havryshchuk, O.S. Kobelnyk, I.S. Genyk

OVERVIEW OF SOLID STATE MODELING SOFTWARE

Поле твердотілого моделювання займається проектуванням і представленням фізичних об'єктів. Дві основні схеми представлення, які використовуються в твердотілому моделюванні, — це конструктивна твердотіла геометрія (CSG, Constructive Solid Geometry) і граничні представлення (B-rep). Обидва ці представлення мають різні сильні та слабкі сторони, і для більшості застосувань обидва представлення є бажаними. [1] Конструктивні твердотілі системи геометрії є потужнішими, ніж граничні представлення, так само, як граничні представлення потужніші, ніж каркасні. Подання границі може бути автоматично отримано з опису, як це часто робиться для цілей графічного відображення. Об'єкти, створені за допомогою CSG, гарантовано є дійсними тривимірними об'єктами, і таке представлення не може бути неоднозначним. Представлення CSG були розширені різними способами; прикладами є включення даних про допуск або невизначеність [2] або знання «методів» об'єктно-орієнтованого стилю для роботи з визначеними об'єктами. Основна складність полягає в оцінці та представленні перетину параметричних поверхонь, і це заважає розвитку твердотілих моделей, які включають параметричні моделі поверхні. Топологія ділянки поверхні стає досить складною, коли виконуються булеві операції, і пошук зручного представлення для цих топологій є серйозною проблемою. Як наслідок, більшість сучасних модельних програм використовують полієдральні наближення до цих поверхонь і застосовують існуючі алгоритми для проектування і маніпулювати цими багатограничними об'єктами. Цей підхід не тільки призводить до розповсюдження даних, але й отримані алгоритми неефективні та неточні.

Проаналізувавши та порівнявши чотири програми твердотілого моделювання, можна зробити висновок, що 3dsmax є дуже цікавою програмою моделювання твердих поверхонь, пропонуючи яскравий і простий у користуванні графічний інтерфейс. Однак графічний інтерфейс 3ds max, навпаки, більше підходить для досвідчених користувачів, які захоплюються анімацією, створенням фільмів або іграми. Він не підходить для звичайних механічних чи технічних креслень. SolidWorks пропонує інтерактивний графічний інтерфейс для механічних креслень, але він не підтримує логічні операції. SolidWorks надає користувачам гнучкість у проектуванні деталей. SolidWorks — це програмне забезпечення для механічного проектування, яке забезпечує контроль рівня функцій для багатьох тіл. З точки зору процесу екструзії, гнучкості та часу, необхідного для обробки логічних операцій; Solid Edge має менші можливості порівняно з іншими твердотілими машинами. Але для візуалізації процесу комбінування логічних операцій Solid Edge є кращим за інші. AutoCAD — це інтерактивна система малювання, призначена для того, щоб дозволити користувачеві будувати чи редагувати малюнок на екрані графічного дисплея.

Література.

1. A. Romli, H. Haron Solid Modeler Evaluation and Comparison: Perspective of Computer Science. Jurnal Teknologi. 47(1), 2007. p. 15-25. DOI: 10.11113/jt.v47.264.

УДК 669.146

К.О. Трояк, керівник, проф. П.Д. Стухляк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ З МЕТАЛОКЕРАМІЧНИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

К.О. Troiak, head, prof. P.D. Stukhliak

AUTOMATED SYSTEMS FOR FORMING PROTECTIVE COATINGS FROM METAL-CERAMIC DISPERSED MATERIALS

Розвиток сучасної промисловості України зумовлює зменшення ресурсо-, енерго-, і металоємності при розробці та виготовленні обладнання, механізмів та машин різного функціонального призначення. Більшість деталей механізмів та машин виготовляють зі сталей. Для захисту робочих поверхонь від впливу зовнішніх факторів, в тому числі і фрикційної взаємодії є ефективним способом є розробка та використання методів формування покриттів на робочих поверхнях виробів. До них відносять електролітичний метод, металізацію, напилення при використанні дисперсних порошків, лазерно-плазмового легування тощо. Актуальним є розробка нових методів нанесення покриттів, наприклад такого методу як багатокамерного високошвидкісного напилення при швидкостях, що в три-чотири рази перевищує швидкість звуку. Використання технологій детонаційного напилення. Перевагою даного методу є висока продуктивність процесу формування покриттів з дисперсних матеріалів різних систем широкого спектру призначення з тугоплавких компонентів на поверхнях складного профілю без суттєвого нагріву поверхні деталі з мінімальними затратами порошків. Мінімізується розхід горючого та транспортуючого газів порівняно з іншими методами газополуменового формування покриттів. Дві камери і камер згоряння забезпечує суттєве збільшення швидкості транспортування до поверхні виробу запахнок виниунення кумулятивного ефекту при взаємодії частинок порошку з робочою поверхнею виробу, що забезпечує підвищену міцності адгезійних з'єднань сформованих покриттів до поверхні основи. Особливий інтерес з наукової та практичної точки зору має використання порошків оксидів металів, що дозволяє сформувати матеріал покриття з високими фізико-механічними властивостями, корозійною тривкістю та зносостійкістю. Дисперсний Al_2O_3 випускається промисловістю крупнотонажно, доступний, з порівняно не високою ціною. Для науковонаправленого регулювання структури матеріалу, що формують на поверхні виробу використано два типи порошків, що відрізняються по об'ємній частці фазового та фракційного складу. У зв'язку з цим дослідження структурних характеристик є важливим для прогнозування терміну експлуатації обладнання та зменшення енергоресурсів на його виготовлення.

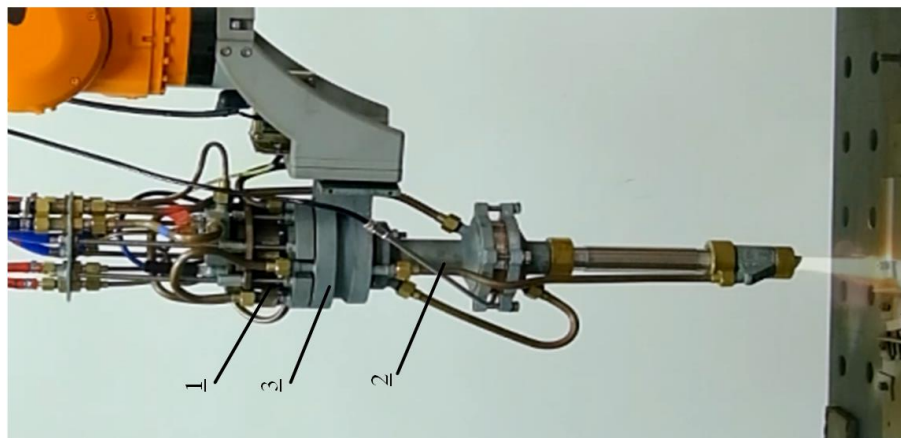


Рис. 1 Видгляд багатокамерного детонаційного пристрою і процес детонаційного розпилення з накопиченням енергії в багатокамерному пристрої. 1 - форсувальна камера; 2 - основна камера; 3 - циліндрична камера

Висновок. Використання методу високошвидкісного багатокамерного детонаційного напилення дозволить підвищити експлуатаційні характеристики виробів з сформованими покриттями на основі оксидів металів.

УДК 661.6

М. С. Дзюмак, І.М. Поливаний, І.Я. Харів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОГЛЯД КОНЦЕПЦІЇ ЗД ДРУКУ ВЕЛИКИХ ОБ'ЄКТІВ

M. S. Dziumak, I.M. Polyvani, I.Y. Khariv

OVERVIEW OF THE CONCEPT OF 3D PRINTING OF LARGE OBJECTS

Дослідження дрібномасштабного 3D-друку швидко розвиваються, де численні промислові продукти були випробувані та успішно застосовані. Тим не менш, дослідження великомасштабного 3D-друку, спрямованого на масштабні програми, такі як будівництво та виробництво автомобілів, все ж вимагає чималих зусиль. Широкомасштабний 3D-друк вважається міждисциплінарною темою і вимагає створення змішаної бази знань із багатьох галузей досліджень, включаючи структурну інженерію, матеріалознавство, мехатроніку, інженерію програмного забезпечення, штучний інтелект та архітектурну інженерію.

Масштабний 3D-друк — це особливий тип адитивного виробництва, який спеціалізується на зведенні великомасштабних, важких і часто постійних конструкцій. Деякі автори вважають за краще використовувати термін адитивна конструкція, посилаючись на принцип адитивного виробництва, масштабованого для будівництва [1]. Саме адитивне виробництво визначається як «процес з'єднання матеріалів для виготовлення об'єктів із даних 3D-моделі, зазвичай шар за шаром, на відміну від субтрактивних методологій виробництва». Протягом останніх 3 десятиліть було винайдено численні підходи до адитивного виробництва, включаючи стереолітографію, селективне лазерне спікання, моделювання осадження плавленням і струменевий порошковий друк. Незважаючи на те, що ці технології були успішними для невеликих цілей, масштабування 3D-друку для використання в будівництві та для заміни звичайних методів будівництва все ще є проблемою. Згідно з працею [1] дослідницькі зусилля у сфері широкомасштабного 3D-друку були присвячені трьом основним аспектам:

1. технологічні рішення адитивного виробництва (тобто самі 3D-принтери).
2. проблеми матеріалознавства.
3. Нові можливості проектування будівель.

У наступних розділах розглядатиметься поточний стан досліджень у кожному з цих аспектів та обговорюватимуться сфери подальших досліджень та потенційні вдосконалення.

Дослідження широкомасштабних технологій 3D-друку можна класифікувати як на базі порталних пристроїв, на основі роботизованої руки або на основі системи рою.

Рішення на базі порталу - це просто розширення адитивного виробництва до адитивного будівництва. Це «гігантський 3D-принтер» із приводом, керованим трансляцією в будь-якому напрямку вздовж осей X, Y, Z у декартових координатах.

При використанні роботів застосовують метод дотичної безперервності за рахунок підвищених ступенів свободи, які пропонуються 6-осьовими робототехнічними руками.

Література.

1. N. Labonnote, A. Rønquist, B. Manum, P. Rüther, Additive construction: State-of-the-art, challenges and opportunities. *Autom. Constr.* 72, 2016. p. 347–366.

УДК 681.5

М.Б. Дранівська, Н. В. Залуцька, В. Я. Гаврилюк

(Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя)

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ 3D ДРУКУ ЗВАРЮВАННЯМ

М.В. Dranivska,

OVERVIEW OF 3D PRINTING TECHNOLOGIES BY WELDING

Зварювання — це процес з'єднання деталей шляхом розплавлення заготовки та додавання присадочного матеріалу. Його також визначають як послідовну техніку з'єднання для складання металевих частин із застосуванням тепла. Тривимірне зварювання описується як конструювання металевих кульок, шар за шаром, для отримання тривимірного металевого об'єкта [1]. Відмінності між звичайним зварюванням і 3D-зварюванням показано на рис. 1. Технологія адитивного зварювання є одним із процесів виготовлення 3D деталей для металу.

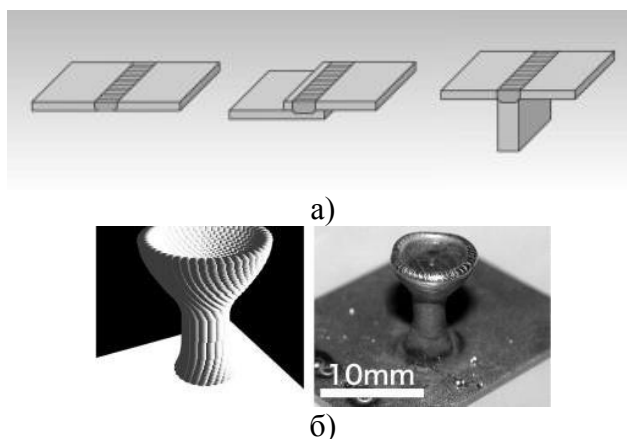


Рисунок 1. Приклад поширених типів зварювання: а) квадратне стикове, нахлесткове та Т-подібне з'єднання; б) 3D-комп'ютерне графічне зображення чашки та сформований об'єкт за допомогою 3D мікрозварювання

Найпоширеніша техніка 3D-друку складається з порошкового сплавлення, екструзії матеріалу, ламінування листів, спрямованого осадження енергії, струминного нанесення матеріалу та струминного нанесення сполучного матеріалу. Методи екструзії матеріалу та струминного нанесення зв'язувального матеріалу застосовувалися до пластмас і кераміки лише протягом останніх років, але тепер вони також використовуються в 3D-друку металу завдяки прогресу в техніці адитивного виробництва. Матеріал, який використовується для металевого 3D-друку в більшості випадків порошковий та дротяний.

Порошкове сплавлення (PBF) є провідною технологією в галузі, яка демонструє свою актуальність для металевих предметів [2]. Технології PBF дозволяють виготовляти вироби з хорошими механічними властивостями та складними формами з високою точністю ($\pm 0,02$ мм) [3]. За словами Бергера, DMLS є найбільш бажаною технологією PBF для зварювання 3D-друку з коротким часом виготовлення, економічно ефективним

складанням і широким вибором металевих деталей. DMLS — це процес швидкого створення прототипів і інструментів на основі лазера, за допомогою якого деталі чистої форми виготовляються за один процес.

Потрібні значні дослідження та подальше розуміння аспектів конструкції машини та інтеграції процесів, оптимізації та рівня автоматизації, у тому числі для планування процесів для задоволення майбутніх вимог. Однією з проблем, пов'язаних із виготовленням 3D-друку з металу, є вибір матеріалу. Наприклад, титан і його сплави широко використовуються в різних галузях промисловості через їх високу продуктивність, але це тривалий час і висока вартість обробки, якщо вони виконуються звичайними. Поширеною сталлю, що використовується для тривимірного зварювання, є інструментальна сталь, аустенітна нержавіюча сталь, нержавіюча сталь, що піддається дисперсійному гартуванню, і мартенситна сталь. Через різні властивості кожного металу необхідно вибрати правильний матеріал, щоб забезпечити основну мету процесу, яка полягає в зменшенні вартості, відходів та енергії. Окрім відмінностей у властивостях, слід враховувати й інші речі, такі як ціна, метод чи техніка та зміцнення самого металу. Подальші дослідження кожного металу допоможуть у виборі відповідного матеріалу. По-друге, дефекти після процесу 3D зварювання також є недоліком цього процесу. Утворення порожот, анізотропна мікроструктура та механічні властивості, що відрізняються від дизайну до виконання та поява шару за шаром, виділені як проблеми, які пов'язані з природою такого друку. Висока пористість, створена в продукті, призводить до зменшення міжфазного зв'язку між друкованим шаром, який також зменшить його механічні характеристики. Однак це залежить від методу та типу використовуваного матеріалу.

Інші проблеми, пов'язані з металевим 3D-друком, – це погана обробка поверхні, неточні розміри та вимога постобробки (механічна обробка, термічна обробка або хімічне травлення) для завершення деталі. Однак поєднання технології 3D-друку з еквівалентним виробництвом і субтрактивним виробництвом створить додаткові переваги для вдосконаленого виробництва. Процес зварювання в поєднанні з фрезеруванням є концептуальною ідеєю. Воно дає велику гнучкість виробництва, а також підвищує якість поверхні та точність розмірів. Залишкове напруження та деформація сильно залежать від стратегії нанесення матеріалу, що також призводить до постійної висоти, яку можна виміряти шар за шаром. Більшість машин для 3D-друку, доступних на ринку, є порошковими матеріалами. Оскільки це порошок, міцність виготовлених деталей призводить до деяких проблем. Процес після зварювання повинен бути зосереджений не тільки на точності та обробці поверхні, але також повинен враховувати міцність виробу.

Література.

1. Горіі Т., Кіріхара С., Міямото Ю. Вільне виготовлення об'єктів з суперсплавів за допомогою 3D мікрозварювання // Матеріали та дизайн. 2009. Т. 30, № 4. С. 1093-1097.
2. Роланд Бергер Стратегічні Консультанти. Додаткове виробництво: революція в промисловості виробництва. Мюнхен, Німеччина, листопад 2013 року. URL: www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_Additive_Manufacturing_20131129.pdf (дата звернення: червень 2015 року).
3. Вибіркова лазерна плавильна машина SLM 500 | SLM Solutions. URL: <https://slm-solutions.com/products/machines/selective-laser-melting-machine-slm-500> (дата звернення: 23 жовтня 2017 року).

УДК 681.6

М.О. Ляшук, Р.З. Золотий, к.т.н, доц., Р.І. Королюк, С. Т. Гаврись
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАПОВНЮЮЧИХ СІТОК ПРИ 3Д ДРУЦІ

М.О. Liashuk, R.Z. Zoloty, PhD, Assoc. Prof., R.I. Koroliuk,

RESEARCH OF ELASTIC PROPERTIES OF FILLING MESHES IN 3D PRINTING

На даному етапі розвитку науки і техніки все ширшого використання набувають технології 3Д друку. Такі пристрої дозволяють швидко виготовити прототип вироб для його досліджень. Результати таких випробувань можуть бути використані при підготовці промислового виробництва. Для економії часу та матеріалу при виготовленні деталей методом 3Д друку використовують неповне заповнення внутрішньої порожнини за допомогою армуючих сіток. Цікавим з наукової точки зору було б дослідити, які пружні властивості мають такі вироби, тобто наскільки вони стійкі для пружних деформацій і наскільки сильно впливає тип заповнюючої сітки на ці властивості.

Метою роботи було дослідити залежність руйнівного напруження при згинанні прямокутних зразків, виготовлених за допомогою 3Д друку та заповнених різними типами сіткових структур.

Модель для друку було виготовлено у програмному забезпеченні Solid Works 2015 методом витягування прямокутника.

Ultimaker Cura дозволяє змінювати візерунок надрукованої структури заповнення, що є корисним у деяких випадках використання. Шаблони заповнення приведені на рис. 1.

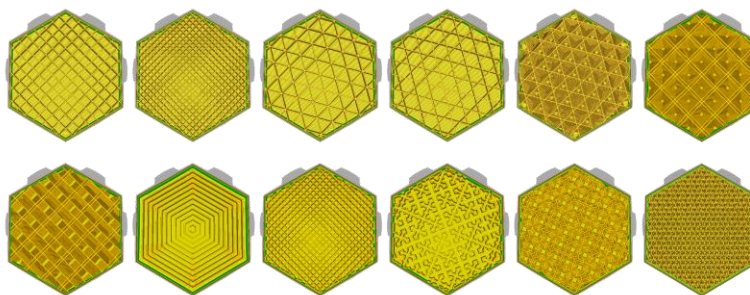


Рисунок 1. Шаблони заповнення в середовищі Ultimaker Cura

Для досліджень нами було обрано 5 видів сіток 2 сітки 2Д типу, 2 мітки 3Д типу та сітка для гнучкості. Такий вибір обґрунтовано тим, що у повсякденному друці використовуються 2Д сітки більш часто, тому бажано знати їхні характеристики. 3Д сітки необхідно було дослідити, враховуючи, що вони є більш перспективними у застосуванні.

Дослідження було проведено на установці типу ДМ30М, на якій було встановлено індикатори для замірів відповідних величин.

За результатами досліджень встановлено, що зразок з сіткою Octet витримав найбільший прогин без руйнування, а зразок із сіткою Cross витримав найбільше зусилля, тобто чинив найбільший опір деформації згину.

Література.

1. Теорія та методи дослідження і випробування пластмас, клеїв та герметиків: навч. посібник / Л.П. Підгорна, Г.М. Черкашина, В.В. Лебедєв – Харків : НТУ “ХПІ”, 2015. – 276 с..

УДК 681.5

Р.І. Охнівський, В.П. Семенець, Я.Г. Василюшин.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

АВТОМАТИЗОВАНІ ПРОЦЕСИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

R.I. Okhnivskyi, V. P. Semenets, Y. H. Vasylyshyn

AUTOMATED PROCESSES IN DAIRY PRODUCTION

При переробці молока та виробництві молочної продукції ключовим фактором є контроль показників якості молока та виробленої продукції за допомогою систем автоматичного керування з використанням мікропроцесорів та мікроконтролерів. При відборі молока автоматизовані установки дозволяють визначити склад і якість молока, в тому числі вміст соматичних клітин, масову жирність і білкову частку. Ємності для зберігання молока обладнані локальною автоматикою. Технологічні процеси нормалізації молока пов'язані з регулюванням його параметрів. Функціональна схема автоматизації процесу нормалізації молока в потоці передбачає використання мікропроцесорного контролера. До складу автоматизованої зони виробництва питного молока входять інформаційні датчики стану технологічних параметрів, цифрові прилади контролю технологічних параметрів. Процес виробництва рідких заквасок і бактеріальних концентратів передбачає можливість зміни продуктивності культиватора. Автоматизація не включає подачу молока на технологічне обладнання, переведення обладнання з однієї технологічної операції на іншу та багато інших. Подальша автоматизація технологічних процесів у молочному виробництві має базуватися на широкому застосуванні робототехніки та гнучких роботизованих ліній.

Одним з важливих моментів у виробництві будь-якої молочної продукції є якість. Якість технологічного обладнання - це гігієнічна конструкція, яка дозволяє виробляти продукт без негативних змін. Така конструкція забезпечується використанням гігієнічних протизмішувальних клапанів, встановлених на виробничих лініях. Конструкція корпусу клапана передбачає однакову висоту трубопроводів на вході та виході, що усуває застійні зони в клапані. Сферичний корпус забезпечує відмінну пропускну здатність і відсутність збільшення швидкості потоку та опору. Наповнення резервуарів через автоматизовану систему з'єднання трубопроводів здійснюється на основі унікального конструктивного рішення. Коротка вертикальна труба під резервуаром у поєднанні з двосідельними клапанами мінімізує кількість мийних шляхів і гарантує хороші умови очищення та мінімальні втрати продукту. Гігієнічність – це безпека, оскільки технологічне обладнання дозволяє виробляти продукт без використання додаткових (антимікробні) речовини. Технологічне оснащення дозволяє мити без розбирання всіх поверхонь, які контактують з продуктом, без втрати робочого часу. GEА, лідер харчових технологій, чуйно реагує на вимоги ринку, що швидко змінюються.

Література.

1. R. Heema, S. Sivaranjani, K.S. Gnanalakshmi. An Insight in to the Automation of the Dairy Industry: A Review. Journal of Dairying, Foods & Home Sciences, 2022, p. 125-131.

УДК 621.82

Р.Р.Заверуха, доктор філософії, М.І.Котик, Д.В.Чаплій, В.В.Клюк
(Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

R.R.Zaverukha, Dr.Ph, M.I.Kotyky, D.V.Chapliy, V.V.Kliuk

MODERN HYBRID CAR TECHNOLOGIES

Сучасні гібридні автомобілі – це транспортні засоби, які використовують комбінацію двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) та електродвигуна для забезпечення максимальної ефективності та екологічності. [1]

Гібридні автомобілі є популярним вибором у сучасному світі завдяки їхній енергоефективності, зменшенню викидів та економії пального. Вони поєднують двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) із електродвигуном, використовуючи обидва джерела енергії для оптимізації роботи.

Зростаюче визнання та популярність гібридних автомобілів свідчить про те, що їх продажі зросли на 27% протягом січня-липня 2024 року порівняно з тим же періодом минулого року. [2]

Ось огляд сучасних технологій у гібридних авто.

Типи гібридних систем:

1) М'які гібриди (Mild Hybrid, MHEV): Використовують електромотор для підтримки роботи ДВЗ (наприклад, під час прискорення), але не можуть працювати виключно на електротязі.

2) Повні гібриди (Full Hybrid, HEV): Мають можливість працювати як на ДВЗ, так і на електродвигуні окремо чи разом.

3) Підключувані гібриди (Plug-in Hybrid, PHEV): Оснащені великим акумулятором, який можна заряджати від електромережі. Вони здатні долати значні відстані виключно на електротязі.

Технології управління енергією:

1) Рекуперативне гальмування: Енергія, що втрачається під час гальмування, використовується для зарядки акумулятора.

2) Інтелектуальні системи розподілу енергії керують використанням ДВЗ і електромотора, забезпечуючи максимальну ефективність залежно від швидкості, навантаження та умов руху.

3) Start-Stop технологія: Автоматичне вимикання двигуна на світлофорах або під час зупинок для економії пального.

Електронні системи:

- Інтеграція з AI: Штучний інтелект аналізує стиль водіння, дорожні умови та оптимізує роботу систем.

- ADAS (Advanced Driver Assistance Systems): Допоміжні системи, такі як автоматичне екстрене гальмування та адаптивний круїз-контроль, збільшують ефективність використання енергії.

- Оновлення ПЗ "по повітрю" (OTA): Виробники забезпечують покращення функцій гібридних авто через дистанційні оновлення.

Екологічні переваги:

- Зменшення викидів CO₂ у порівнянні зі звичайними авто на ДВЗ.

- Менше споживання пального завдяки використанню електроенергії.

У виробництві використовуються вторинні матеріали та технології, що мінімізують вплив на довкілля.

Гібридні автомобілі стають дедалі досконалішими завдяки інноваціям у сфері акумуляторних технологій, інтеграції електроніки та екологічних підходів. Вони є важливим кроком на шляху до повністю електричного майбутнього транспорту.

Переваги гібридних автомобілів [2]:

- Завдяки використанню електродвигуна під час руху на низьких швидкостях або в пробках, гібриди споживають значно менше палива порівняно зі звичайними автомобілями.
- Як вже зазначалось вище гібриди є більш екологічними, оскільки частково працюють на електроенергії, що знижує обсяги шкідливих викидів.
- У електричному режимі гібридні автомобілі майже безшумні, що забезпечує комфорт як для водія, так і для оточуючих.
- Завдяки системам рекуперації енергії (заряджання акумулятора під час гальмування) гібриди особливо добре проявляють себе у міському циклі руху.
- У багатьох країнах власники гібридних авто отримують податкові знижки або пільги.
- Компоненти гібридних авто, такі як електродвигун і акумулятор, часто довговічні завдяки вдосконаленим технологіям.

Недоліки гібридних автомобілів [2]:

- Гібридні авто зазвичай дорожчі за традиційні авто через складну конструкцію та сучасні технології.
- На відміну від повністю електричних авто, гібриди мають обмежену здатність рухатися лише на електротязі (зазвичай до 50 км).
- Через комбіновану систему ДВЗ та електродвигуна ремонт може бути складнішим і дорожчим, а також вимагати висококваліфікованих фахівців.
- На високих швидкостях електродвигун практично не використовується, що знижує економічність.
- Через додаткові компоненти (акумулятор, електродвигун) гібридні авто можуть бути важчими, що впливає на їхню динаміку.
- Хоча сучасні гібриди використовують довговічні батареї, з часом їх заміна може стати дорогим завданням.

З появою електричних і гібридних автомобілів споживачі нарешті отримали більше можливостей і факторів, які необхідно враховувати перед покупкою автомобіля. Незважаючи на те, що кожен із цих двигунів має свої переваги, гібридні автомобілі набирають обертів через зростання попиту на економічні, але екологічні автомобілі.

Гібридні автомобілі ідеально підходять для тих, хто хоче знизити витрати на пальне і зменшити негативний вплив на довкілля, особливо в умовах міста. Однак їх вибір залежить від ваших потреб і фінансових можливостей.

Отримана економія, як і для всіх інших автомобілів, залежить від моделі автомобіля та типу водіння, але в середньому можна очікувати на 20-30% менше споживання порівняно з традиційними автомобілями. Це дозволяє у середньо-довгостроковій перспективі компенсувати початкові інвестиції через вищу вартість цієї категорії транспортних засобів.

Література

1. Гібридні автомобілі: між минулим і майбутнім мобільності. Режим доступу: https://daze.eu/electric-car-guides/hybrid-cars-between-the-past-and-future-of-mobility/?srsltid=AfmBOoqEHZlYjOJMD8jQ0fMXWb994NBZd_fhEJ6uCFXnWFmkkGssaNU
2. Що таке гібридні авто: види, функції, переваги. Режим доступу: <https://www.spinny.com/blog/what-are-hybrid-cars-types-functions-benefits/>

УДК 621.82

Р.Р.Заверуха, доктор філософії, М.І.Котик, Д.В.Чаплій, М.Ю.Берник

(Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»)

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ НА ХАРАКТЕР ЗМІНИ ІСКРОУТВОРЕННЯ В ЦИЛІНДРАХ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ

R.R.Zaverukha, Dr.Ph., M.I.Kotyky, D.V.Chapliy, M.Y.Bernyk

RESEARCH METHODS FOR DETERMINING MALFUNCTION DIFFERENT EFFECTS OF IGNITION ON CHARACTER CHANGES SPARKING IN A CYLINDER ICE CAR

Зміна напруги у первинному і вторинному колах системи запалювання є взаємозалежними сигналами. Тому зміна параметрів вторинного кола буде відображена в зміні напруги первинного кола. [1]

Для вторинного кола однією з характеристик зміни напруги є пробивна напруга, при якій відбувається пробій іскрового проміжку в свічках запалювання (рис.1). На величину пробивної напруги впливає багато факторів:

- тиск в камері згоряння в момент пробою іскрового проміжку;
- температура робочої суміші;
- величина іскрового проміжку в свічках запалювання;
- склад суміші;
- тривалість і форма прикладеної напруги;
- полярність пробивної напруги;
- матеріал електродів свічки запалювання;
- умови та режим роботи двигуна.

На рис. 2. показані графічні залежності величини пробивної напруги від різних факторів. Фактори, що впливають на процес іскроутворення в циліндрах двигуна можна умовно поділити на три групи. У процесі діагностування необхідно враховувати всі три групи факторів. [2]

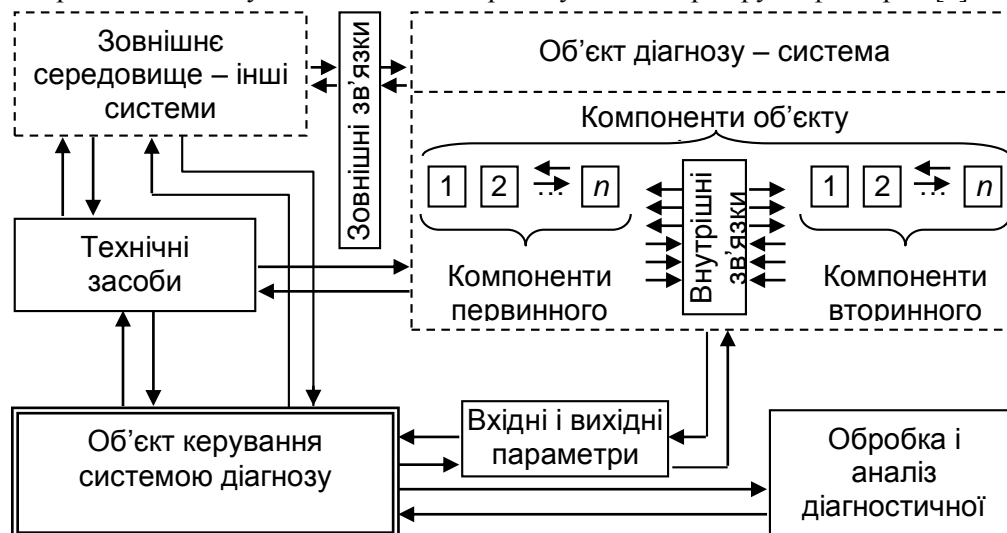


Рисунок 1 - Функціональна схема діагностичної системи визначення технічного стану системи запалювання

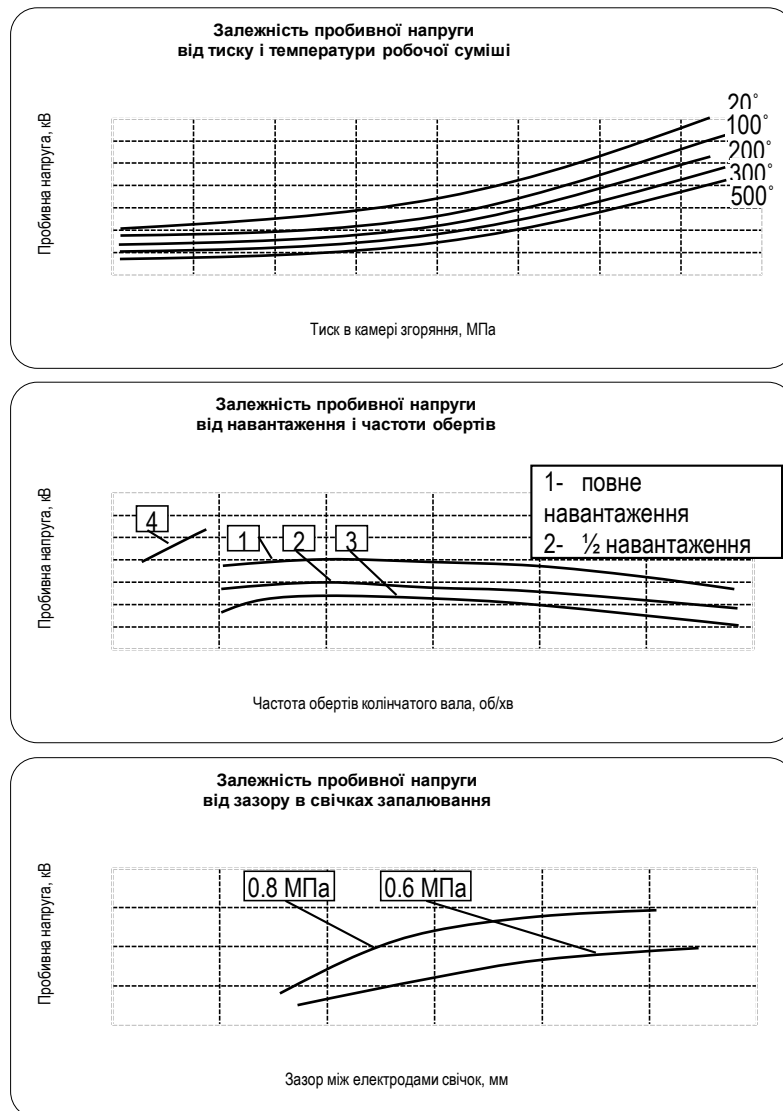


Рисунок 2 - Графічні залежності величини пробивної напруги від різних факторів

Перша група факторів є характерною для кожного окремого типу системи запалювання, описаного. Тому в процесі діагностування першим кроком повинно бути визначення типу системи запалювання і відповідно до цього вибір способу визначення діагностичного параметра.

Друга група факторів за своєю суттю визначає технічний стан елементів системи запалювання. Тому задачу діагностування можна звести до знаходження взаємозв'язку між діагностичним параметром (характером зміни напруги у первинному колі системи запалювання) та впливом факторів цієї групи на цей діагностичний параметр.

Третя група факторів характеризує умови, в яких на даний час функціонує система запалювання. Ці фактори також повинні враховуватись, але спосіб їх визначення не повинен бути таким же, як спосіб визначення факторів другої групи. Такий підхід дасть можливість незалежно проаналізувати кожену групу факторів і окремо визначити вплив кожного фактора на діагностичний параметр.

Література

1. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання. Львів: Львівська політехніка, 2019 р.
2. Багач Р.В. Електронні та мікропроцесорні системи автотранспортних засобів. Харків, ХДПК. 2017 р.

УДК 681.5

Ю.І. Микитів, В.А. Бойчун, В. В. Матвєєв

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ДАНИХ ТА ЇХ АНАЛІЗ В ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОРКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Y.I. Mykytiv, V.A. Boichun, V.V. Matvieiev

INTEGRATION OF INDUSTRIAL DATA AND ITS ANALYSIS IN THE PRODUCTION OF CORK PRODUCTS

У наш час компанії постійно прагнуть розробити інструменти для підвищення продуктивності, гнучкості виробництва та якості своїх продуктів або для зменшення витрат, затримок і ризиків. Фактично, таких покращень можна досягти як у сфері продукту, так і в процесі вдосконалення. У промисловому контексті таких покращень часто можна досягти шляхом впровадження інструментів для своєчасного доступу до потрібної інформації, таких як Інструменти підтримки прийняття рішень. У промисловому контексті постійне вдосконалення процесів і продуктів є вирішальним аспектом підвищення конкурентоспроможності. Для досягнення такої мети компаніям потрібен належний доступ до інформації, а також надійні артефакти, які дозволяють аналізувати складні системи, наприклад промислові середовища. Було проведено роботу для розробки набору інструментів, які інтегрують промислові дані, сприяючи ефективному розповсюдженню інформації. Було розроблено інструменти для автоматизації доступу до інформації про продукт, а саме інструмент пошуку посилань, який відповідає заданим вимогам, а також інструмент для пошуку доступних розмірів або етапів виробництва для коркових продуктів. Для створення цих інструментів використовувалися Microsoft Excel, Access і Visual Basic for Applications. Крім того, було також розроблено кілька імітаційних моделей, які дозволяють проводити кілька типів аналізу складних систем. Середній час пошуку було розраховано без та з використанням розроблених інструментів, і було підтверджено, що відбулося значне скорочення середнього часу, необхідного для доступу до потрібної інформації. Таким чином, менше часу людських ресурсів витрачається на збір, управління та відбір інформації, яку можна використовувати для роботи над завданнями з більшою доданою вартістю. Крім того, такі проблеми, як розпорошення інформації по кількох файлах (і навіть у свідомості певних окремих співробітників), припиняють існування, оскільки інформація централізована. Інструменти також підвищують надійність результатів, оскільки ймовірність людських помилок менша. З іншого боку, у той час як інструменти пошуку інформації дозволяють оптимізувати доступ до інформації, симуляція системи дозволяє додаткові рівні аналізу, оскільки дозволяє користувачам спостерігати поведінку та динаміку та тестувати різні сценарії. За допомогою програмного забезпечення SIMIO були змодельовані певні сценарії виробничих ліній виготовлення коркової продукції. Для цього, по-перше, було проведено обстеження та параметризацію критичних факторів виробничої лінії, щоб можна було розробити моделювання, а потім було вивчено балансування системи з огляду на різні сценарії.

Література.

1. M. Demertzi, R. Pedro, S. Belmira. Cork stoppers supply chain: Potential scenarios for environmental impact reduction. *Journal of Cleaner Production*. 112(3), 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.02.072.

УДК 664.7

В. В. Височан

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КРЕМОЗБИВАЛЬНИХ МАШИН

V. V. Vysochan

CREAMER WORKING PARTS DESIGN IMPROVEMENT

Ринок кондитерських виробів характеризується високою конкуренцією, тому підприємства змушені постійно оновлювати асортимент, додаючи нові смаки, текстури та форми. Однак розширення асортименту без оптимізації витрат не може призвести до успіху. Зменшення собівартості досягається завдяки впровадженню сучасного обладнання, використанню альтернативних інгредієнтів та вдосконаленню технологічних процесів.

Збивальні машини є важливою складовою технологічних комплексів у кондитерському виробництві. Вони забезпечують якісне перемішування інгредієнтів для створення однорідної маси, важливої для виробництва кремів, мусів, бісквітів тощо. Ці машини дозволяють досягати стабільної текстури виробів і рівномірного розподілу компонентів, що безпосередньо впливає на смакові властивості та якість кінцевого продукту. Створення нових продуктів і вдосконалення існуючих [1] потребує оновлення робочих органів збивальних машин. Це оновлення втілюють за рахунок поєднання наявних і впровадження нових сучасних матеріалів, таких як харчові нержавіючі сталі, легкі сплави або полімери, підвищуючи довговічність і ефективність елементів машин. Такі рішення забезпечують корозійну стійкість, гігієнічність і зниження маси обладнання, що полегшує обслуговування. Крім того, зменшення маси робочих органів дозволяє знижувати енергоспоживання машин.

Сучасне комп'ютерне моделювання, наприклад, з використанням програм SolidWorks, ANSYS або CATIA, дає змогу оцінити механічні, теплові та динамічні навантаження на робочі органи збивальних машин ще на етапі проектування [2,3]. Це дозволяє оптимізувати форму лопатей і обертальних елементів, щоб підвищити їхню продуктивність і ефективність. За допомогою симуляції [3,4] можна також передбачити й усунути потенційні дефекти конструкції, що знижує ризик поломок під час експлуатації. Розробка інноваційних конструкцій робочих органів, заснованих на даних моделювання та сучасних матеріалах, дозволяє створювати збивальні машини нового покоління. Наприклад, використання композитних матеріалів знижує шум і вібрацію під час роботи обладнання, а ергономічний дизайн сприяє підвищенню продуктивності праці операторів. Інтеграція таких рішень забезпечує не тільки підвищення якості продукції, але й зниження енерговитрат.

Постійне вдосконалення конструкцій технологічного обладнання через використання інноваційних матеріалів і комп'ютерного моделювання дозволяє підприємствам залишатися конкурентоспроможними, зменшувати витрати та розширювати асортимент продукції.

Література

1. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.
2. Keska P. SolidWorks 2021: Part Modeling, Assemblies, and Drawings. CADvantage, 2021. 1586 p.
3. Weber M., Verma G. SolidWorks Simulation 2017 Black Book. CAD/CAM/CAE Works, 2016. 362 p.
4. Matsson J.E. An Introduction to SolidWorks Flow Simulation 2019. SDC Publications, 2019. 350 p.

УДК 621.7

В. М. Сідельник; Н. М. Зварич, к.т.н., доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ВИРОБУ У АДИТИВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

V. Sidelnyk; N. Zvaruch, Ph.D., AssociateProf.

PROCESSABILITY OF THE PRODUCT IN ADDITIVE MANUFACTURING

Швидкі темпи технічного розвитку сучасного машинобудування характеризується високими вимогами до технічного рівня та якості виробів, а також необхідністю забезпечення гнучкості ресурсозберігаючого виробництва [3]. Останніми десятиліттями в технічно розвинених країнах у галузі машинобудування набули швидкого розвитку адитивні технології. І якщо раніше під цим терміном розуміли поєднання двох або більше способів обробки виробу на одній машині, то сьогодні, відповідно до ISO/ASTM 52900:2021(en) [1]: Адитивне виробництво (AM) — процес з'єднання матеріалів для виготовлення деталей із даних 3D-моделі, зазвичай шар за шаром, на відміну від методів субтрактивного виробництва та формотворчого виробництва. Зараз ці технології використовуються для різних цілей у машинобудівній промисловості, а також в інших сферах суспільства, таких як медицина, освіта, архітектура, картографія, іграшки та розваги.

Ринок адитивних технологій (AM) сьогодні перевершує інші галузі виробництва за динамікою розвитку. Його річне зростання оцінюється в середньому на рівні 27%. У деяких випадках витрати на AM можуть складати до 10% від загальних витрат на виробництво продукції. Пошук нових областей застосування AM є головним напрямком розвитку цієї галузі [2].

Основною перевагою AM є скорочення часу повного виготовлення виробів у 2-10 разів [3]. Використання адитивних технологій дозволяє зменшити витрати матеріалу при виготовленні виробів навіть до 75%. Значною перевагою також є можливість передачі 3D моделі виробу в необхідне місце та його виробу в необхідні терміни. А можливість створення виробів, які мають геометричну складність, складну структуру матеріалів, ієрархічну складність та функціональну складність взагалі є унікальною і дозволяють задовольняти потреби індивідуальних споживачів.

Сьогоднішня собівартість виготовлення промислових виробів з використанням адитивних технологій є високою. Ефективність використання адитивних технологій залежить від багатьох факторів: вибору методу пошарової побудови виробів на основі аналізу їх 3D-моделі, прийнятих раціональних технологічних рішень.

Розвиток AM та пошук шляхів їх здешевлення та підвищення ефективності показує важливість технологічної підготовки самих виробів, особливо складної конструкції [3]. Така необхідність диктується підвищенням рівня технічних можливостей обладнання адитивного виробництва. Удосконалення технологічної підготовки стає можливим завдяки розвитку методів аналізу даних, апаратних можливостей комп'ютерної техніки та об'єктно-орієнтованих мов програмування. Однак, комплексної системи технологічної підготовки виробництва складних виробів адитивними методами з інструментами статистичного аналізу геометричних характеристик елементів 3D-моделі виробу, технічних і технологічних показників пошарової побудови в Україні та за кордоном не існує, що пов'язано з відсутністю науково-обґрунтованих критеріїв оцінки ефективності виконання задач технологічної підготовки адитивних методів [3].

Одним зі шляхів, що дозволяє підвищити ефективність AM є дослідження технологічності самого виробу. Технологічність виробу означає сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість її оптимізації щодо використання матеріальних,

трудова та часова ресурсів на всіх етапах розробки, виробництва та експлуатації в конкретних організаційно-технологічних та виробничих умовах[3]. Це означає, що показники технологічності залежать від умов виробництва. Для забезпечення технологічності конструкції виробів необхідно провести аналіз та опрацювання їх конструкції на етапі конструкторської та технологічної підготовки виробництва, виконати кількісну оцінку технологічності конструкції та забезпечити технологічний контроль конструкторської документації.

Стовсно до адитивних технологій є характерна особливість у опрацюванні конструкції виробу на технологічність. На відміну від субтрактивних методів виготовлення, технологічність виробу, отриманого за допомогою адитивних методів, не залежить від типу виробу, його ступеня новизни, складності або об'єму випуску. Складність виробу має значно менші обмеження порівняно зі субтрактивними методами. Оцінка технологічності конструкції повинна включати комплекс заходів щодо зниження трудомісткості, матеріаломісткості, технологічної собівартості та енергоємності виробу[3].

Кількісна оцінка технологічності проводиться за такими показниками[3]:

- базові (граничні, нормативні) показники технологічності, необхідні для забезпечення;

- досягнуті показники технологічності, які визначаються на кожному етапі конструкторської та технологічної підготовки;

- показник рівня технологічності конструкції виробу.

Показники технологічності необхідно визначати з урахуванням складності виробів і способів виготовлення. особливостей пошарової побудови та полігонального представлення вихідної 3D-моделі. При цьому число показників повинно бути мінімальним, але достатнім для оцінки технологічності[3]. Оцінка технологічності конструкції стає дедалі важливішою при використанні адитивних технологій через зростання складності виробів тому що, вона впливає не лише на вибір методу виготовлення, але й на ефективність та доцільність його застосування.

Традиційний підхід до відпрацювання конструкції не зовсім підходить для адитивних технологій, через відсутність нормативної бази в цьому напрямку. Не дивлячись на те що, ідеологія виготовлення пошаровою побудовою є спільною, технологічні можливості різних методів побудови суттєво відрізняються. А отже рівень технологічності розроблюваної конструкції може не задовольняти базові показники для деяких адитивних методів.

Інтенсивний розвиток адитивних технологій АМ та їх особливості по виготовленню виробів складної геометрії створює потребу в розробці методології оцінки технологічності виробів для раціонального вибору стратегії виготовлення на основі геометричної інформації щодо виробу а також бази даних геометричних і технологічних обмежень АМ-методів [3]. Це дозволить сформулювати необхідні умови, а саме визначити характерні показники конструкції виробів, для обґрунтованого використання адитивних технологій і достатні умови для використання конкретного АМ-методу виготовлення заданого виробу.

Література:

1. ISO/ASTM 52900:2021(en) Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary. Режим доступу: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-2:v1:en> Дата перегляду 28.11.2024.

2. Wohlers Report 2016. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry, Annual Worldwide Progress report. Режим доступу: <https://portal.research.lu.se/en/publications/wohlers-report-2016-3d-printing-and-additive-manufacturing-state->. Дата перегляду 27.11.2024.

3. Гаращенко Я. М. Удосконалення технологічної підготовки адитивного виробництва складних виробів: монографія / Я. М. Гаращенко. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. 388 с.

УДК 631.373

В.Й. Оливко, асп.; В.М. Антонюк, асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

V.Y. Olyvko, P.G.; V.M. Antoniuk, P.G.

PECULIARITIES OF THE VEHICLES USE IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Агропромисловий комплекс України характеризується значними обсягами виробництва сільськогосподарської продукції та широким географічним охопленням, високим рівнем товарності продукції й потребою у великій кількості ресурсів промислового походження для забезпечення виробничих процесів. Це робить агропромисловий комплекс країни дуже залежним від транспорту.

Функціонування агропромислового комплексу нерозривно пов'язане з вантажоперевезеннями, адже сільськогосподарська діяльність та сфера первинної обробки продукції вимагають постійного транспортування сировини, добрив, техніки, обладнання та готової продукції. Головна мета діяльності підприємств агропромислового комплексу – доставити сільськогосподарську продукцію до споживача, що робить транспортні операції невід'ємною частиною практично кожного етапу аграрного виробництва.

У загальних трудовитратах на обробку сільськогосподарських культур близько 35% припадає на навантажувальні, транспортні та розвантажувальні роботи. Від 15 до 40% собівартості готової сільськогосподарської продукції – це транспортні витрати. Вся робота агропромислового сектору передбачає перевезення сировини та продукції, спецтехніки та обладнання. Тому ефективність експлуатації автомобільної вантажної техніки відіграють важливу роль, особливо у сезон збирання врожаю.

Об'єкти агропромислового комплексу регулярно потребують таких видів перевезень:

– внутрішньогосподарські – передбачають переміщення врожаю з полів до сховищ, підвезення насіння та добрив із сховищ на поля, перерозподіл між ділянками та бригадами, переміщення сільськогосподарської техніки та обладнання;

– внутрішньосадибні – перевезення у межах однієї садиби води, кормів для худоби, сировини, будівельних матеріалів тощо;

– позагосподарські – полягають у вивезенні сільськогосподарської продукції до точок реалізації та на переробні підприємства, підвезенні до господарства корму, насіння і добрив від постачальників, а також, машин та устаткування, будматеріалів і запчастин.

Аграрні підприємства намагаються придбати не тільки спецтехніку для виробництва та обробки продукції, а й власний вантажний транспорт. Проте бажання заощадити на послугах перевезення часто обертається ще більшими витратами. Придбати універсальний автомобільний засіб для перевезення всіх видів вантажів неможливо, закупити цілий автопарк – дорого, та й утримання його вимагатиме місця, коштів та робочої сили. Тому для аграріїв вигідним є оренда вантажного автомобільного транспорту або отримання повного комплексу послуг вантажоперевізника.

Агропромисловий комплекс передбачає величезний асортимент продукції та сировини: овочі та фрукти, зернові культури, насіння та саджанці, добрива, продукти тваринництва та багато іншого.

В агропромисловому комплексі використовують наступну класифікацію вантажів: насипні вантажі (зерно, бульбо- та коренеплоди); наливні вантажі (молоко, рідкі добрива, нафтопродукти); вантажі, що укладаються (тюки, пакована продукція); вантажі, що вимагають спеціальних умов транспортування (швидкопсувна сировина, отрутохімікати);

негабаритні вантажі (сільськогосподарські машини та обладнання).

Для транспортування кожного виду вантажу використовують окремий вид вантажної автомобільної техніки. Для транспортування сільськогосподарської продукції використовуються рухомі склади, що відповідають санітарним нормам та стандартам. Для перевезення необхідно створити такі умови, за яких хімічний склад та кількість продукції не змінюється. Наприклад, для врожаю зернових культур використовуються зерновози, в яких можна забезпечити необхідний рівень вологості. Для готової продукції тваринництва потрібні машини-рефрижератори. Складність перевезення сипких та наливних вантажів полягає у забезпеченні їх збереження та запобіганні просипанню (протіканню). Тому наливні чи сипкі вантажі повинні бути попередньо упаковані в бочки або “big bag” – спеціальні поліпропіленові мішки для розфасовки, зберігання, транспортування сипких матеріалів та сировини.

В аграрній сфері спостерігаються певні особливості, які безпосередньо стосуються вантажоперевезень у цій галузі:

- сезонна потреба у перевезеннях – підприємства агропромислового комплексу регулярно потребують рухомих складів, але на їх кількість завжди впливає сезонний фактор та обсяг врожаю;
- стислі терміни доставки – більшість видів сільгосппродукції є швидкопсувними, тому не можуть довго перебувати в дорозі;
- спеціальний транспорт, який може забезпечити умови для окремих продуктів;
- розширений пакет документів на вантаж – залежно від типу останнього, може знадобитися санітарно-епідеміологічний висновок, ветеринарне свідоцтво та фітосанітарний сертифікат.

Отже, характерні особливості використання спеціалізованих транспортних засобів в аграрному виробництві зумовлені необхідністю переміщення великих об'ємів сільськогосподарських вантажів у стислі терміни у період збирання врожаю чи при транспортуванні сільськогосподарської продукції на спеціалізовані підприємства для первинної обробки та переробки.

Найбільш ефективними транспортними засобами для транспортування сільськогосподарських вантажів є великогабаритні автомобільні напівпричепи. Особливістю експлуатації таких напівпричепів в аграрному секторі у період збирання врожаю є їх переміщення не лише по автошляхах з асфальтовим покриттям, а й по ґрунтових дорогах другорядного значення і навіть безпосередньо по поверхні поля, коли вантажні автомобілі використовуються в технологічному процесі збирання зернових культур чи коренеплодів за прямою технологією. При цьому також часто спостерігається понаднормове завантаження транспортних засобів, що зумовлює значне підвищення експлуатаційного навантаження та зменшення довговічності конструктивних елементів їх несучих систем.

Такі особливості використання спеціалізованих транспортних засобів в аграрному виробництві зумовлюють необхідність оптимізації процесу їх експлуатації, підвищення техніко-експлуатаційних показників великогабаритних напівпричепів, що сприятиме підвищенню їх експлуатаційної довговічності та зниженню експлуатаційних витрат. В умовах постійного підвищення інтенсивності аграрного виробництва, ефективне використання транспортних засобів є необхідною умовою для зниження собівартості сільськогосподарської продукції, що є ключовим фактором для стабільного функціонування підприємств аграрної галузі та важливою умовою підвищення ефективності та конкурентоспроможності аграрного виробництва.

УДК 624.014

В.І. Шетеля; А.П. Сорочак, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ТРИМКИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ АВТОСЕРВІСУ

V. Shetelia; A. Sorochak, Ph.D.

STUDY OF THE FIRE RESISTANCE OF THE BEARING STRUCTURES OF THE CAR SERVICE BUILDING

У сучасному будівництві широко застосовуються сталеві конструкції, які мають низку переваг, зокрема високу міцність, технологічність монтажу та можливість створення великопрогонових просторів. Однак основним недоліком сталевих конструкцій є їх недостатня вогнестійкість [1], що особливо критично для будівель автосервісів, де присутні підвищені пожежні навантаження через наявність горючих матеріалів, паливно-мастильних матеріалів та можливість виникнення пожежі внаслідок технологічних процесів ремонту автомобілів.

За статистичними даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій, щорічно в Україні фіксується близько 300 пожеж на об'єктах автосервісу та технічного обслуговування транспортних засобів. При цьому економічні збитки від руйнування будівельних конструкцій внаслідок впливу високих температур складають значну частину загальних збитків від пожеж.

Вогнестійкість сталевих конструкцій визначається їх здатністю зберігати несучу здатність, цілісність та теплоізолювальну здатність протягом нормованого часу впливу стандартного температурного режиму пожежі. При нагріванні сталі до температур понад 300°C починається істотне зниження її механічних характеристик: межі текучості, модуля пружності та межі пропорційності. При температурі 500°C несуча здатність сталевих конструкцій знижується приблизно вдвічі, а при 600°C становить лише 20-30% від початкової [2].

В роботі проведено моделювання напружено-деформівного стану тримких конструкцій металевого каркасу будівлі автосервісу розміром в плані 30x18 м. Оцінювали вогнестійкість колон двотаврового перетину за умов стандартної пожежі за ДСТУ EN 1363-1:2023. Для моделювання використовували програмний комплекс ЛІРА-САПР 2022, в складі якого є модуль «Теплопровідність», призначений для моделювання нестационарних теплових процесів.

Чисельне моделювання показало, що при стандартному температурному режимі пожежі незахищені сталеві колони втрачають несучу здатність через 15-17 хвилин, що є недостатнім згідно з нормативними вимогами для будівель даного призначення (R120).

Для забезпечення необхідної межі вогнестійкості сталевих колон прийнято застосування вогнезахисних облицювань на основі силікатних плит Ammokote FB-300 товщиною 35 мм з межею вогнестійкості REI120.

Література

1. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.
2. Башинський, О. Аналіз напружено-деформованого стану вогнезахисної сталеві балки перекриття / Олексій Башинський, Ольга Башинська // Будівельні конструкції. Теорія і практика. – № 12. – 2023. – С. 126-138.

УДК 621.91

В.М. Маслянка, В.-Н.В. Кубах, С.Я. Волинець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ КРУТНОГО МОМЕНТУ НАРІЗАННЯ ТОРЦЕВОЇ КАНАВКИ

V.M. Maslianka, V.-N.V. Kubah, S.Y. Volynets

THE STUDY OF THE TORQUE OF END GROOVE CUTTING

Проведено ряд експериментальних досліджень процесу нарізання торцевої канавки на плоскій поверхні заготовки спеціальним інструментом. Зокрема досліджено крутний момент M нарізання торцевої канавки інструментом із двома різцями, що дозволяє визначати тангенціальну складову сили різання а також потужність, що витрачається при формуванні канавки. Відповідно вказані параметри є визначальними при проектуванні інструментів та технологічних процесів із вибором обладнання.

Для вимірювання крутного моменту використано частотний перетворювач Altivar 71, що приєднувався до двигуна верстата, а також програмне забезпечення PowerSuit, яке дозволяло одержувати значення крутних моментів при різних етапах нарізання канавки. Для статистичної обробки результатів замірів відбирались максимальні значення крутних моментів різання. Матеріал заготовки сталь 45.

Попередні дослідження та літературний огляд [1, 2] дозволив встановити, що основними факторами, які впливають на крутний момент M нарізання торцевої канавки є: подача S на один різець, глибина різання t , що дорівнює ширині канавки, та максимальний зовнішній діаметр D канавки. Відповідно досліджуваний крутний момент M нарізання торцевої канавки спеціальним інструментом представлено у вигляді функції $M = f(S, t, D)$.

Загальний вигляд рівняння регресії крутного моменту M за результатами експериментів у кодованих величинах дорівнює:

$$M_{(x_1, x_2, x_3)} = 39,222 + 12,519x_1 + 9,379x_2 + 17,477x_3 + 3,056x_1x_2 + 5,676x_1x_3 + 4,251x_2x_3 - 0,512x_1^2 - 0,442x_2^2, \quad (1)$$

де x_1 - кодоване значення подачі S на один різець; x_2 - кодоване значення глибини різання t ; x_3 - кодоване значення максимального зовнішнього діаметра D канавки.

У натуральних величинах рівняння регресії (1) має вигляд:

$$M_{(S, t, D)} = 16,159 - 173,28S - 4,536t - 407,14D + 76,4St + 4251SD + 227,04tD - 0,512t^2 - 276,25S^2. \quad (2)$$

Рівняння регресії у кодованих (1) та натуральних (2) величинах адекватно відображають крутний момент M нарізання торцевої канавки відповідно до критерію Фішера при таких параметрах: $0,06 \leq S \leq 0,14$ (мм/об); $2 \leq t \leq 4$ (мм); $0,03 \leq D \leq 0,08$ (м).

Максимальне значення крутного моменту M нарізання торцевої канавки становить 91,86 Н·м, а мінімальне – 10,62 Н·м. Збільшення подачі S на один різець від 0,06 мм/об до 0,14 мм/об призводить до зростання крутного моменту M нарізання торцевої канавки в 1,97 рази. Збільшення глибини різання t від 2 мм до 4 мм призводить до зростання крутного моменту M нарізання торцевої канавки в 1,65 рази.

Література

1. Diachun A., Vasylyk V., Korol O., Myhailiuk V., Golovaty I., Kuras A. Investigation of geometrical parameters in screw surfaces whirling process. Scientific Journal of TNTU. 2021. Vol. 101. No. 1. P. 68 – 78.
2. Дячун А.Є. Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення профільних гвинтових заготовок: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Дячун Андрій Євгенович; ТДТУ ім. І. Пулюя. Т., 2008. 208 с.

УДК 621.91

В.М. Приказюк, М.А. Тримбашевський, П.А. Свистун

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НАРІЗАННЯ ТОРЦЕВОЇ КАНАВКИ

V.M. Prykaziuk, M.A. Trymbashevskiy, P.A. Svystun

THE STUDY OF THE END GROOVE CUTTING DYNAMICS

Особливістю спеціального інструменту для нарізання торцевих канавок, що складається із двох різців, картриджів та оправки є те, що при обробці канавок значної глибини потрібно використовувати довгі різці із малим поперечним перерізом державки, що знижує їх жорсткість, а відповідно і точність та шорсткість поверхні нарізаної канавки. На рисунку 1 представлено схему динамічної моделі процесу нарізання торцевої канавки на плоскій поверхні плити спеціальним інструментом із двома різцями на розточному верстаті.

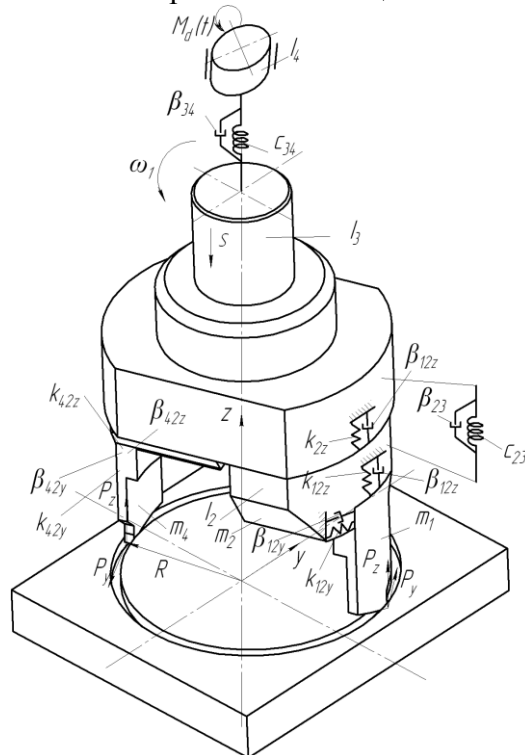


Рисунок 1. Схема динамічної моделі нарізання торцевої канавки

Дослідження деформацій та динамічних навантажень на конструктивні елементи процесу нарізання торцевої канавки на плоскій поверхні плити спеціальним інструментом із двома різцями з достатньою для інженерних розрахунків точністю проведено на основі виведення системи диференціальних рівнянь, що визначають вплив зовнішніх навантажень на деформації елементів системи та їх розв'язку чисельними методами [1, 2].

Для розв'язку системи диференціальних рівнянь з нульовими початковими умовами використано прикладне програмне забезпечення, що має підпрограму чисельного методу Рунге-Кутта. Розв'язок представлено у вигляді графіків зміни: лінійної деформації та швидкості деформації радіусного різця для нарізання торцевої канавки в напрямку осі y в часі, динамічних навантажень на радіусний різець в часі; кутової деформації та швидкості деформації картриджа, на якому закріплені радіусні різці в часі; кутової деформації та швидкості деформації оправки в часі.

Встановлено, що найбільші динамічні навантаження, деформації та швидкості деформацій радіусних різців для нарізання торцевої канавки, картриджа, на якому закріплені радіусні різці, та оправки виникають в моменти врізання радіусного різця у заготовку, зокрема спостерігались стрибки величин в момент удару та досягнення максимальної глибини різання радіусного різця з наступною стабілізацією досліджуваних величин при усталеному процесі різання з постійною силою різання.

Література

1. Diachun A., Vasyuk V., Korol O., Myhailiuk V., Golovaty I., Kuras A. Investigation of geometrical parameters in screw surfaces whirling process. Scientific Journal of TNTU. 2021. Vol. 101. No. 1. P. 68 – 78.
2. Rohatynskiy R. M., Hevko Iv. B., Diachun A. Ye. The research of the torsional vibrations of the screw in terms of impulsive force impacts. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2015. № 5 (149). С. 64-68.

УДК 621.9

В.О. Фільов; В.В. Шанайда к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПИНДЕЛЬНОГО ВАЛА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

V.O. Filiov; V.V. Shanaida Ph.D., Assoc. Prof.

INVESTIGATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE SPINDLE SHAFT IN A VERTICAL MILLING MACHINE

Нові конструктивні рішення можна візуалізувати за допомогою засобів 3D моделювання ще на етапі виконання проєктних робіт. Попри це всі технічні рішення спираються на аналітичне обґрунтування та графічне представлення [1]. Таким чином можна впевнено стверджувати, що аналітичні розрахунки будуть перевіреними на етапі графічного моделювання, а внутрішні алгоритми систем твердотілого моделювання покажуть результати виконання проєктних робіт під максимальними значеннями зовнішнього навантаження [2].

Мета роботи: дослідження ролі силових параметрів процесу різання та параметрів крутильної жорсткості приводу головного руху на кінематичну точність руху вершини леза металорізального інструменту.

Поставлену мету можна досягнути при поетапному вирішенні наступних завдань:

- виконати аналіз передових теоретичних розробок та сучасних методик проєктування для конання комплексного аналізу об'єкта досліджень;
- провести аналіз силових факторів у зоні різання та ланцюг їх передачі на шпindelь верстата;
- вивчити вплив параметрів режимів різання та мас-інерційних характеристик приводу головного руху на кінематичну точність руху вершини леза металорізального інструменту.

Об'єкт дослідження: процес механічної обробки на вертикально-фрезерному верстаті підвищеної точності.

Предмет дослідження: параметри напружено-деформованого стану елементів приводу головного руху вертикально-фрезерного верстата: крутильна жорсткість елементів приводу та контактна жорсткість металорізального інструменту..

Методи дослідження: фундаментальні положення теорії передачі та трансформації крутного моменту; метод кінцевих елементів, методи математичної теорії пружності, теорії міцності, математичного аналізу.

Узагальнений аналіз динамічних характеристик для шпindelьного вала у структурі приводу головного руху доцільно виконати за розрахунковою схемою (рис. 1). Особлива риса цієї схеми полягає в тому, у якості сконцентрованих обертових мас можна розглядувати об'єднані блоки зі структури кінематичного ланцюга. Отримавши коректні результати з укрупненого розрахунку ми можемо висувати цільові технічні завдання для формування окремих компонентів, які є складовими елементами узагальнених обертових (чи поступальних) мас.

Для розрахунку мас-геометричних та інерційних характеристик укрупненої динамічної моделі ми розглядаємо дві узагальнені обертові маси J_1 та J_2 , із пружним зв'язком між ними C_2 та зв'язок з основою через C_1 . Також з основою обертові маси взаємодіють через в'язке тертя λ_1 і λ_2 .

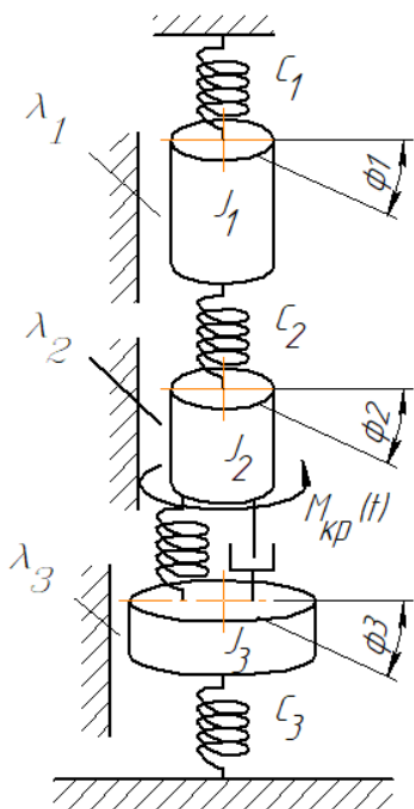


Рисунок 1. Узагальнена динамічна модель

Нижня частина схеми містить сконцентровану обертову масу J_3 , яка через пружний зв'язок C_3 та в'язке тертя λ_3 також взаємодіє з основою. Зв'язки між обертовими сконцентрованими масами J_2 та J_3 утворюють іншу підсистему. Ця підсистема має спільний вплив на обидві ланки динамічної моделі і може бути навантажена крутним моментом $M_{кр}(t)$, як спільним силовим параметром, котрий навантажує обидві системи.

Дослідивши цю динамічну модель з використанням рівняння Лагранжа 2-го роду ми записали рівняння руху для досліджуваної двомасової системи:

$$\begin{cases} J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = -C_2(\varphi_1 - \varphi_2) - \lambda_1 \dot{\varphi}_1 - C_1 \varphi_1 \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = M_{кр}(t) - C_1(\varphi_2 - \varphi_1) - \lambda_2 \dot{\varphi}_2 \end{cases}$$

Розв'язок такої системи диференціальних рівнянь другого порядку виконали з використанням команди `Rkadapt(x,t0,t1,N,D)` в багатofункціональному пакеті MathCAD.

Результати виконаних досліджень проілюстровано відповідними графіками (рис. 2 і 3)

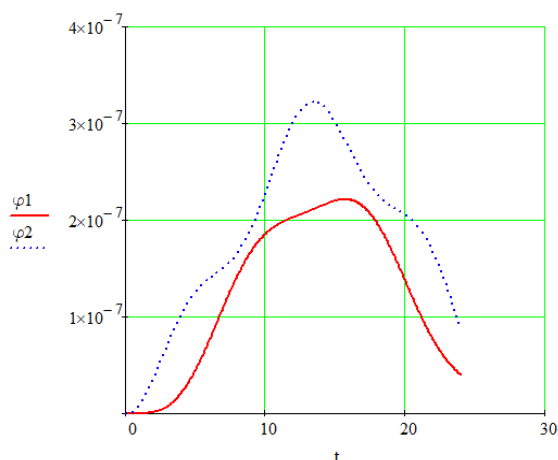


Рисунок 2. Графік кутових переміщень досліджуваних елементів приводу

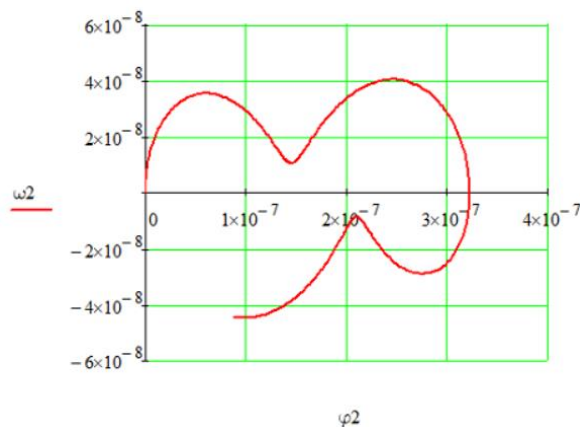


Рисунок 3. Фазові діаграми залежності швидкості обертання тіла від його кутового переміщення

Література

1. Скляр Р. А. Розробка критеріальних оцінок для аналізу компонок верстатів з паралельною кінематикою / Р. А. Скляр, В. В. Шанайда // Матеріали XIX наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 18-19 травня 2016 року - Т. : ТНТУ, 2016. - С. 74. - (Машинобудування).
2. Редько Р. Г. Дослідження пружно-силових характеристик затискних цанг, виготовлених за діючими та новими технологіями / Р.Г. Редько, О.І. Редько, В.В. Шанайда, Р.А. Скляр // Наукові нотатки. - 2014. - Вип. 44. - С. 249-253. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_44_41.

УДК 664.7

В.О. Шиян

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ НАГНІТАННЯ ТІСТА

V.O. Shyian

DOUGH INJECTION DESIGN SOLUTIONS ANALYSIS

Кондитерські вироби із тіста займають важливе місце у раціоні сучасної людини завдяки своїй поживності, смаковим властивостям і різноманіттю. Вони є джерелом вуглеводів, жирів, білків і мікроелементів. Кондитерські вироби із тіста характеризуються високим попитом, тому що вони доступні, довго зберігаються і підходять до смаків різних груп споживачів.

Для забезпечення широкого асортименту продукції високої якості та автоматизації процесу формоутворення у кондитерській промисловості використовуються машини, що здійснюють нагнітання тіста. Ці машини часто забезпечують дозування, транспортування, підготовку тіста до формування і саме формування. Вони гарантують рівномірність структури тіста, його текстури, а також точність розмірів майбутніх виробів. Найпоширенішими типами таких машин є поршневі, гвинтові і валкові нагнітачі, а також системи з використанням лопатевих механізмів.

Для машин нагнітання тіста характерними є наступні ключові вузли:

- бункер для завантаження тіста, який приймає сировину може бути укомплектований мішалкою для підтримання однорідності тістової маси;
- система нагнітання тіста, яка може включати поршневий, гвинтовий або валковий механізм, який створює тиск для переміщення тіста до формувальної частини машини;
- формувальні насадки для тіста, які забезпечують виконання виробів певної форми і маси;
- приводи та керуючі механізми, які відповідають за синхронізацію процесів і точність дозування;
- система очищення, яка часто включає відповідні автоматичні чи механізовані системи.

Покращення конструкції нагнітачів тіста спрямоване на підвищення продуктивності, енергоефективності й надійності обладнання. Серед можливих шляхів:

- оптимізація геометрії робочих органів (гвинтів, валків чи поршнів);
- використання нових конструктивних матеріалів і покриттів;
- автоматизація та цифровізація технологічних процесів;
- комп'ютерні симуляції [1];
- вдосконалення привідних механізмів для зниження рівня шуму і впливу на операторів та навколишнє середовище.

Машини для нагнітання тіста є незамінним елементом у кондитерській промисловості, оскільки вони забезпечують стабільність якості продукції і підвищення ефективності виробництва. Вдосконалення їх конструкції через використання сучасних матеріалів і технологій дозволяє знизити енерговитрати, та збільшити асортимент виробів.

Література

1. Ворошук В.Я., Вігенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.

УДК 624.131.5

В.П. Ясній, д.т.н.; А.А. Подоляк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВИ ПРИ ЇЇ СПІЛЬНІЙ РОБОТІ ІЗ СТАЛЕВИМ КАРКАСОМ СПОРУДИ

V.P. Iasnii, Dr.; A.A. Podoliak

RESEARCH ON THE DEFORMATIONS OF THE BASE DURING ITS JOINT WORK WITH THE STEEL FRAME OF THE STRUCTURE

В загальних випадках основи під фундаментами споруди розраховують спрощеними аналітичними методами без врахування різних особливостей самої конструкції споруди. Такі методи є достатньо точними і задовольняють потреби міцності будівель, врахування інших факторів збільшує трудомісткість розрахунків [1].

Використовуючи деякі методи розрахунків та дослідження основи, можна зменшувати її значення осідання на 10-50% [2].

Для даного дослідження були виконані аналітичні розрахунки осідання основи, в тому числі із використанням прикладних програм (ЛІРА-САПР). Для врахування спільної роботи конструкцій і основи було виконане моделювання споруди і фундаментів методом скінченних елементів. Створення і розрахунок ґрунтового масиву виконаний в підсистемі ҐРУНТ. Виконано розрахунок за трьома представленими моделями: модель Пастернака (М1), модель Вінклера-Фусса (М2), модернізована модель Пастернака (М3), результати дослідження зведено та представлено в Таблиці 1.

Таблиця 1. Результати дослідження основи

№ фунд.	Аналітичний розрахунок осідань					Моделювання				
	Макс. напр. під підшв.	Аналі- тичний	ЛІРА- САПР	ҐРУНТ		1 ітерація		10 ітерацій		
				М1, М2	М3	М1, М2	М3	Макс. напр. під підшв.	М1, М2	М3
				кПа	мм	мм	мм	мм	мм	кПа
ФМ-1	85,40	-	4,744	-	-	11,835	8,432	85,54	6,466	5,041
ФМ-2	62,78	-	1,753	-	-	8,311	5,990	93,66	4,340	3,510
ФМ-3	139,45	9,416	9,295	9,266	6,516	10,074	7,310	118,37	9,880	7,070
ФМ-4	144,90	-	9,783	-	-	9,851	7,098	111,27	10,249	7,070
ФМ-5	130,95	-	6,306	-	-	7,251	5,224	148,51	8,804	6,144

Отже, дослідження встановило, що результати аналітичного розрахунку відрізняються на 1,3% від програмного. Виявлено, що модифікована розрахункова модель Пастернака усуває недоліки двох перших і зменшує осідання основи майже на 30%. Встановлено, що спільна робота каркасу з основою зменшує напруження під підшовою фундаментами до 23%, але через взаємний вплив фундаментів осідання збільшуються до 6%.

Література

- ДБН В.2.1-10-2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення [Чинний від 01.01.2019]. Вид. оф. К.: Мінрегіон України, 2018. 36 с.
- Жупаненко І.В. Чисельний аналіз методів розрахунку ґрунтової основи та методів визначення коефіцієнтів постелі. / І.В. Жупаненко // Основи і фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – К.: КНУБА. – 2020. – Вип. 41. – С. 64-71.

УДК 621.798

В.С. Кожушко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ SOLIDWORKS ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПИВОВАРЕНЬ

V.S. Kozhushko

SOLIDWORKS SYSTEM APPLICATION FEATURES FOR DESIGNING BREWERY PROCESS EQUIPMENT

Пивоваріння — одна з найстаріших і найпопулярніших галузей харчової промисловості, яка має значний вплив на економіку багатьох країн. Вона завжди була тісно пов'язана з інноваціями. Зі зростанням попиту на пиво зростає і потреба в удосконаленні технологій виробництва, що робить проектування технологічного обладнання пивоварень вкрай актуальним. Для задоволення потреб сучасного споживача необхідне обладнання, яке дозволить мінливо змінювати виробничі процеси та забезпечувати високу якість продукції. Сучасне обладнання має забезпечувати:

Ефективність виробничих процесів; дозволить скоротити втрати сировини та оптимізувати виробничі цикли.

Енергозбереження; зменшення споживання енергії дозволить виробництву скоротити екологічний слід.

Високий рівень автоматизації; зниження впливу людського фактору спричинить підвищення точності процесів та зменшить трудові витрати.

Дотримання санітарно-гігієнічних норм: має вирішальне значення для забезпечення безпеки та високої якості готового продукту.

Актуальність проектування також пов'язана з розвитком крафтового пива з його різноманітністю смаків та експериментальними рецептами, які ставлять перед виробниками нові виклики.

Унікальні рецепти потребують адаптації обладнання під специфічні процеси виробництва. Водночас великі пивоварні компанії прагнуть модернізувати існуючі лінії для підвищення якості продукції та зниження витрат.

Пивоварня — це складний комплекс обладнання, кожен елемент якого виконує певну функцію.

Варниця — це центральна частина будь-якої пивоварні, де відбуваються найважливіші етапи виробництва пива. В неї входять: заторні чани, фільтраційні апарати, кип'ятильники. Вона забезпечує змішування інгредієнтів, нагрівання, кип'ятіння та додавання хмелю.

Ферментація: місткості для бродіння, виготовлені зі сталі, які забезпечують контроль температури і тиску.

Фільтрування: фільтри для очищення пива від залишків дріжджів, білків та інших осадів.

Системи охолодження та пастеризації: зберігають пиво свіжим і захищають його від мікроорганізмів.

Розлив: автомати для розливу продукції в пляшки, банки або кеги.

У проектуванні обладнання пивоварень використовуються сучасні програмні комплекси [1],[2], які дозволяють моделювати, аналізувати та оптимізувати конструкції[3]. Найпопулярніші з них:

SOLIDWORKS. Містить безліч масштабних компонентів для автоматизованого проектування систем із 3D-моделюванням, оптимізацією конструкцій, створення документації та симуляцією процесів.

AutoCAD-традиційний інструмент для створення 2D- та 3D- креслень. Може бути використаний для рішення різноманітних задач.

ANSYS-для аналізу фізичних процесів, зокрема, міцності, теплопередачі та динаміки потоків.

Siemens NX-потужний інструмент для розробки складних інженерних систем.

Autodesk Inventor-застосовується для проектування обладнання з урахуванням механічних навантажень.

COMSOL Multiphysics-для моделювання багатофізичних процесів, таких як нагрівання чи потоки рідини.

Кожна система має свої особливості, але SOLIDWORKS є найбільш простою та універсальною. Тому ж вона найпопулярніша серед розробників технологічного обладнання.

SOLIDWORKS надає набір модулів, корисних для проектування обладнання пивоварень:

SOLIDWORKS Simulation, який дозволяє аналізувати міцність конструкції, стійкість до навантажень, динаміку.

SOLIDWORKS Flow Simulation, який імітує потік рідини і газів.

SOLIDWORKS Plastics, призначений для проектування пластикових елементів, таких, як кришки або деталі насосів.

SOLIDWORKS Electrical, що допомагає розробляти та документувати електричні схеми обладнання.

SOLIDWORKS PDM дозволяє управляти проектними даними, які сприяють командній співпраці.

SOLIDWORKS має багато переваг, які роблять його ідеальним для цієї сфери:

Інтуїтивний інтерфейс: простий у використанні навіть для початківців.

Гнучке моделювання: можливість створювати як окремі деталі, так і великі збірки та креслення до них.

Аналіз і оптимізація: дозволяє проводити симуляції і враховувати різноманітні фізичні процеси, що знижує ризик помилок.

Швидке внесення змін: завдяки параметричному підходу моделі легко адаптувати до нових вимог.

Інтеграція з іншими системами: підтримує обмін даними з AutoCAD, ANSYS та іншими програмами.

Підтримка стандартів: відповідає міжнародним стандартам, що полегшує сертифікацію обладнання.

Загалом, використання SOLIDWORKS у проектуванні технологічного обладнання пивоварень сприяє підвищенню ефективності, зниженню витрат і пришвидшенню виходу готових рішень на ринок.

Література

1. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.

2. Баран Р., Ворошук В. Системи 3D моделювання при вирішенні завдань конструювання та інжинірингу обладнання // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті." НУХТ, 2023. Ч. 2. С. 20.

3. Вітенько Т.М., Ворошук В.Я. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / ред. Дейниченко Г.В. ХДУХТ, 2019. С. 108–109.

УДК 624.073

Г.О. Харчук; А.П. Сорочак, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ СЕКЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

H. Kharchuk; A. Sorochak, Ph.D.

STUDY OF MONOLITHIC SLAB OF A SECTION OF A MULTI-STOREY RESIDENTIAL COMPLEX

Дослідження напружено-деформівного стану (НДС) плит монолітного залізобетонного перекриття є одним з ключових етапів проектування сучасних будівель та споруд. В умовах активного розвитку висотного будівництва та зростаючих вимог до надійності конструкцій, точність розрахунків та прогнозування поведінки несучих елементів набуває особливої актуальності.

Актуальність дослідження НДС монолітних залізобетонних перекриттів обумовлена декількома важливими факторами. По-перше, монолітні перекриття є одним з найбільш відповідальних елементів конструктивної системи будівлі, що сприймають основні експлуатаційні навантаження та забезпечують просторову жорсткість споруди. По-друге, оптимізація армування плит перекриття дозволяє досягти значної економії матеріалів без зниження надійності конструкції.

Основними параметрами, що характеризують НДС плити, є нормальні та дотичні напруження в перерізах, згинальні та крутні моменти, поперечні сили, переміщення та деформації [1]. Особливу увагу приділяли визначенню екстремальних значень внутрішніх зусиль, які є визначальними для розрахунку необхідної кількості арматури [2].

Для дослідження монолітної залізобетонної плити перекриття житлового комплексу в даній роботі за допомогою програмного комплексу Ліра-САПР 2022 було створено розрахункову модель методу скінченних елементів з автоматичною триангуляцією сітки скінченних елементів. Середній розмір сітки склав 0,2 м.

На розрахункову схему прикладали статичні рівномірно розподілені навантаження та навантаження від перегородок, розподілене лінійно вздовж окремих ділянок. Скінченим елементам моделі задавалися характеристики жорсткості, що відповідають бетону класу С20/25. Розрахунок виконувався у лінійній постановці з урахуванням розрахункових сполучень навантажень.

Результати показують, що найбільш напруженими зонами плит перекриття є області примикання до вертикальних несучих елементів та зони концентрації навантажень. В цих місцях потрібне додаткове підсилення армуванням для забезпечення міцності та тріщиностійкості конструкції.

Фонове армування прийнято стержнями $\emptyset 10A500C$ з кроком 200 мм. Оскільки потрібне посилення опорних ділянок над колонами і стінами, там призначаємо додаткове верхнє армування $\emptyset 28A500C$ і $\emptyset 32A500C$. Додаткове нижнє армування для підсилення прольотів плити перекриття виконуємо з арматури $\emptyset 20A500C$ з кроком 200 мм.

Література

1. Паляниця, В.В., Сорочак, А.П., 2023. Аналіз роботи монолітної залізобетонної плити покриття торгівельної частини будинку змінної поверховості. Актуальні задачі сучасних технологій: праці Міжнар. наук.-техн. конф. Тернопіль, 6-7 грудня 2023 р. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А. С. 57.

2. O Kononchuk, V Iasnii, N Lutsyk, 2022. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. Procedia Structural Integrity. Issue 36. Pp. 177-181.

УДК 621.78

Данильченко Л.М., канд. техн. наук; Лісовий В.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСІВ ФРЕЗЕРУВАННЯ

Danylchenko L.M., Assoc. Prof.; Lisovij V.

RESEARCH OF THE DYNAMICS OF MILLING PROCESSES

На сучасних підприємствах машинобудівної галузі деталі машин зі складним геометричним профілем переважно обробляються на верстатах з ЧПК, що дозволяє отримувати задані параметри якості формувальних поверхонь, такі як шорсткість, геометрична точність і хвилястість, які залежать від динаміки процесу фрезерування, вибраного оснащення, інструменту та режимів оброблення. В керуванні операціями фрезерування необхідно вирішувати наступні задачі:

- визначення координат, за яких приведені витрати на виготовлення деталі будуть мінімальними;

- вибір траєкторій руху виконавчих елементів, які враховують вплив формоутворюючих переміщень інструменту на динаміку процесу фрезерування;

- зменшення впливу кінематичних збуджень (від приводу верстату, коливальних зміщень, радіального биття, похибки встановлення та закріплення фрези).

Отже, управління якістю фрезерування характеризується взаємопов'язаними процесами і властивостями технічних підсистем, які взаємодіють при обробленні.

Для фрезерування деталей, в яких ширина оброблювальної поверхні перевищує діаметр фрези, запропоновано алгоритм вибору та настроювання контурного фрезерування, який складається з наступних стадій.

Перша стадія полягає у виборі ефективної стратегії оброблення, на рис. 1 представлено схему фрезерування тонкостінної заготовки з послідовними проходами для оброблення спочатку верхньої частини деталі, потім інших поверхонь - 1,2,3. При цьому, нижні поверхні зменшують жорсткість оброблювальної частини заготовки, на межах цих поверхонь завжди утворюються нерівності, які призводять до похибок форми. Інший, більш продуктивний метод, полягає в обробленні всієї поверхні, в такому випадку необхідно залишати припуск для додаткових чистових проходів.

Друга стадія полягає у виборі верстату і оснащення. Для фрезерування тонкостінних деталей рекомендовано вибирати верстат з п'ятикоординатним контурним керуванням, який дозволяє компенсувати похибки згинальних деформацій фрези та жорсткості заготовки вздовж її траєкторії руху по оброблювальній поверхні. Це забезпечує стале відношення сили фрезерування до сумарно приведеної жорсткості в напрямку, нормальному до поверхні.

Третя стадія - це діагностування кінематичних параметрів верстату, оцінка амплітуди радіального биття шпинделя та керування швидкістю подачі руху стола. Для цього можна скористатися методиками, викладеними в літературі. Вони базуються на зчитуванні і обробленні даних від датчиків зворотного зв'язку щодо розміщення стола, якими оснащені верстати з ЧПК з контурним керуванням. Параметри кінематичних параметрів верстату можуть бути

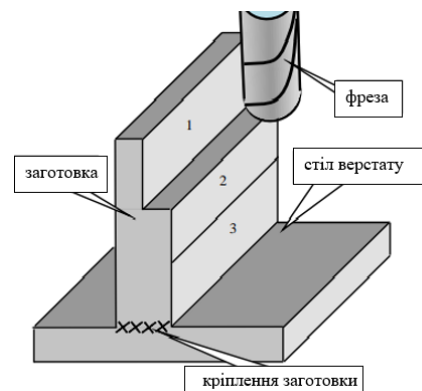


Рисунок 1. Схема фрезерування тонкостінної заготовки

представлені кореляційними функціями, що характеризують граничну точність фрезерування, які можна досягти на даному верстаті.

Четверта стадія полягає у виборі інструменту (фрези). Для контурного фрезерування необхідно враховувати такі рекомендації:

1. Крок між зубами фрези (кількість зубів) повинен забезпечувати неперервність оброблення без перекриття контакту, діаметр фрези слід вибирати з урахуванням необхідності забезпечення підвищеної жорсткості, з одного боку, та необхідності формування заданої поверхні на ділянках можливого викривлення, з іншого.

2. Необхідність забезпечення геометричної точності різальних лез фрези, для представленої схеми точність радіусу різальних лез повинна бути у 2-3 рази вищою від заданої точності поверхні. На відміну від точіння, при фрезеруванні оброблювальна поверхня формується геометрією кожного зуба за віссю обертання фрези.

3. Кут нахилу зубів фрези необхідно вибирати таким, щоб осьова сила фрезерування була направлена в бік столу, на якому кріпиться деталь (в нашому випадку вибрано фрезу з правим нахилом зубів).

4. При заточуванні зубів фрези слід обирати рекомендований передній кут різального клину (не менше 15°), при цьому під час переміщення інструменту орієнтація сили має проекцію, що співпадає з напрямком руху фрези, й відхилення інструменту від ідеальної траєкторії буде мінімальним.

П'ята стадія -це вибір технологічних режимів та керування. Для фрезерування заготовок зі змінними параметрами жорсткості вздовж траєкторії руху фрези у програмі необхідно встановлювати проміжні точки для інтерполяції траєкторії з метою забезпечення незначного варіювання відношення значень сили до величини жорсткості в напрямках, нормальних до оброблювальної поверхні. В процесі фрезерування ділянок поверхні, де змінюється напрям руху столу, необхідно враховувати зміну кута контакту фрези з деталлю, який впливає на зміну сили різання і пружних деформацій.

Швидкість фрезерування слід обирати, виходячи з умов забезпечення стійкості траєкторій. З одного боку, запас стійкості зростає зі збільшенням швидкості різання, з іншого – зі збільшенням частоти обертання фрези можливе параметричне збудження технологічної системи. Дослідженнями встановлено, що для втрати стійкості системи достатньо незначного збільшення швидкості різання і частоти обертання шпинделя. Оскільки динамічні параметри залежать від зношування інструменту та точності його геометрії, то необхідно визначити оптимальне значення швидкості, за якої система буде стійкою [1]. Швидкість різання має обмеження, які зумовлені відсутністю биття в деформаційних зміщеннях інструменту на ділянках формоутворення оброблювальних поверхонь.

Висновок. Враховуючи отримані результати досліджень, можна стверджувати, що динаміка процесів фрезерування визначається параметрами динамічних підсистем, які взаємодіють з процесом оброблення, технологічними режимами і геометрією інструменту, і тому можна змінювати всі ці характеристики для забезпечення заданих показників якості оброблювальних поверхонь.

Література

1. Данильченко Л.М. Аналіз переваг і недоліків традиційних схем різання в процесах лезового оброблення / Л.М. Данильченко, В.В. Собко // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – С. 79-80.

УДК 621.82

І. Гевко, д.т.н., проф., С. Коваль, А. Брикса

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ

I. Hevko, Dr., Prof., S. Koval, A. Bryksa

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE QUALITY OF MIXING OF FLOOR MATERIALS WITH A SCREW CONVEYOR WITH A ROTATING SHELL

На основі проведеного аналізу [1, 2] здійснено розроблення конструкції експериментальної установки гвинтового конвеєра з обертовим кожухом, яка дає змогу забезпечити процес змішування матеріалів з їх одночасним транспортуванням [3].

Експериментальна установка гвинтового конвеєра з обертовим кожухом (рис. 1) забезпечує зміну кута нахилу транспортно-технологічної магістралі, а також можливість регулювання частоти та напрямку обертання як гвинтового робочого органу так і кожуха. Керування електродвигунами експериментальної установки гвинтового конвеєра з обертовим кожухом здійснюється за допомогою перетворювачів частоти струму з двох ПК 10 за допомогою програмного забезпечення PowerSuite, що детально описано у праці [3].



Рисунок 1. Загальний вигляд проведення експериментальних досліджень з використанням установки гвинтового конвеєра з обертовим кожухом: 1 – рама; 2 – бункер із перегородками та шиберами; 3 – обертовий кожух із розташованим в середині гвинтовим робочим органом; 4 та 5 – електродвигуни для приводу обертання кожуха та шнека; 6 – вивантажувальний патрубок; 7 – накопичувальна ємність; 8 – змішані сипкі матеріали; 9 – перетворювачі частоти струму; 10 – ПК

При дослідженні коефіцієнта неоднорідності змішування сипких матеріалів було вибрано ряд змінних входних факторів та рівнів їх варіювання (табл. 1). Проведено експериментальне дослідження при змішуванні трьохкомпонентної суміші зерен кукурудзи, гречки та проса, де ключовим компонентом виступало просо (20%), а умовним кукурудза (40%) та гречка (40%).

Таблиця 1. Результати кодування факторів та рівні їх варіювання при дослідженні коефіцієнта неоднорідності змішування комбінації різних сипких матеріалів

Фактори	Позначення		Інтерв. варіюв.	Рівні варіювання, натур.(кодовані)		
	натур.	код.				
Частота обертання шнека	n_1 , об/хв	x_1	50	350 (+1)	300 (0)	250 (-1)
Частота обертання кожуха у напрямку обертання шнека	n_2 , об/хв	x_2	50	200 (+1)	150 (0)	100 (-1)
Кут нахилу шнекового транспортера-змішувача	α , град	x_3	15	30 (+1)	15 (0)	0 (-1)

Загальний вигляд рівняння регресії коефіцієнта неоднорідності змішування проса, кукурудзи та гречки за результатами експериментальних досліджень у кодованих та натуральних величинах одержав відповідний вигляд:

$$K_{1(x_1, x_2, x_3)} = 9 + 0,551x_1 - 0,801x_2 - 0,626x_3 + 0,116x_1x_2 - 0,054x_1x_3 + 0,019x_2x_3 + 0,155x_1^2 - 0,055x_2^2 + 0,25x_3^2, \quad (1)$$

$$K_{1(n_1, n_2, \alpha)} = 15,88 - 0,032n_1 - 0,024n_2 - 0,057\alpha + 4,64 \cdot 10^{-5} n_1 n_2 - 7,2 \cdot 10^{-5} n_1 \alpha + 2,53 \cdot 10^{-5} n_2 \alpha + 6,2 \cdot 10^{-5} n_1^2 - 2,2 \cdot 10^{-5} n_2^2 + 1,11 \cdot 10^{-3} \alpha^2. \quad (2)$$

Використовуючи отримані результати експериментів та рівняння регресії (2) за допомогою прикладного програмного забезпечення були побудовані поверхні відгуку та їх двомірні перерізи залежності коефіцієнта неоднорідності змішування. Аналізуючи рівняння регресії (1) встановлено, що головним фактором, який впливає на коефіцієнт неоднорідності змішування суміші проса, кукурудзи та гречки гвинтовим транспортером-змішувачем з обертовим кожухом, є фактор $x_2(n_2)$. Кут нахилу шнекового транспортера-змішувача (фактор $x_3(\alpha)$) має менший вплив, а найменший - частота обертання гвинтового робочого органа (фактор $x_1(n_1)$). Зростання другого і третього факторів призводить до зменшення коефіцієнта неоднорідності змішування (покращується показник), а зростання першого негативно впливає на якість процесу.

Література

1. Гевко І.Б., Вітровий А.О., Гурик О.Я. Динамічна модель процесу транспортування сипких матеріалів гвинтовим конвеєром. Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей. Випуск 8.- Луцьк, 2001. Ст. 72-82.
2. Гевко І. Моделювання характеру навантаження на гвинтові робочі органи. Вісник ТНТУ, Том 16. № 1.- Тернопіль, 2011, Ст. 69-77.
3. Дячун А.Є., Дмитрів О.Р., Гевко Б.Р., Коваль С.О., Цапик Р.П. Експериментальна автоматизована установка гвинтового конвеєра з обертовим кожухом для змішування сипких матеріалів. Перспективні технології та прилади. Луцьк, 2024. Вип. 24. С. 38-44.

УДК 621.82

І. Гевко, д.т.н., проф., А. Дячун, к.т.н., доц., О. Стібайло

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛОПАТЕВИХ СПІРАЛЕЙ ЗМІШУВАЧІВ

I. Hevko, Dr., Prof., A. Diachun, Ph.D., Associated Professor, O. Stibailo

METHOD OF MANUFACTURING BLADE SPIRALS OF MIXERS

Виготовлення гвинтових робочих органів є досить складний і трудомісткий процес. Технологія їх виготовлення завжди має свою специфіку, в залежності від функціонального призначення шнека [1]. До специфічних гвинтових робочих органів відносяться лопатеві шнеки, які широко використовуються при змішуванні різних компонентів у будівництві, сільськогосподарському виробництві, у харчовій промисловості та переробній промисловості, фармації тощо. На сьогоднішній день існують різні технології їх виготовлення [2]. Проте конструкції шнеків з вигнутими пелюстками [2], технологія виготовлення яких передбачає відгинання лопатей на відповідний кут, на сьогодні, як правило, виготовляються при використанні ручного інструменту. Для забезпечення ефективного процесу створення таких шнеків нами розроблено відповідний спосіб виготовлення лопатей на спіралі, конструктивну схему якого представлено на рис. 1.

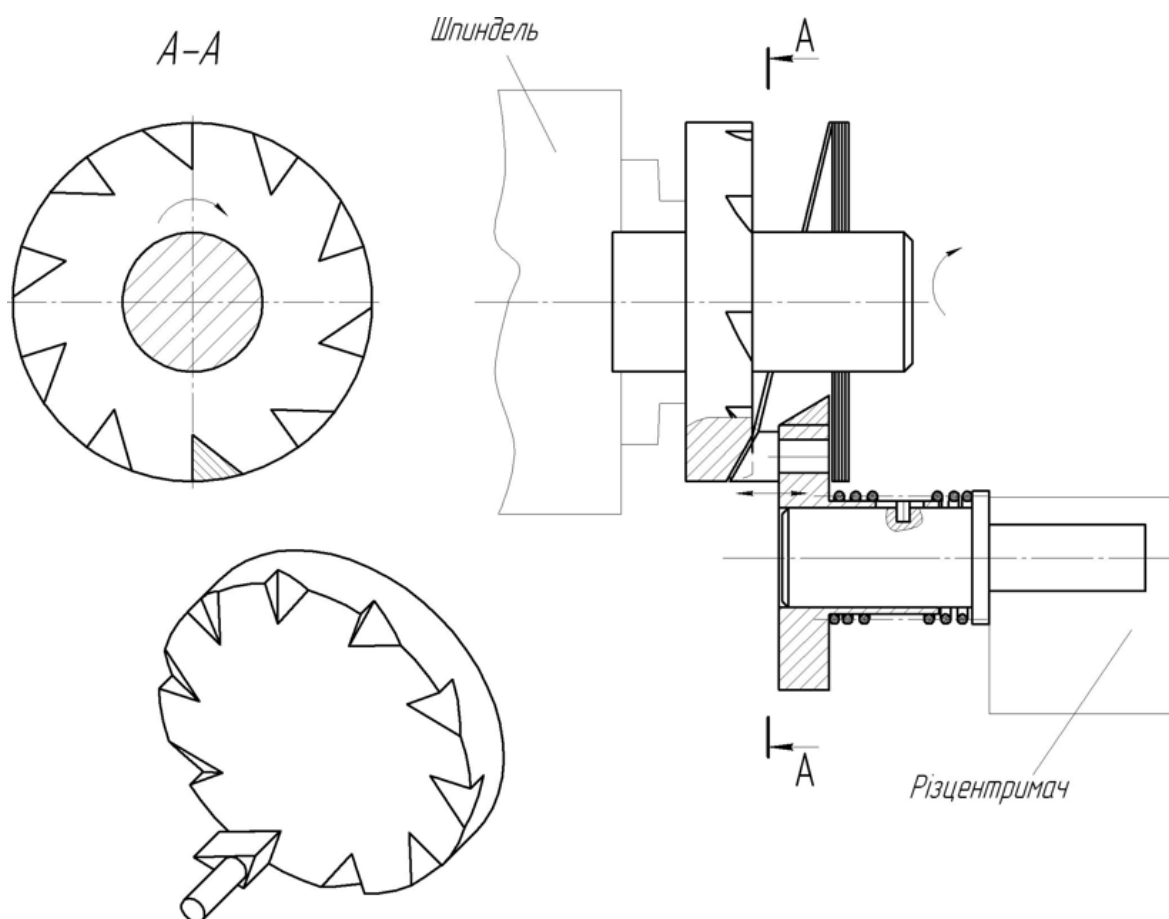


Рисунок 1. Конструктивна схема способу виготовлення лопатей на шнековій спіралі

Розроблений спосіб виготовлення лопатевих спіралей передбачає виконання наступної послідовності технологічних операцій:

1. Навивання щільним пакетом на ребро спіралі з відповідними внутрішнім та зовнішнім діаметрами за традиційною технологією.

2. Надрізання (або вирубування чи вирізання профільних отворів) по зовнішньому контуру торцевої поверхні навитої щільним пакетом на ребро спіралі на відповідну глибину (як правило до 2/3 її висоти) через наперед визначений крок.

3. Встановлення і закріплення підготовленої спіральної заготовки на спеціальній оправці із заглибленнями, що відповідають формі лопатей, із забезпеченням співпадання надрізів (вирубаних чи вирізаних профільних отворів) спіральної заготовки із заглибленнями оправки.

4. Встановлення і закріплення спеціальної оправки із наперед встановленою і закріпленою спіральною заготовкою у шпинделі токарного верстата.

5. Встановлення і закріплення в різцетримачі токарного верстата спеціального калібрувально-загинального інструменту.

6. Відгинання крайнього витка спіральної заготовки і заведення спеціального калібрувально-загинального інструменту у міжвитковий простір.

7. Приведення з наперед визначеною частотою в обертовий рух шпинделя із спеціальною оправкою і спіральною заготовкою, та з наперед розрахованою швидкістю у рух подачі різцетримача зі спеціальним калібрувально-загинальним інструментом, що забезпечує підведення останнього до першого витка спіральної заготовки у місці її кріплення на спеціальній оправці. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

8. Приведення у рух подачі різцетримача зі спеціальним калібрувально-загинальним інструментом до створення загину першої лопаті спіральної заготовки у заглиблення оправки. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

9. Приведення з наперед визначеною частотою в обертовий рух шпинделя із спеціальною оправкою і спіральною заготовкою (у зворотному напрямку в порівнянні з операцією 7), та з наперед розрахованою швидкістю у рух подачі різцетримача зі спеціальним калібрувально-загинальним інструментом (у зворотному напрямку в порівнянні з операцією 7), що забезпечує виготовлення загинів лопатей по усій довжині спіральної заготовки у заглиблення оправки. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

10. Відведення різцетримача і зняття з нього спеціального калібрувально-загинального інструменту.

11. Закріплення у різцетримачі спеціального затискного інструменту і підведення його до лопатевої спіралі щільного пакету.

12. Закріплення у спеціальному затискному інструменті крайнього витка лопатевої спіральної заготовки.

13. Калібрування на заданий крок лопатевої спіральної заготовки шляхом вмикання руху подачі різцетримача. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

14. Відкріплення готової лопатевої спіральної заготовки від спеціального затискного інструменту та спеціальної оправки з заглибленнями і її зняття.

Література

1. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей / Гевко Б.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Драган А.П., Новосад І.Я. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 367 с.

2. Гевко І.Б., Лещук Р.Я., Брикса А.О., Стібайло О.Ю., Коваль С.О. Особливості конструкцій і технологічного проектування робочих органів лопатевих гвинтових змішувачів // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. – 2023. - Вип. 8(39). Част.2. С. 24-34.

УДК 621.86

І. Гевко, д.т.н., проф., В. Бучинський, П. Леськів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СИНТЕЗ НАКОПИЧУВАЛЬНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ БУНКЕРІВ

I. Hevko, Dr., Prof., V. Buchynskiy, P. Leskiv

SYNTHESIS OF STORAGE AND LOADING HOPPERS

При проведенні синтезу здійснено побудову морфологічної таблиці конструктивних елементів бункерів та їх ознак (табл. 1), на базі якої було створено модель механічної системи «Накопичувально-завантажувальний бункер» (рис. 1).

Таблиця 1. Морфологічна таблиця елементів та конструктивних ознак бункерів

Принцип вивантаження					
1. Активний			2. Пасивний		
1.1. З пневматичною подачею;			2.1. Гравітаційний без розташування в середині бункера додаткових елементів;		
1.2. Гравітаційний з вібраційним струшуванням;			2.2. Гравітаційний з розташуванням в середині бункера додаткових елементів.		
1.3. Гравітаційний з ручною механічною подачею;					
1.4. Гравітаційний з механічною подачею від електропривода;					
1.5. Гравітаційний із збуренням сипкого середовища додатковим елементом від привода.					
3. Механізм завантаження	4. Розташування відносно розвантажувального пристрою	5. Профіль	6. Об'єм	7. Степінь рухомості	8. Матеріал камери
3.1. З регульованим завантаженням;	4.1. Співвісне перпендикулярне;	5.1. Суцільний;	6.1. Постійний;	9.1. Один	8.1. Сталь;
3.2. З нерегульованим завантаженням.	4.2. Бічне перпендикулярне;	5.2. Секційний.	6.2. Змінний.	9.2. Два	8.2. Пластик;
	4.3. Співвісне нахилене;				8.3. Гума;
	4.4. Бічне нахилене;				8.4. Антисептичний;
	4.5. Співвісне паралельне;				8.5. Комбінований.
	4.6. Бічне паралельне.				
Додаткові елементи					
9. Наявність	10. Кількість	11. Розташування	12. Профіль		
9.1. Використовуються;	10.1. Один;	11.1. Горизонтальне;	12.1. Трубка;		
9.2. Не використовуються.	10.2. Два;	11.2. Вертикальне;	12.2. П-подібна ланка;		
	10.3. Декілька.	11.3. Нахилене;	12.3. Л-подібна ланка;		
		11.4. Перехресне;	12.4. М-подібна ланка;		
		11.5. Змінне;	12.5. Н-подібна ланка;		
		11.6. Тимчасове.	12.6. Трос;		
			12.7. Пружина розтягу-стиску;		
			12.8. Однонаправлена суцільна спіраль;		
			12.9. Різнонаправлена суцільна спіраль;		
			12.10. Однонаправлена лопатева спіраль;		
			12.11. Різнонаправлена лопатева спіраль;		
			12.12. Однонаправлена комбінована спіраль;		
			12.13. Різнонаправлена комбінована спіраль;		
			12.14. Однонаправлена стрічкова спіраль;		
			12.15. Різнонаправлена стрічкова спіраль;		
			12.16. Випукла конічна втулка з гвинтовими елементами;		
			12.17. Опукла конічна втулка з гвинтовими елементами;		
			12.18. Комбінований елемент;		
			12.19. Розрихлювачі (штирі, кутники тощо).		

При проведенні структурно-схемного синтезу накопичувально-завантажувальних бункерів були обрані основні конструктивні елементи та їх морфологічні ознаки. Зокрема

принцип вивантаження: п. 1 і п. 2, механізм просипання: п. 3; розташування по відношенню до розвантажувального засобу: п. 4; профіль бункера: п. 5; об'єм бункера: п. 6; степінь рухомості: п. 7; матеріал внутрішньої поверхні бункера: п. 8; розташування додаткових елементів: п. 9 і п. 10.

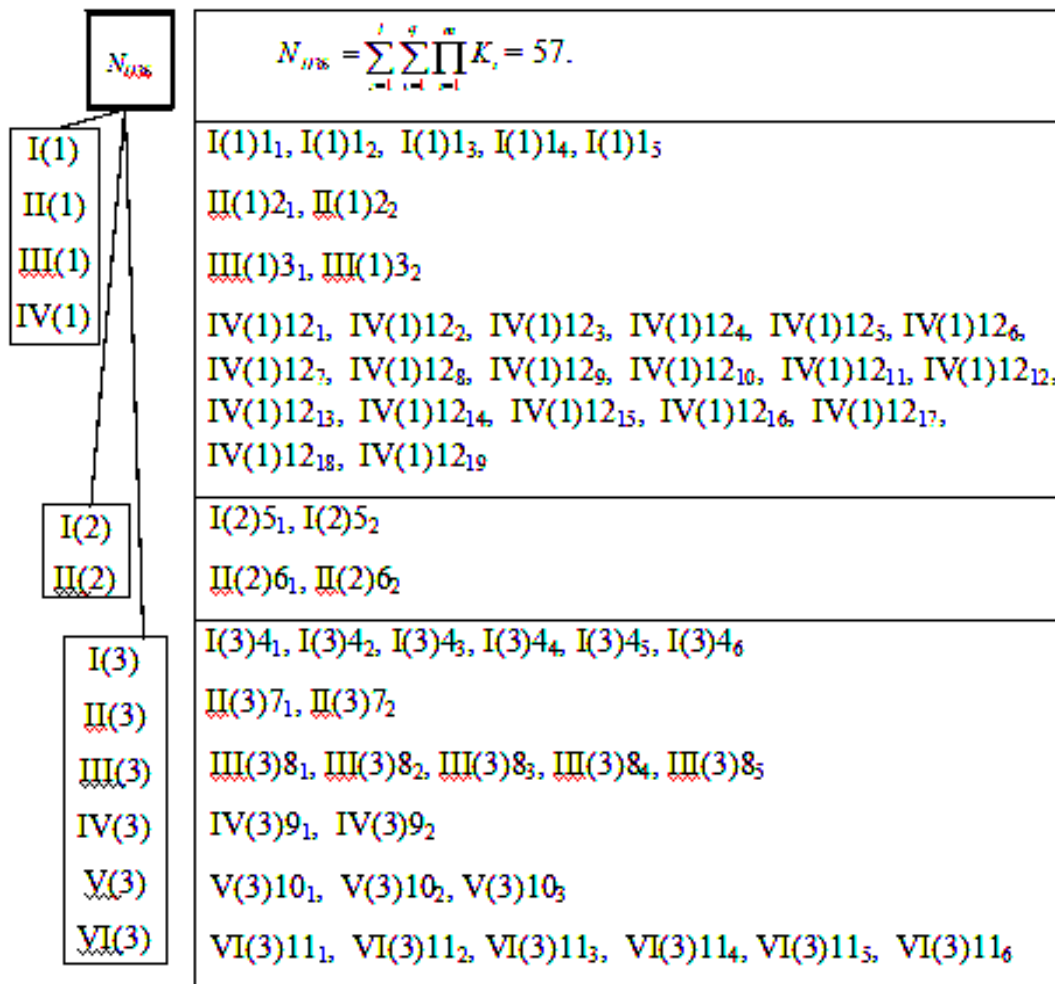


Рисунок 1. Модель механічної системи «Накопичувально-завантажувальний бункер»:
 I - VI – підгрупи ієрархічного рівня; (1) - (3) – відповідні ієрархічні рівні

В результаті проведеного структурно-схемного синтезу створено можливість компонування 57 базових варіантів механічних систем накопичувально-завантажувальних бункерів. До їх переваг слід віднести можливість зміни об'єму накопичення, забезпечення збурення і розпушування сипкого середовища з уникненням злежування та його заклинювання при просипанні до робочих органів конвеєрів, а також забезпечення рівномірної подачі сипких матеріалів для ефективної роботи конвеєрів [1]. На окремі конструктивні рішення подано заявки на отримання патентів.

Література

1. Гевко І.Б., Вітровий А.О., Гурик О.Я. Динамічна модель процесу транспортування сипких матеріалів гвинтовим конвеєром. Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей. Випуск 8.- Луцьк, 2001. Ст. 72-82.

УДК 621. 867

І. І. Головач

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗВАЛЬНИХ СПІРАЛЬНИХ ШНЕКІВ

I.I. Golovach

CLASSIFICATION AND FEATURES OF SHAFTLESS SPIRAL SCREWS

Безвалкові гвинтові робочі органи (БГРО) є конструктивними елементами різних транспортних і технологічних систем, що застосовуються для транспортування, обробки або переміщення матеріалів. Їх класифікація та характеристики визначаються конструктивними особливостями, принципом дії, а також призначенням. **За формою гвинта:** **циліндричні:** мають постійний діаметр по всій довжині гвинта; **конусні:** діаметр змінюється вздовж довжини, забезпечуючи регульований потік матеріалу; **Гвинти змінного профілю:** форма витків змінюється для специфічних умов роботи. **За типом витків:** **одиначні:** мають один виток спіральної форми; **подвійні:** складаються з двох витків, розташованих паралельно, що забезпечує більшу продуктивність. **Зі змінною кроком витків:** крок витків змінюється вздовж гвинта для регулювання швидкості транспортування. **За способом виготовлення:** **цілісні:** виготовляються шляхом лиття або механічної обробки; **збірні:** складаються з окремих сегментів, що з'єднуються в процесі монтажу. **За напрямком обертання:** **правообертальні:** обертаються за годинниковою стрілкою; **лівообертальні:** обертаються проти годинникової стрілки. **За матеріалом виготовлення:** **металеві:** забезпечують високу міцність і зносостійкість; **пластикові:** легкі, стійкі до корозії, але мають меншу міцність; **композитні:** комбінують властивості металів і полімерів для досягнення оптимальних характеристик. **За сферою застосування:** **транспортні:** для переміщення сипучих і рідких матеріалів; **технологічні:** для змішування, пресування або сортування матеріалів. **За типом приводу:** **механічний:** гвинт приводиться в рух через механічний редуктор; **гідралічний:** застосовується гідропривод для роботи; **електричний:** використовується електродвигун для обертання.

Характеристики безвалкових гвинтових робочих органів: **діаметр гвинта:** Визначає продуктивність і обсяг матеріалу, що транспортується. Може варіюватися від декількох сантиметрів до кількох метрів залежно від призначення; **довжина гвинта:** Залежить від необхідної відстані транспортування або зони обробки матеріалу; **крок витків:** Визначає швидкість переміщення матеріалу. Менший крок забезпечує точніше транспортування, а більший — високу швидкість; **коефіцієнт заповнення:** показник, що визначає об'єм матеріалу відносно об'єму простору між витками. Для сипучих матеріалів він варіюється в межах 0.3–0.6. **Швидкість обертання:** Впливає на продуктивність і якість транспортування або обробки. Для технологічних процесів швидкість може бути регульованою. **Механічна міцність:** Залежить від матеріалу гвинта та витків. Важливий показник для роботи в умовах високих навантажень. **Стійкість до зносу:** Визначається матеріалом виготовлення та умовами експлуатації. Наприклад, металеві гвинти можуть бути покриті спеціальними зносостійкими матеріалами. **Маса конструкції:** Менша маса забезпечує легший монтаж і економію енергії приводу, проте важчі конструкції можуть бути більш довговічними.

Переваги безвалкових гвинтових органів: відсутність валу збільшує прохідний переріз і спрощує транспортування матеріалів; зменшення ймовірності забивання в'язких або волокнистих матеріалів; зниження витрат на обслуговування за рахунок спрощеної конструкції. Безвалкові гвинтові робочі органи — ефективне рішення для багатьох галузей, завдяки їхній універсальності та простоті обслуговування.

УДК 631. 331.85

І.В. Карп, аспірант

Вінницький національний аграрний університет, Україна

УДОСКОНАЛЕНИЙ ПНЕВМОШНЕКОВИЙ ТРАНСПОРТЕР СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

I.V. Karp, graduate student

IMPROVED PNEUMATIC CONVEYOR OF BULK MATERIALS

Шнекові гвинтові конвеєри, як окремий технічний елемент транспортних механізмів знайшли широке використання в компоновальних схемах машин для перенавантаження або переміщення сипких матеріалів у зв'язку з їх простотою конструкції, технічного обслуговування та можливістю завантаження й розвантаження матеріалу в будь-якому місці технологічної лінії [1].

На підприємствах сільськогосподарського виробництва для транспортування сипких матеріалів широко використовується високонапірне пневмотранспортне устаткування нагнітального типу продуктивністю 5...30 т/год, при відстані транспортування до 100 метрів за швидкості руху стисненого повітря 15...40 м/с з надлишковим тиском до 0,6...0,8 МПа [2].

Загальним недоліком роботи шнекових механізмів є надання спіральними витками не лише поступального осевого переміщення матеріалу але й обертowego руху, що призводить до пошкодження матеріалу та зменшення продуктивності таких механізмів [3].

Таким чином, серед актуальних завдань піднімально-транспортного виробництва важливим є розробка та обґрунтування раціональних параметрів малогабаритних шнекових пневмотранспортерів, які б забезпечували ефективне переміщення сипких матеріалів по технологічних трасах різної просторової конфігурації.

Нами запропоновано удосконалену схему малогабаритного пневмошнекового транспортера (ПШТ) для переміщення сипких зернових матеріалів по трасах різної конфігурації, рис. 1.

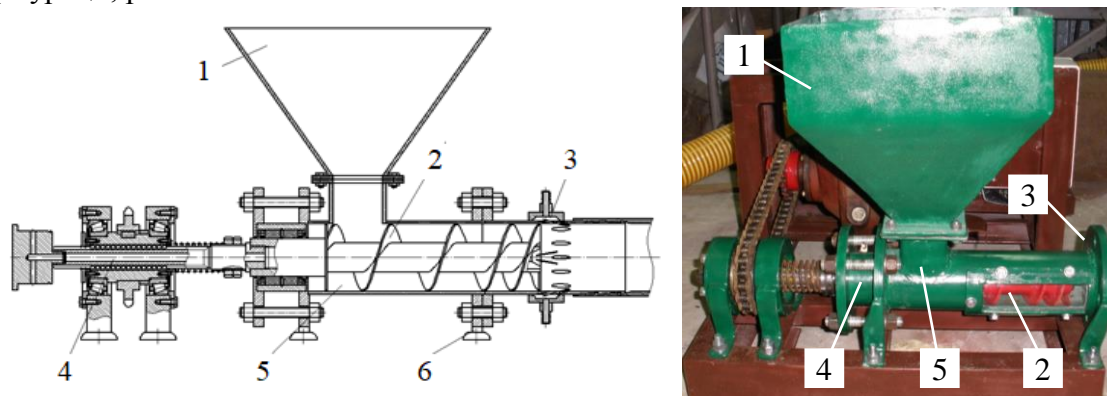


Рис. 1. Конструктивна схема ПШТ: 1 – завантажувальний бункер;
2 – шнековий конвеєр; 3 – пневматичне сопло; 4 – пневморозподільник; 5 – живильник; 6 – пневмопровід

Базовими вузлами ПШТ є завантажувальний бункер 1 сипких матеріалів (рис. 1), шнековий конвеєр 2, змінне пневматичне сопло 3 подачі стисненого повітря,

пневморозподільник 4 стиснутого повітря, живильник 5 шнекового конвеєра, пневмопровід 6 подачі стиснутого повітря до пневматичного сопла.

Для утворення стисненого повітря застосовують компресор, який подає стиснене повітря в пневморозподільник 4, який забезпечує в автоматичному режимі подальшу подачу стисненого повітря через пневмошланг, який підключено до пневмопроводу 6, до сопла 3. Стиснене повітря підсилює подальше переміщення сипких матеріалів в гнучкому рукаві до місця призначення.

Автоматичне регулювання подачі стисненого повітря в пневмошланг і далі в пневмопровід 6 забезпечує автоматизований механізм керування системою увімкнення пневморозподільника 4, рис. 2. Шліцьовий вал живильника з'єднаний із шліцьовим валом 3, який встановлений в корпусі 2 через кульки, з можливістю осьового зміщення, при збільшенні навантаження на витки шнека.

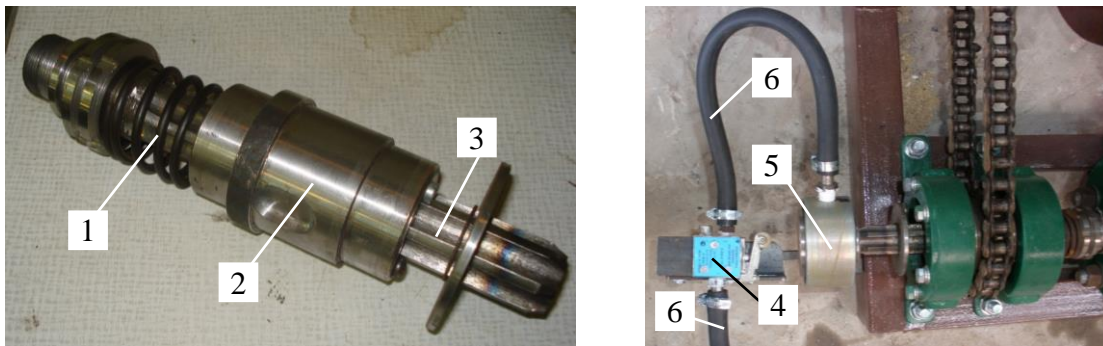


Рис. 2. Механізм увімкнення пневморозподільника: 1 – пружина стиснення; 2 – корпус; 3 – шліцьовий вал з напівкруглими канавками; 4 – пневморозподільник; 5 – обертовий пневмоперехід

Під час надмірного накопичення сипкого матеріалу з завантажувального бункера 1 (рис. 1) в зоні живильника 5 шнекового конвеєра 2 зростає навантаження на витки шнека, яке сприймає та долає пружина стиснення 1, рис. 2. Коли навантаження на витки шнека досягає певного критичного значення, осьова складова якого перевищує зусилля стиснення пружини, шліцьовий вал 3 пневморозподільника 4 починає переміщуватися в сторону протилежну до напрямку руху сипкого матеріалу. При цьому обертовий пневмоперехід 5 вмикає пневморозподільник 4 і стиснуте повітря починає поступати по пневмомагістралях 6 в напрямку гнучкого рукава.

Даний механізм дає можливість регулювання величини крутного моменту, при якому відбувається вмикання пневморозподільника для транспортування різних видів сипких матеріалів та необхідного шляху їх переміщення до місця призначення.

Аналіз наукових праць показав, що розрахунок і вибір оптимальних параметрів даних робочих органів необхідно здійснювати на основі реалізації моделей безпосередньої взаємодії робочих поверхонь із сипким матеріалом, враховуючи при цьому його реологічні властивості. Також встановлено, що існуючі конструкції робочих органів конвеєрів не в повній мірі задовольняють функціональні вимоги щодо пошкодження зернових матеріалів при забезпеченні мінімальних енерговитрат на виконання технологічного процесу.

Література.

1. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005.
2. Гевко Р.Б., Дзюра В.О., Романовський Р.М. Проектування пневмомеханічного транспортера сипких матеріалів. Науковий вісник ТНТУ. 2009. Т.14. №4. С.84–88 с.
3. Барановський В. М. Конструктивно-технологічні принципи адаптації транспортно-очисного комбінованого робочого органа коренезбиральних машини. Сільськогосподарські машини. 2005. № 13. С. 18–24.

УДК 621.646

Каспрук В.Б.к.т.н., Височан Н.М.

(Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя)

МЕХАНІЗМ ВІДВЕДЕННЯ ПОВІТРЯ З ВОДОПРОВОДІВ

Kaspruk V.B. Ph.D.; Vysochan N.M.

THE MECHANISM OF AIR REMOVAL FROM WATER PIPES

Одним із суттєвих недоліків у постачанні населенню холодної і гарячої води є її нестабільна подача. Під час припинення подачі води у мережу трубопроводів в останні потрапляє повітря. Процес наповнення повітрям трубопроводів супроводжується перепадами тиску, що негативно впливає на експлуатацію як мережі водопостачання в цілому, так і її надійність та довговічність роботи водо запірної арматури.

Крім того, при обліку використаної води лічильниками споживачі змушені оплачувати об'єми пропущеного через лічильники повітря під час кожного заповнення водою мережі трубопроводів.

Принцип роботи механізму відведення повітря з трубопроводів ґрунтується на дії виштовхувальної сили Архімеда і сили тяжіння на нерухомо з'єднані клапани з поплавком. Для забезпечення робочої здатності і надійності механізму поплавковий клапан виконують із збереженням співвідношення між об'ємами металевої частини і пустотілої зони і густинами матеріалу, з якого виготовлений поплавок клапан, і рідини, в яку занурюють поплавок – клапан.

В розробленому нами механізмі в ході заповнення трубопроводу водою повітря вільно виходить з нього через отвори в опорній перфорованій перегородці і кришці. Коли вода надходить у нижню частину корпусу і заповнює пустотілу зону поплавка – клапана він піднімається. При відсутності води у трубопроводі поплавок – клапан пустотілою зоною опускається на опорну перфоровану перегородку, яка розміщена у нижній частині корпусу. До верхньої частини корпусу приєднана втулка з конічною поверхнею і закрита кришкою. Між конічною поверхнею поплавка – клапана і конічною поверхнею втулки передбачений кільцевий зазор, через який трубопровід сполучений з атмосферою.

Підвищену надійність у роботі і герметичність механізму відведення повітря з трубопроводів забезпечує обладнання конічної частини поплавка - клапана еластичним ущільнюючим кільцем, яке під час контакту з конічною поверхнею втулки деформується, заповнює мікронерівності поверхонь, що контактують, і забезпечує їхній герметичний контакт під час закривання простору між внутрішнім об'ємом трубопроводу і атмосферою.

Одержані результати випробувань підтвердили міцність і довговічність конструкції механізму її надійність у роботі.

Література

1. С.М.Балабан, В.П. Куц, В.Б.Каспрук, В.М. Чиж Конструкція і розрахунок механізму відведення повітря з трубопроводів Всеукраїнський науково-технічний журнал Промислова гідравліка і пневматика 4(26) 2009р. –С.67-70.
2. Патент на корисну модель №46001 Самозапірний клапан С.М.Балабан, В.П. Куц, В.Б.Каспрук 2009р.
3. Патент на корисну модель №37142 Механізм відведення повітря з трубопроводів С.М.Балабан, В.П.Куц, В.Б.Каспрук 2008р.
4. Патент на корисну модель № 54681 Механізм відведення газів з гідравлічних систем С.М.Балабан, В.П.Куц, В.Б.Каспрук, В.М.Чиж 2010р.

УДК 691.33

Каспрук В.Б. к.т.н.; Брик І. А.

(Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧІВ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ

Kaspruk V.B. Ph.D.; Brik I. A.,

STUDY OF THE INFLUENCE OF AGGREGATES ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF CONCRETE

Водопроникність бетонів залежить від великої кількості факторів. Це обумовлено властивістю бетону такою як капілярна пористість матеріалу. При використанні щільного бетону в ньому буде менша кількість пор, і відповідно водонепроникність в ньому буде вищою. Водонепроникність бетону буде залежати від добавок в його складі. Такі сполуки як, сульфати алюмінію і заліза підвищують ступінь ущільнення суміші. Крім того ущільнення досягається за рахунок вібрації, пресування і видаленням води за допомогою вакууму. Що стосується пуцоланового портландцементу, то його високий показник непроникності залежить від наявності пуцоланових добавок і їх набухання.

Маючи замкнуті пористості, бетони на мікросферах показують хороші показники у водопоглинанні і набуханні для легких бетонів. За результатами досліджень водопоглинання за масою взірця без домішок при максимальному вмісті мікросфер може досягати 14-18 %, набрякання під час намокання - 1,4 мм/м, це виходить за рамки вимог для зовнішніх шарів облицювальних бетонних плит і є основною причиною, яка зменшує застосування цих бетонів. Об'ємна гідрофобізація може значно зменшити капілярне підсмоктування води, що призведе до збільшення морозостійкості та довговічності бетону. У даних дослідженнях до бетонної суміші додавали «Vinnapas» (потрійний сополімер етилену, вініллаурату і вінілхлориду) у кількості від 2% до 11% від маси цементу залежно від вмісту мікросфер. залежно від його складу що дозволяє визначити мінімальну кількість «Віннапасу» для досягнення необхідного водопоглинання, яке, наприклад, для цементно-піщаних виробів зовнішнього застосування не повинно перевищувати 6% для бетону морозостійкістю F200 і хімічно стійкого бетону і 8% для інших бетонів (ДСТУ Б В.2.7 - 238:2010. Плити облицювальні бетонні). Досліджувався вплив поверхневої обробки на гідрофобні властивості пресованих бетонів. Зразки з водопоглинанням у 3,6 % покривали в один шар речовинами, що змінюють змочуваність капілярів.

Обробка поверхні глибоко проникаючими ґрунтовками на основі метилцелюлози (ґрунт Ceresit), зменшила поверхневу енергію, внаслідок чого зросла глибина проникнення води. Водопоглинання таких зразків збільшилося до 4,8%. Просочення поверхні бетону речовинами, що надають стінкам пор і капілярам водовідштовхувальних властивостей, наприклад, складом типу «Дельфін» або стеаратом кальцію, зменшило водопоглинання цього ж бетону до 2,7 %.

Література

1. Гливій В., Каспрук В.Б. V Міжнародна студентська науково - технічна конференція "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. Актуальні питання покращення гідрофобних властивостей бетонних конструкцій Тернопіль 2022р.. с.-16.

2. В. В. Матвійчук, В. Б. Каспрук XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 6-7 грудня 2023 року. Вплив пористості цементу на його водопроникність с.-112.

УДК 621.91

М.В. Стаднійчук, В.М. Федоревич, Є.П. Бегман

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІЗАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВКИ ДИСКОВОЮ ФРЕЗОЮ

M.V. Stadniichuk, V.M. Fedorevych, Y.P. Begman

THE STUDY OF THE CYLINDRICAL WORKPIECE CUTTING DYNAMICS WITH DISK MILLING CUTTER

Використання дискових фрез великого діаметра із малою товщиною знижує їх жорсткість, а відповідно і точність та шорсткість торцевої зрізаної поверхні заготовки. Тому проведено дослідження динаміки різання циліндричної заготовки дисковою фрезою із визначенням і прогнозуванням деформацій інструмента, заготовки, конструктивних елементів верстата та пристрою для базування та закріплення заготовки на основі аналізу попередніх досліджень [1, 2]. На рисунку 1 представлено схему динамічної моделі процесу різання циліндричної заготовки дисковою фрезою на фрезерно-відрізному верстаті із базуванням та затиском заготовки на двох призмах, що прикріплені на базовій плиті пристрою.

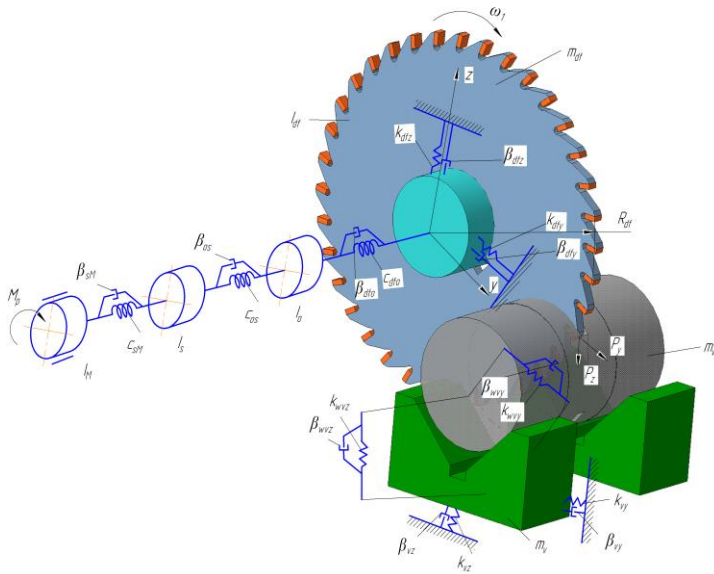


Рисунок 1. Схема динамічної моделі різання циліндричної заготовки дисковою фрезою на фрезерно-відрізному верстаті

Встановлено, що найбільші динамічні навантаження, деформації та швидкості деформацій дискової відрізної фрези та циліндричної заготовки виникають в момент врізання другого зуба фрези у заготовку з ударним навантаженням. Спостерігалось виникнення періодичних максимальних коливань дискової відрізної фрези та циліндричної заготовки з періодом, що дорівнює періоду між послідовними врізаннями зубів фрези у заготовку.

Література

1. Diachun A., Vasylyk V., Korol O., Myhailiuk V., Golovaty I., Kuras A. Investigation of geometrical parameters in screw surfaces whirling process. Scientific Journal of TNTU. 2021. Vol. 101. No. 1. P. 68 – 78.
2. Rohatynskiy R. M., Hevko Iv. B., Diachun A. Ye. The research of the torsional vibrations of the screw in terms of impulsive force impacts. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2015. № 5 (149). С. 64-68.

УДК 624.074

М.І. Цан; А.П. Сорочак, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КРОКВЯНОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ

М. Tsan; A. Sorochak, Ph.D.

STUDY OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A TRUSS OF AN INDUSTRIAL BUILDING

Актуальність дослідження напружено-деформівного стану (НДС) металевих кроквяних ферм обумовлена зростаючими вимогами до надійності та економічності будівельних конструкцій промислових будівель. В умовах постійного удосконалення методів проектування та розрахунку будівельних конструкцій, особливої уваги потребує оптимізація конструктивних рішень металевих ферм, які широко застосовуються у промисловому будівництві для перекриття великих прольотів.

В роботі досліджували НДС кроквяної ферми прольотом 30 м зі світлоаераційним ліхтарем прольотом 12 м. Схема ферми приведена на рисунку 1. Ферма з паралельними поясами, ухил верхнього пояса ферми $i = 1,5\%$. Решітка ферми трикутна з додатковими стійками, розмір панелі верхнього пояса – 3 м, нижнього пояса – 6 м. Переріз усіх елементів ферми, включно з ліхтарною фермою, - складений тавр з кутників. Матеріал ферми – сталь С245.

Навантаження на ферму включали власну вагу, постійне навантаження від покрівлі та снігове навантаження з урахуванням перепаду висот покриття за рахунок світлоаераційного ліхтаря. Всі навантаження крім власної ваги елементів прикладали у вузлах верхнього поясу в формі зосереджених сил.

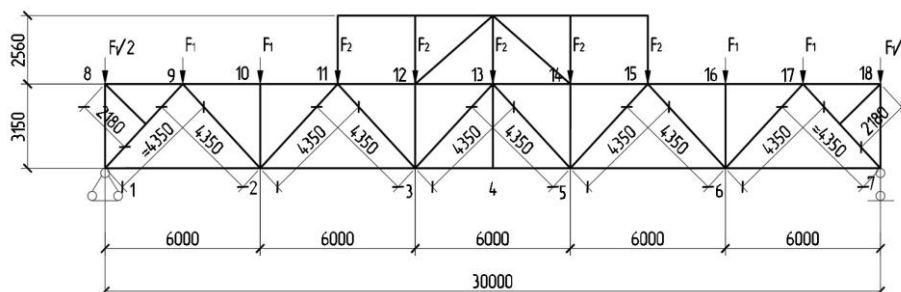


Рисунок 1. Схема досліджуваної кроквяної ферми

Для створення та розрахунку скінченноелементної моделі в роботі використано програмний комплекс Ліра-САПР 2022. Розрахунок виконували у лінійній постановці з використанням розрахункових сполучень зусиль.

В результаті розрахунку визначали переміщення вузлів схеми та нормальні зусилля в усіх елементах ферми. На їх основі перевіряли вичерпання несучої здатності за першим та другим граничним станом для металоконструкцій. З використанням Ліра-САПР проведено оптимізацію перерізів елементів ферми з урахуванням конструктивних елементів та уніфікації з метою підвищення технологічності виготовлення конструкції.

Література

1. Голубович, Т.М., Сорочак, А.П. Аналіз сталевих конструкцій консольного вильоту музею науки в м. Львів. Актуальні задачі сучасних технологій: праці Міжнародної науково-технічної конференції. Тернопіль, 6-7 грудня 2023 р. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. С. 56.

УДК 621.91.02

М.П. Марищак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ФРЕЗ МЕТОДОМ АЗОТУВАННЯ

M.P. Maryshchak

INCREASING THE STABILITY OF CUTTERS BY NITRIDING METHOD

У сучасному машинобудуванні спостерігається тенденція до впровадження інноваційних високолегованих матеріалів, що дає змогу збільшити ресурс роботи виробу. Підвищена поверхнева твердість та міцність цих матеріалів значно ускладнюють процес механічної обробки. В результаті спостерігається посилений абразивний вплив на ріжучі інструменти, що призводить до збільшення швидкості їх зносу та зниження загального ресурсу. Ця обставина вимагає розробки спеціалізованих технологічних режимів обробки та застосування модифікованих інструментів.

Відповідно збільшення терміну експлуатації та зносостійкості інструменту є важливим завданням будь-якого виробництва. Створення твердих сплавів, металокераміки та впровадження надтвердих інструментальних матеріалів дозволило частково вирішити проблеми стійкості фрез, проте це є дороговартісний спосіб. Набагато доцільніше застосовувати зміцнення поверхневих шарів інструменту.

Зокрема для підвищення стійкості фрез доцільно застосовувати технологію азотування. Азотування широко застосовується в різних галузях промисловості для підвищення довговічності і надійності деталей та інструментів. Для цього в основному використовують, як традиційне, газове азотування, так і нову прогресивну технологію іонного азотування.

Класичне азотування – це обробка сталі у процесі її нагрівання серед високого вмісту аміаку. Внаслідок цього поверхня насичується азотом і покращується зносостійкість фрез за рахунок підвищення індексу твердості їх поверхневого шару. Поверхневий шар після азотування може зберігати стабільні показники твердості при температурі до 550-600 °С. Причиною тому служить сам механізм азотування, внаслідок якого утворюється поверхневий шар, який у 1,5-2 рази міцніший ніж після загартування. Тобто азотований шар має високий показник твердості без додаткової термообробки. Крім того, після азотування розмір фрези залишається практично незмінним, що дуже важливо для точності обробки.

Іонітрування, або іонно-плазмове азотування – один з методів хімічної термообробки. Цей сучасний метод знайшов своє застосування в термообробці ріжучого інструменту та штампувальної оснастки. Спосіб поверхневої обробки іонним азотуванням застосовується в тих випадках, коли потрібно підвищити втомну витривалість, зносостійкість, усунути прилипання металу, для збільшення антизадирних властивостей. Процес іонного азотування відбувається при збудженні в аргоно-воднево-азотній суміші тліючого імпульсного розряду, при тиску газової суміші до 1000 Па. Тліючий розряд виникає між оброблюваною заготовкою та стінками вакуумної камери. Поверхневий шар металу заготовки насичується азотом під впливом бомбардування іонами суміші. На поверхні металу утворюються шари нітридів, що мають підвищену твердість. Тобто при іонному азотуванні дифузійне насичення поверхні азотом відбувається з використанням низькотемпературної плазми. Спосіб дифузійного насичення поверхні азотом з використанням низькотемпературної плазми якісно відрізняється від класичних схем хіміко-термічної обробки значно вищою швидкістю дифузії, відсутністю викривлення поверхні, можливістю значного зниження температури процесу і екологічною чистотою.

УДК 361.356.2

М.Ю. Гадайчук, аспірант

Вінницький національний аграрний університет, Україна

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ КОМБІНОВАНИМ ОДНОДИСКОВИМ КОПАЧЕМ

M. Ju. Hadaichuk, graduate student

ANALYSIS OF THE PROCESS OF DIGGING ROOTS COMBINED SINGLE-DISC EXCAVATOR

Встановлено, що під час викопування коренеплодів цикорію не доцільно виникнення згинальних зусиль, які більше допустимого зусилля на згин, або більших за 5...10 Н. Встановлено, що модуль зсуву коренеплодів цикорію знаходиться в межах від 1,87 до 15,5 Н/см², а допустиме зусилля кручення лежить в межах від 0,68 до 1,54 Н/см² [1]. Тобто під час викопування коренеплодів цикорію необхідно уникати виникнення навіть найменших крутильних моментів.

Для проведення теоретичних досліджень моделюються форма коренеплодів, щільність ґрунту, а також взаємодія між коренеплодом і ґрунтом. Схему для розрахунку сили викопування коренеплодів цикорію наведено на рис. 1.

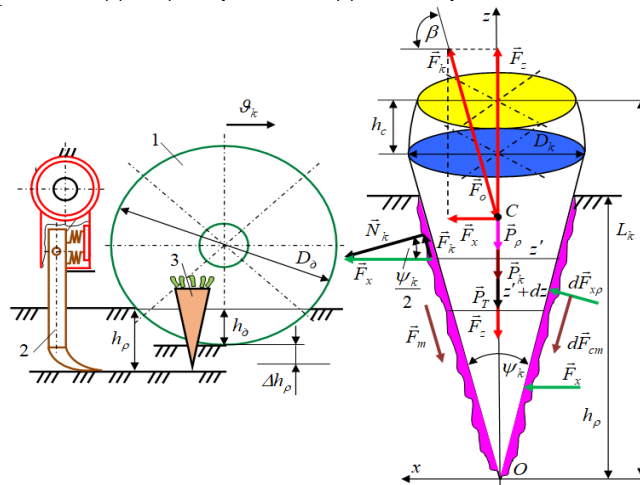


Рис. 1. Схема для розрахунку сили викопування конічних коренеплодів:
 1 – сферичний диск; 2 – розрихлювач; 3 – коренеплід

Тому що викопування коренеплоду відбувається за поступального руху комбінованого копача зі швидкістю \mathcal{G}_k в напрямку осі Ox , тоді вектор сили викопування \vec{F}_k буде направлений протилежно вектору сили опору \vec{F}_o та відхилений від вертикалі (осі Oz) на кут β .

Відомо, що витягування коренеплоду з ґрунтового середовища в загальному випадку описується залежністю

$$F_k \geq \frac{F_z}{\cos \beta} + \frac{m_k \left(g + \frac{d^2 z_k}{dt^2} \right)}{\cos \beta}, \quad (1)$$

де m_k – маса чистого коренеплоду, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; z_k –

переміщення коренеплоду відносно осі Oz , м; d^2z_k/dt^2 – прискорення коренеплоду відносно осі Oz , м/с².

Умова викопування коренеплоду з ґрунтового середовища без пошкодження згідно з [1] записана наступним чином

$$F'_k \leq \frac{[F_x]}{\sin \beta} + \frac{m_k \frac{d^2 x_k}{dt^2}}{\sin \beta}, \quad (2)$$

де F'_k – сила викопування коренеплоду з ґрунтового середовища з умови непошкодження, Н; $[F_x]$ – допустима сила опору горизонтального переміщення коренеплоду, Н; x_k – переміщення коренеплоду відносно осі Ox , м; d^2x_k/dt^2 – прискорення коренеплоду відносно осі Ox , м/с².

Після відповідних спрощень і перетворень, отримаємо такі функціональні залежності:
 - загальну умову викопування коренеплодів цикорію з ґрунтового середовища

$$F_k \geq 2F_x \cos(\psi_k/2) [\operatorname{tg}(\psi_k/2) - f_m] + \frac{\pi}{3 \cos(\psi_k/2)} \times \times \left([h_c \rho_k (0,75D_k^2 - h_c^2) + 0,25D_k^2 (L_k - h_c)] + (0,5D_k + \delta) \rho h_\rho \delta_\rho \right) \left(g + \frac{dV_{zk}}{dt} \right); \quad (3)$$

- умову викопування коренеплоду з ґрунтового середовища без його пошкодження [151, 152]

$$F'_k \leq \frac{1}{\sin(\psi_k/2)} \left\{ [F_x] + \frac{\pi}{3} \left(\frac{dV_{zk}}{dt} \right) \left([h_c \rho_k (0,75D_k^2 - h_c^2) + 0,25D_k^2 (L_k - h_c)] + (0,5D_k + \delta) \rho h_\rho \delta_\rho \right) \right\}, \quad (4)$$

де $[F_x]$ – допустима горизонтальна сила зламу коренеплоду, Н.

Таким чином, отримані нерівності (3) і (4) є аналітичними умовами, які характеризують зміну загального F_k та максимально допустимого F'_k зусилля, яке необхідно прикласти до коренеплодів для їх викопування у загальному випадку та їх викопування без пошкодження, або без зламу хвостової частини тіла коренеплоду цикорію, рис. 2.

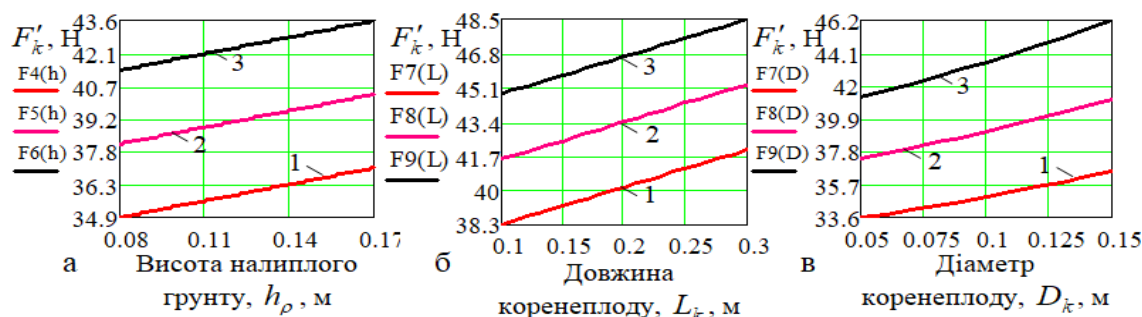


Рис. 2. Залежність зміни сили викопування коренеплодів з умови їх непошкодження:

а – $F'_k = f_{F'}(h_\rho)$; б – $F'_k = f_{F'}(L_k)$; в – $F'_k = f_{F'}(D_k)$; 1, 2, 3 – $[F_x] = 9, 11, 13$ Н

Сила викопування коренеплодів з умови їх непошкодження знаходиться в межах зміни 33...46 Н.

Література.

1. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005.
2. Барановський В. М. Конструктивно-технологічні принципи адаптації транспортно-очисного комбінованого робочого органа коренезбиральних машини. Сільськогосподарські машини. 2005. № 13. С. 18–24.

УДК 629.356:519.876.5

М.Я. Сташків, к.т.н.; В.М. Антонюк, асп.; В.Й. Оливко, асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В ОПОРАХ ЦИСТЕРНИ – НАПІВПРИЧЕПА

M.Ia. Stashkiv, Ph.D.; V.M. Antoniuk, P.G.; V.Y. Olyvko, P.G.

SIMULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE IN THE TANKER-SEMITRAILER SUPPORTS

В сучасних напівпричепках – цистернах, які призначені для перевезення наливних вантажів, кріплення робочої ємкості до рами здійснюється за допомогою опор двох типів – не замкнутої (напівкільцевої) та замкнутої (кільцевої) (рис. 1, а).

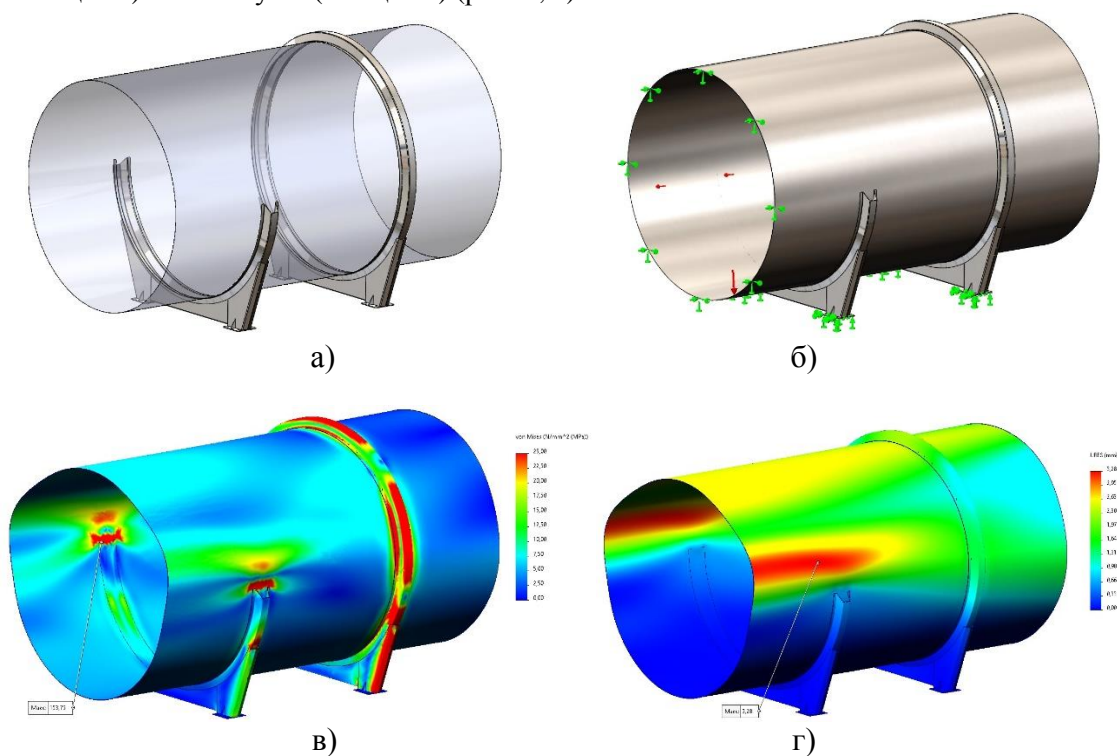


Рисунок 1. Дослідження опор цистерни напівпричепка

Для оцінки взаємодії опор з поверхнею робочої ємкості засобами інженерного аналізу програмного комплексу SOLIDWORKS проведено моделювання напружено-деформованого стану (НДС) такої конструкції.

При побудові моделі на створеній геометрії конструкції задано умови закріплення – фіксацію кронштейнів кріплення опор до рами транспортного засобу та умову симетрії на торцевій поверхні обичайки (зелені стрілки на рис. 1, б). Навантаження задано як нерівномірно розподілений гідростатичний тиск (червоні стрілки на рис. 1, б). Створено сітку скінчених елементів на основі змішаної кривизни з розміром елемента 20 мм.

За результатами проведеного моделювання отримали наступне. Максимальні напруження виникають у зоні контакту вільного кінця напівкільцевої опори з обичайкою цистерни (рис. 1, в). Максимальні деформації спостерігаються в оболонці робочої ємкості над вільним кінцем напівкільцевої опори (рис. 1, г). На рис. 1, в та 1, г добре видно, що деформації обичайки у перетині напівкільцевої опори проявляються набагато чіткіше ніж у перетині кільцевої опори (масштаб відображення деформації конструкції – 25:1).

УДК 621.855

Н.М. Світановський, В.В. Крупа, канд. техн. Наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ПРИВОДУ ПОДАЧ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТУ ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS SIMULATION

N.M. Svitanytskyi, V.V. Krupa, Ph.D.; assoc. prof

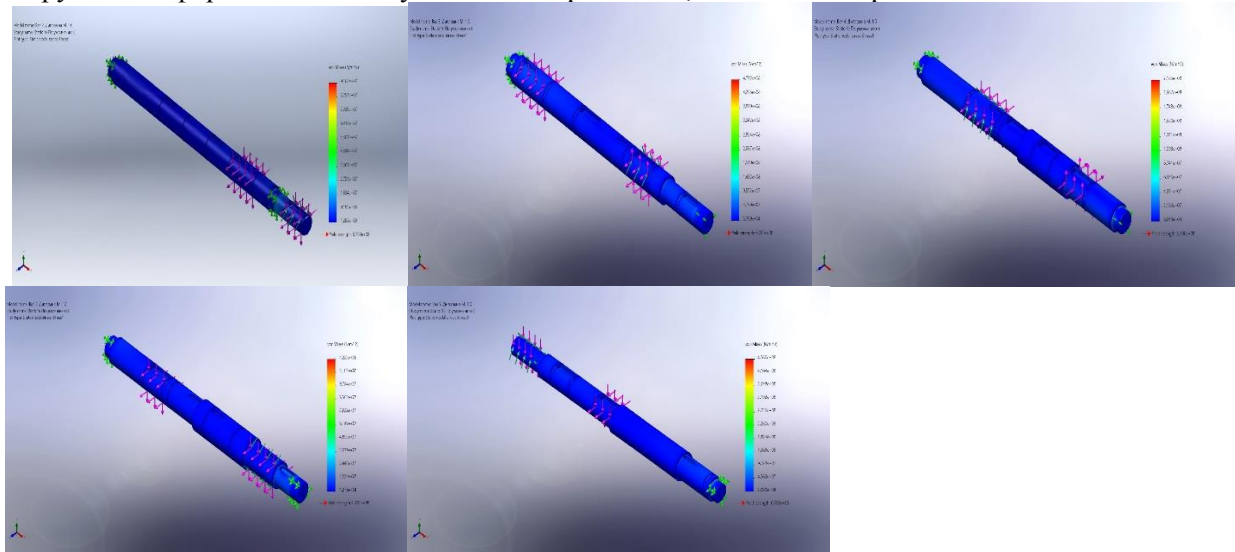
ANALYSIS OF ELEMENTS OF THE IMPROVED FEED DRIVE OF A VERTICAL DRILLING MACHINE BY MEANS OF SOLIDWORKS SIMULATION

Ключові слова: вертикально-свердлильний верстат, вал, Solidworks Simulation

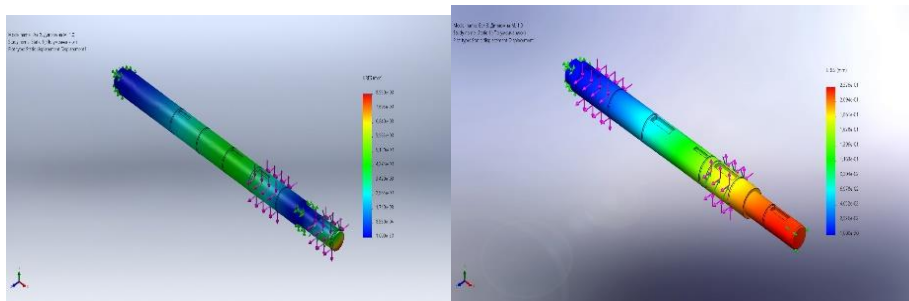
Keywords: vertical drilling machine, shaft, Solidworks Simulation

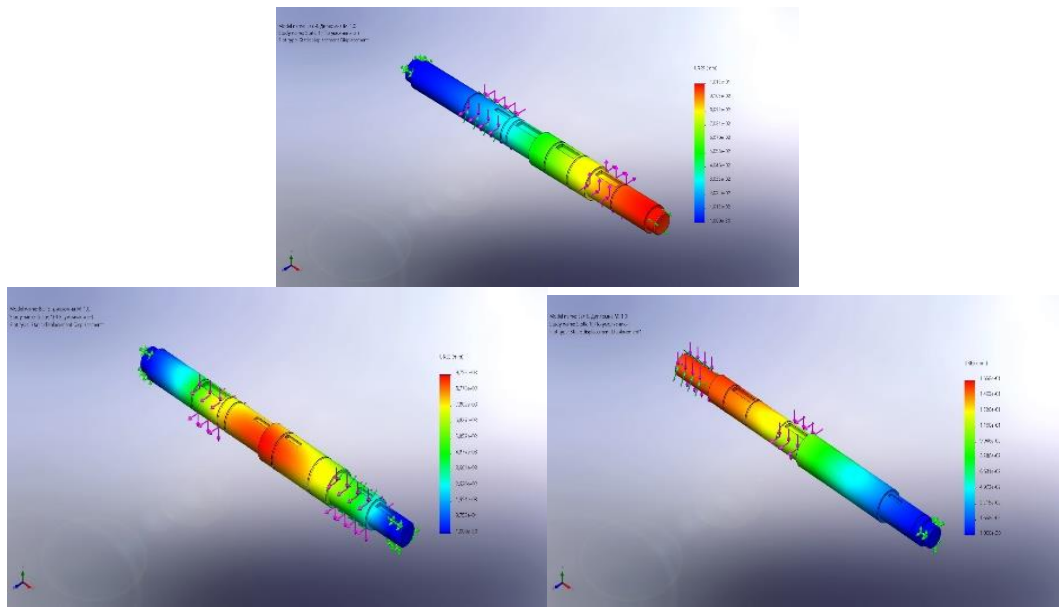
Проаналізовано конструкції приводу подач вертикально-свердлильних верстатів [1-3]. На основі аналізу особливостей деталей з отворами 32 мм проведено модернізацію приводу подач. Проведено розрахунки з кінематичного і силового розрахунку приводу, з визначення чисел зубів передач, відхилень величин подач, Побудовано структурну сітку і графік чисел подач. Проведено конструкторські розрахунки: розрахунок передач, розрахунок валів, розрахунок шпонкових з'єднань.

Для найбільш навантажених елементів удосконаленої конструкції проведено аналіз напружено-деформованого стану та аналіз переміщень, що подані на рис. 1



a)





б)

Рис. 1. Аналіз напружень (а) та деформацій (б) валів коробки подач

Аналіз напружено-деформованого стану вала 12 показав, що максимальне його напруження 45,6 МПа, допустиме напруження для його матеріалу (сталь 40Х) становить 300 МПа. На підставі цього можна внести зміни в його конструкцію. Максимальний прогин вала 1,624 мкм

На основі вище поданого аналізу внесено зміни в конструкцію, зокрема зменшено діаметри окремих ділянок валів з метою зменшення маси та інших інерційних характеристик.

Проведено динамічний аналіз полегшеної конструкції валів. Частоти коливань вала 12 коробки подач подано на рисунку 2

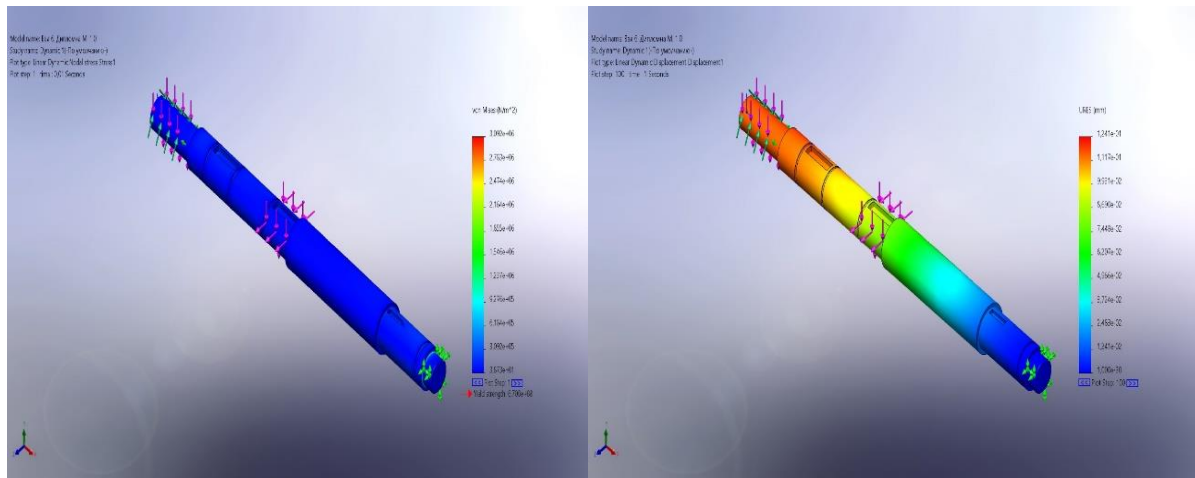


Рис. 2. Динамічний аналіз частоти коливань вала 12

Даний метод широко застосовується інженерами-конструкторами при удосконаленні компонентів машин.

Література

1. Конструювання і розрахунок металорізальних верстатів і верстатних комплексів: Посібник до дипломного проектування для студентів спеціальності “Металорізальні верстати і системи” освітньо-кваліфікаційних рівнів “спеціаліст”, “магістр” / Укл. К.Я. Охріменко. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 183с
2. Бочков В.М., Сілін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: підручник; за ред. Сіліна Р.І. – Львів: Бескид Біт, 2008. – 448 с.
3. Practical Finite Element Simulations with SOLIDWORKS 2022: An illustrated guide to performing static analysis with SOLIDWORKS Simulation / Khameel B. Mustapha. – Packt Publishing Ltd, 2022. – 480с.

УДК 614

О.Б. Дорошкевич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО СИРОВИГОТОВЛЮВАЧА

О.В. Doroshkevych

THE VERTICAL CHEESEMAKER IMPROVEMENT

Сири є важливим джерелом білка, жирів, вітамінів і мінералів, зокрема кальцію і фосфору, які необхідні для зміцнення кісток, зубів і підтримки м'язової функції. Завдяки високій харчовій цінності сири рекомендовані як частина збалансованого раціону. Окрім поживної користі, сири мають різноманітні текстури й аромати, що робить їх незамінним компонентом багатьох кулінарних традицій.

Сировиготовлювачі [1] є ключовим обладнанням у технологічному процесі виготовлення сирів. Їх основна функція — забезпечення утворення сирного згустку шляхом ферментативного або кислотного згортання молока, його подальше перемішування, подрібнення та обробка. Ефективність цих процесів безпосередньо впливає на якість кінцевого продукту, зокрема текстуру, вологість, рівномірність структури сиру. Застосовують сировиготовлювачі з вертикальною та горизонтальною компоновкою робочої місткості. Сучасні сировиготовлювачі зазвичай складаються з наступних конструктивних елементів: робоча місткість, система нагріву/охолодження, перемішувальний механізм, подрібнювально-перемішувальна система, автоматизована система управління.

Рівномірність структури і ступінь зневоднення сирного зерна в основному визначають гідродинамічні процеси, такі як перемішування і розрізання згустку. Оптимальне перемішування забезпечує рівномірний розподіл тепла і ферментів у молоці, запобігає утворенню грудок та сприяє отриманню якісного згустку. Натомість неправильна швидкість перемішування або розрізання може спричинити пошкодження сирного зерна, що негативно вплине на текстуру готового сиру.

Параметри ножів і режими їх застосування відіграють вирішальну роль у розрізанні сирного згустку, зокрема це: швидкість різання, товщина ножа, кут заточування, ширина ножа. При вдосконаленні сировиготовлювачів пропонуються такі підходи:

використання сучасних матеріалів, наприклад, легких і зносостійких сплавів або полімерів для зменшення ваги та підвищення довговічності елементів;

моделювання конструктивних елементів і процесів у спеціалізованих програмних комплексах [2];

автоматизація процесів із застосуванням сенсорів і програмованих логічних контролерів;

застосування інноваційних конструкцій ножів;

впровадження енергоефективних економічних систем нагріву для зниження споживання енергії.

Вдосконалення їх конструкції сировиготовлювачів та використання сучасних технологій дозволяють підвищити ефективність виробництва, забезпечити високу якість продукції та зменшити виробничі витрати.

Література

1. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ: Інкус, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

2. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.

УДК 62-111.3:631.3

О.В. Камінський, аспірант. А.П. Грабовський, аспірант.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ГВИНТОВОЇ ЗАГОТОВКИ СТІЙКИ У ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ

O.V. Kaminskyi, PhD student. A.P. Grabovskyi, PhD student.

(Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Ukraine)

STUDY OF THE STABILITY OF A SCREW BLANKET STABILITY IN THE PROCESS OF FORMING

У процесі навивання гвинтових спіралей зміна форми профілю спіралі в перерізі нормальної площини до осі здійснюється поза зоною згину на перехідній ділянці оправи і роликів. Здійснюючи холодне пластичне деформування стрічки, яка взаємодіє із деформуючим інструментом (роликом) [1], втрачається стійкість витка, що впливає на стабільність процесу формоутворення й якість виготовлення заготовки.

Керування якістю заготовки і прогнозування технологічної спадковості на стадії проектування представляє інтерес. Показниками якості заготовки, одержаної методом холодного пластичного деформування, є відсутність тріщин, гофрів, складок, прогинів; відхилень розмірів у допустимих границях. Комплексним показником може служити ресурс пластичності матеріалу, при вичерпуванні якого заготовка зазнає прогину. У цьому плані важливим є визначення величини критичної сили, при якій спостерігається прогин. Аналітичні залежності, наведені у роботі [1], мають місце лише при незначних кроках T НЗ (суцільний пакет витків), однак при $T > H$ вони ускладнюються необхідністю визначення уточнюючих значень коефіцієнтів для кожного конкретного випадку.

Розглянемо напруження в процесі формоутворення:

Нормальні напруження в довільному поперечному перерізі витка ГЗ визначають співвідношенням

$$\sigma(\xi) = 0,5P \left[\delta \int_0^{Z_{\max}} \sqrt{1 + \left(\frac{r + \xi}{C \cos^2 \frac{z}{C}} \right)^2} dz \right]^{-1}. \quad (1)$$

Для розглядуваного випадку відхилення e дорівнює:

$$e = \frac{T \tilde{y}_{\max} - \frac{2\pi(r + \xi)tg\mu_{\max}}{\mu_{\max}}}{\sqrt{T^2 + \frac{4\pi^2(r + \xi)^2 tg^2 \mu_{\max}}{\mu_{\max}^2}}}, \quad (2)$$

$$\text{де } \tilde{y}_{\max} = (r + \xi)tg \left(\arccos \sqrt{\frac{\mu_{\max}}{tg\mu_{\max}}} \right).$$

Максимальна ширина поверхні згину

$$b = 2 \sqrt{2B(r + \xi) + B^2 + C^2 \arctg^2 \sqrt{\frac{2B(r + \xi) + B^2}{(r + \xi)^2}}}. \quad (3)$$

Згідно з методом Рітца, часткова похідна від енергії деформації системи має дорівнювати нулеві, тобто

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial f} = \frac{2P^2}{E} \int_0^B \frac{B(B^2 - \xi^2) f d\xi}{I(\xi)} - \frac{8}{3} PB^3 = 0. \quad (4)$$

Величину критичної сили в області пружних деформацій визначимо, використовуючи метод Рітца.

Загальна деформація системи має такий вигляд:

$$\epsilon = \frac{1}{2} \int_0^B \frac{M^2(\xi)}{EI(\xi)} d\xi - \frac{1}{2} P \int_0^B \left(\frac{d\psi}{d\xi} \right)^2 d\xi, \quad (5)$$

де E – модуль Юнга;

$\psi(\xi)$ – функція прогину; $\psi(\xi) = f\xi^2$;

$M(\xi)$ – згинальний момент; $M(\xi) = -Pf(B^2 - \xi^2)$ [2].

Звідси, приймаючи $f \neq 0$, $P \neq 0$ та підставляючи вирази (3) і (4) у (5), величину критичної сили визначимо так:

$$P = 16E\epsilon \left(\frac{B}{\delta} \right)^3 \left[\int_0^B \frac{(B^2 - \xi^2) d\xi}{b(1 + K_e(e/\delta)^2)} \right]^{-1}, \quad (6)$$

де ϵ – уточнюючий коефіцієнт; $\epsilon = \zeta \epsilon_1 \epsilon_2$;

ζ – коефіцієнт, що враховує відмінність реального кріплення витка ГЗ від защемлення, прийнятого в розрахунковій схемі;

ϵ_1 – коефіцієнт, що бере до уваги вплив нерівномірності товщини стрічки δ ;

ϵ_2 – коефіцієнт, що враховує похибки внаслідок розгляду кривої прогину як функції однієї змінної.

Для розрахунку нормальних напружень у довільному поперечному перерізі витка НЗ і величини критичної сили складені програми на ЕОМ.

Узагальнюючи виведені залежності процесу дослідження стійкості гвинтової заготовки стійки в процесі формоутворення встановлено що домінуючими є напруження згину, а сам згин відбувається за лінією паралельною до осі оправи.

Небезпечною, з позиції втрати пластичності матеріалу заготовки що формується методом холодного пластичного деформування являється область, розміщена нижче нейтральної лінії на ділянці сформованого витка. В цій області значення деформацій є максимальні, знаючи їх величину можна спрогнозувати можливість втрати стійкості, що супроводжується “ляганням” витка або появленням гофрів залежно від технологічних параметрів процесу.

Література

1. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: Дис... д-ра техн. наук: 05.02.08 - Львів, 2002. – 445 с.

УДК 637.147.2

О.В. Конопка, С.В. Бугера

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ СТРУКТУРОВАНИХ МАС

O.V. Konopka, S.V. Buhera

METHODS OF DETERMINING THE ADHESION OF STRUCTURED MASS

У технологічних процесах харчової промисловості [1], таких як перемішування, дозування [2] та інш. необхідно враховувати адгезійні властивості продуктів. Важливим є правильно вибрати метод та прилад для вимірювання адгезії. Методи визначення адгезії можна розділити на прямі і непрямі. Прямі методи визначення міцності адгезії ґруновані на відриві певної маси продукту з фіксацією зусилля відриву $F_{\text{від}}$. Зусилля адгезії $f_{\text{від}}$ визначають як

$$f_{\text{від}}=F_{\text{від}}/S_{\text{к}}$$

Основними вузлами адгезіометрів є пристрій для закріплення досліджуванних зразків, блок для прикладення сили відриву, вимірювальний блок для визначення сили відриву. Пристрої для закріплення зразків є односторонніми і двохсторонніми. В залежності від властивостей продукту, який досліджуємо він може бути обмеженим або необмеженим з бокових сторін. Для мало структурованих зразків, наприклад, гелі (кефір, коагульований молочний згусток) обмеження зразку бічними поверхнями є обов'язковим. В двохсторонньому пристрої обмежений об'єм продукту знаходиться між двома поверхнями дисками. Такі пристрої використовувались для визначення адгезії відносно твердих продуктів (сирів).

Одним із факторів, від яких залежить адгезія - сила прикладена до пластини. Зовнішнє зусилля в більшості адгезіометрів прикладена до штоку пластини, яка розміщена зверху, або до самої пластини. В процесі відриву одна із поверхонь є закріпленою - до іншої прикладають силу.

Практичне використання одержали прилади важільного типу В пристроях такого типу можна задавати зусилля для формування адгезії і створення сили відриву. В одному із варіантів до кінця коромисла прикріплюють посудину, в яку підливають воду. Змінюючи швидкість подачі води можна визначити також залежність сили відриву від швидкості прикладення сили.

Адгезіометр на основі електричної схеми включає блок закріплення зразка, створення сили попереднього навантаження, та блоку створення сили відриву та її вимірювання. Сила попереднього навантаження створюється встановлення вантажу, а зусилля відриву прикладається до столика.

Адгезію визначають також непрямыми методами, вимірюючи силу, яка напряду залежить від адгезії.

За маятниковим методом сила відриву ототожнюється з роботою зовнішніх сил по відриву заготовки.

Інший відносний метод оснований на визначенні сили і крутного моменту. Основним елементом методу є конічний конус, який встановлюється в продукт. Силу адгезії визначають як зусилля необхідне для виїмки конуса або крутний момент необхідний для його повертання.

Література

1. Поліщук Г.С., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія незбираномолочних продуктів: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2005. 264 с.
2. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

УДК 621. 867

О.В. Лакх; А.О. Старих

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пуллюя, Україна

ВИБІР КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

O.V. Lakh; A.O. Starykh

SELECTION OF CONVEYORS WITH ADVANCED TECHNOLOGICAL CAPABILITIES

Різноюнаправлена гвинтова спіраль для транспортування та змішування є універсальним механізмом, який поєднує функції переміщення та рівномірного змішування матеріалів. Такий пристрій застосовується у багатьох галузях, зокрема в промисловості, сільському господарстві, будівництві та харчовій індустрії. Основною конструктивною особливістю є змінний напрямок витків спіралі, що дозволяє забезпечувати циркуляцію матеріалу всередині транспортного каналу. Робочий орган складається зі спіралі, сегменти якої можуть мати правий або лівий напрямок витків. Це створює турбулентність у потоці матеріалу, сприяючи його рівномірному перемішуванню або подрібненню.

Гвинтова спіраль розташована в корпусі, який може бути відкритим або закритим (трубчастим), залежно від необхідності герметичності. Корпус спрямовує матеріал і захищає його від впливу зовнішнього середовища. Привідна система, що включає електродвигун і редуктор, забезпечує обертання спіралі та дозволяє регулювати швидкість, залежно від вимог до транспортування чи інтенсивності змішування. Підшипникові вузли забезпечують стабільність обертання та довговічність конструкції.

Основними параметрами різноюнаправленої спіралі є діаметр, крок витків, довжина робочої зони, швидкість обертання та потужність приводу. Діаметр спіралі зазвичай становить 100–500 мм, крок витків – 0.5–1.5 діаметра, а довжина робочої зони може досягати 20 метрів. Швидкість обертання варіюється в межах 50–150 обертів на хвилину, що дозволяє ефективно транспортувати сипучі, пастоподібні або гранульовані матеріали. Потужність приводу залежить від навантаження і становить від 2 до 50 кВт. Матеріали для виготовлення спіралі та корпусу вибираються залежно від властивостей матеріалу: металеві спіралі використовуються для агресивних і абразивних середовищ, а полімерні – для харчової чи хімічної промисловості.

До основних переваг різноюнаправленої спіралі належить універсальність, яка дозволяє одночасно виконувати функції транспортування, змішування, дозування та подрібнення. Конструкція забезпечує компактність і можливість адаптації до різних умов завдяки гнучкості налаштувань. Однак пристрій має і певні недоліки, зокрема підвищену енергозатратність при інтенсивному змішуванні, обмеження по довжині конструкції та потребу в точному налаштуванні для уникнення блокування матеріалу.

Різноюнаправлені гвинтові спіралі широко використовуються в промислових процесах для транспортування та змішування сировини, у будівництві – для роботи з бетонними сумішами, в агропромисловості – для підготовки кормів і зернових сумішей, а також у харчовій галузі – для змішування компонентів і транспортування пастоподібних продуктів. Їх параметри та конструкція вибираються залежно від специфічних вимог виробничих процесів і властивостей матеріалів, що забезпечує високу ефективність та надійність роботи.

Література

1. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів / Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дячун А.Є. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 278 с.

УДК 621. 867

О.І. Павлусь

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ВИБІР ТРУБЧАСТИХ КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

O.I. Pavlus'

SELECTING TUBULAR CONVEYORS WITH ADVANCED TECHNOLOGICAL CAPABILITIES

Сучасний стан розвитку транспортно-технологічних механізмів неперервної дії сільськогосподарського призначення вимагає пошуку нових шляхів покращення технологічних і експлуатаційних параметрів робочих органів, які дають змогу підвищити продуктивність та покращити якість транспортних процесів із метою зменшення травмування насінневих матеріалів. Для обґрунтування вибору конвеєрів для транспортування сипких вантажів по криволінійних траєкторіях можна віднести трубчасті скребкові, пневматичні, жорсткі складні (складаються з двох і більше перевантажувальних вузлів) та гнучкі гвинтові конвеєри [1].

Трубчасті секційні гвинтові скребкові конвеєри є спеціалізованими механізмами для транспортування сипучих, порошкоподібних і в'язких матеріалів у герметичному трубчастому каналі. Вони широко використовуються в умовах, що потребують захисту від втрат матеріалу, запобігання утворенню пилу та ізоляції від впливу зовнішнього середовища. Основною особливістю цих конвеєрів є наявність трубчастого кожуха, який слугує замкненим каналом для транспортування матеріалу. Діаметр такого каналу може варіюватися від 100 до 400 мм, що залежить від об'єму матеріалу і його характеристик. Конвеєр має секційну конструкцію, що складається з окремих частин довжиною 2–5 метрів. Такий підхід полегшує транспортування, монтаж і обслуговування. Загальна довжина конвеєра може досягати 30–40 метрів, хоча для трубчастих моделей максимальна довжина часто обмежується опором і навантаженням.

Крок витків гвинта зазвичай становить 0,5–1,5 діаметра гвинта, а його вибір визначає швидкість транспортування. Швидкість обертання робочого органа варіюється в межах 50–200 об/хв залежно від властивостей матеріалу, який транспортується. Для липких матеріалів застосовується нижча швидкість, щоб уникнути налипання. Коефіцієнт заповнення транспортного каналу становить 0,3–0,5, що є оптимальним для запобігання блокуванню матеріалу. Продуктивність конвеєра залежить від діаметра труби, кроку витків, швидкості обертання та густини матеріалу і обчислюється за стандартними інженерними формулами.

Трубчасті конвеєри забезпечують максимальну герметичність, що дозволяє транспортувати токсичні або вибухонебезпечні речовини. Модульна конструкція забезпечує легкість обслуговування та можливість модернізації. Завдяки закритій конструкції рівень шуму під час роботи значно знижується, що є важливою перевагою для промислових підприємств. Такі конвеєри також ефективно захищають матеріали від впливу агресивних зовнішніх умов, таких як пил чи висока вологість. Попри всі переваги, трубчасті секційні гвинтові скребкові конвеєри мають деякі недоліки. Зокрема, високий опір тертя може призводити до збільшення енергоспоживання, а максимальна довжина транспортування обмежена конструктивними особливостями. Герметичність конструкції також ускладнює доступ до гвинта для чищення та ремонту.

Такі конвеєри знаходять широке застосування у промисловості, особливо в транспортуванні сировини (цементу, зерна, порошоків), у хімічній галузі для переміщення агресивних речовин, у будівництві для в'язких матеріалів (бетон, гіпс) та в енергетиці для транспортування палива чи золи. Їхні параметри обґрунтовуються залежно від характеристик матеріалу, умов експлуатації та вимог до продуктивності, що дозволяє забезпечити оптимальну ефективність і надійність роботи.

Література

1. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів / Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дячун А.Є. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 278 с.

УДК 621.356.2

О.Л. Ляшук д.т.н., проф., Ю.В.Омелянський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНУ ТРУБЧАТОГО СЕКЦІЙНОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА

O.L. Lyashuk; Y.V. Omelianskyi

THE RESEARCH OSCILLATING WORKING BODY OF TUBULAR SECTIONAL SCRAPER CONVEYOR

Для привідних елементів скребкових конвеєрів потрібно ще на стадії проектування вибирати параметри та режими експлуатації таким чином, щоб уникнути резонансні явища у них, а значить, забезпечити довготривалу їх експлуатацію. Дослідити це можна тільки на основі побудови та точних аналітичних методів інтегрування. До обґрунтованих обмежень, які дають змогу аналітично вирішити деякі задачі поставленої проблеми належать: - маса робочого органу скребкового конвеєра невіддільно зв'язана з сипким середовищем є повільно змінною функцією. Приймаючи до уваги що

$\frac{D}{2l} \ll 1$, перша визначна границя дозволяє $\sin \alpha$ замінити величиною кута нахилу робочого органу у кутових

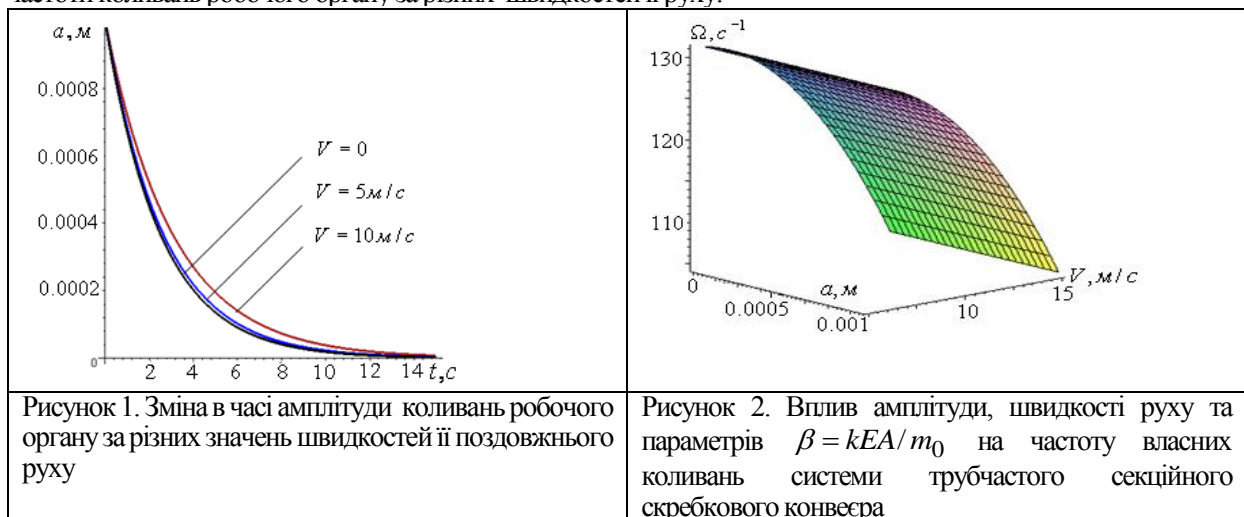
точка, тобто α . Зберігаючи вказаний порядок точності у крайових умовах, функції $w_i(x_i, t)$ подамо у вигляді

$$w_1(x_1, t) = \left(\frac{D}{2l}\right)^2 x_1 \cos^2 \frac{V}{l} t, \quad w_2(x_2, t) = -\left(\frac{D}{2l}\right)^2 (1 + x_2) \cos^2 \frac{V}{l} t, \quad w_3(x_3, t) = \left(\frac{D}{2l}\right)^2 \cos^2 \frac{V}{l} t. \quad (1)$$

Відповідно визначається також амплітудно-частотна характеристика динамічного процесу робочого органу, яка у випадку рівномірного розподілу сипкого середовища між скребками, визначається диференціальними рівняннями

$$\frac{da}{dt} = \frac{-\mu k_1 \Omega (2\Omega + V(H - X))}{2[(\Omega + VK)^2 + (\Omega - VH)^2]} a, \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\mu EA \left\{ \omega(K^4 + 4K^2H^2 + H^4) + V(K^5 + 2K^3H^2 - 2K^2H^3 - H^5) \right\}}{4m_0 k \pi [(\Omega + VK)^2 + (\Omega - VH)^2]} a^2. \quad (2)$$

На основі диференціальних рівнянь на рис. 1 та рис. 2, представленні залежності в часі амплітуди та частоти коливань робочого органу за різних швидкостей її руху.



Отримані графічні залежності показують, що для більших значень швидкостей переміщення сипкого середовища в скребковому конвеєрі хвильове число прямої хвилі є меншим, а для зворотної – більшим; власна частота робочого органу для більших значень швидкості її руху є меншою.

УДК 621

О.Л. Ляшук, д.т.н., проф.; О.П. Цьонь, к.т.н., доц.; О.А. Юр'єв, С.М. Паньків
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

КРУТИЛЬНІ КОЛИВАННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ШНЕКОВОГО БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА

O.L. Lyashuk, Dr. Sci., Prof; O.P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; O.A. Yuriev, S.M. Pankiv
TORSIONAL VIBRATIONS OF THE SCREW WORKING ELEMENT OF A
MULTIFUNCTIONAL SCREW CONVEYOR

Експериментальні та теоретичні дослідження динаміки робочих органів шнекових транспортерів свідчать, що переміщення оброблюваного середовища вздовж робочого органу впливає на кількісні, а в окремих випадках і на якісні характеристики його коливань. При цьому вплив динаміки середовища посилюється зі збільшенням відносної швидкості його руху стосовно гвинтового робочого органу. Сам робочий орган таких транспортерів зазнає складних коливань, які є комбінацією крутильних, поздовжніх і поперечних.

Для аналізу цих процесів була розроблена математична модель крутильних коливань системи "шнековий робочий орган – суцільний потік середовища", до якої адаптовані найбільш ефективні аналітичні методи для побудови розв'язків.

Відомо, що математична модель крутильних коливань прямолінійного тіла описується диференціальним рівнянням із частинними похідними

$$I \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left(GJ \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) = Q \left(\theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \phi \right) \quad (1)$$

У (1) $\theta(x,t)$ кут закручення пружного тіла, I - погонний момент інерції відносно осі обертання, G - модуль зсуву, J - екваторіальний момент поперечного перерізу, $Q \left(x, \theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \phi \right)$ - нелінійна за сукупністю змінних $\theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}$ періодична за $\phi = \eta t + \phi_0$ функція, яка описує розподіл вздовж довжини тіла моментів зовнішніх сил відносно осі обертання (в т.ч. моментів опору), а η - частота періодичного збурення.

Таким чином, для дослідження крутильних коливань робочого органу шнекового транспортера необхідно, насамперед, отримати "уточнене" диференціальне рівняння, яке б враховувало зазначені вище фактори. Для його побудови введемо наступні припущення:

а) робочий шнековий гвинт обертається зі сталою кутовою швидкістю Ω навколо поздовжньої його осі, яка у недеформованому положенні співпадає із віссю OX ;

б) поперечне переміщення у довільний момент часу нейтральної осі робочого гвинта у напрямку перпендикулярному до недеформованого її положення визначається (стосовно нерухомої системи відліку $OXYZ$) вектором $\vec{r} = u(x,t)\vec{j} + w(x,t)\vec{k}$;

в) суцільний потік оброблюваного середовища, погонна маса котрого m повільно змінюється вздовж довжини гвинта ($m = m(x)$) і рухається із сталою за величиною відносною (по відношенню до робочого шнекового гвинта) швидкістю V .

Узагальнення наведених припущень дозволяє представити уточнене диференціальне рівняння крутильних коливань системи "суцільний потік оброблюваного середовища – гвинтовий робочий орган" у наступному вигляді:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} - \frac{GJ_0}{I_0} \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \frac{1}{I_0} f \left(x, \theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \phi \right) \quad (2)$$

УДК 621

О.Л. Ляшук, д.т.н., проф.; О.П. Цьонь, к.т.н., доц.; С.М. Паньків, О.А. Юр'єв
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПРОДУКТИВНОСТІ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

O.L. Lyashuk, Dr. Sci., Prof; O.P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; S.M. Pankiv, O.A. Yuriev
SOFTWARE WORKING ALGORITHM FOR CALCULATING SCREW
CONVEYOR PRODUCTIVITY

Для визначення продуктивності гвинтового конвеєра була створена програма на мові програмування C#. На основі математичної моделі розроблено блок-схему для перевірки її адекватності (рис. 1).

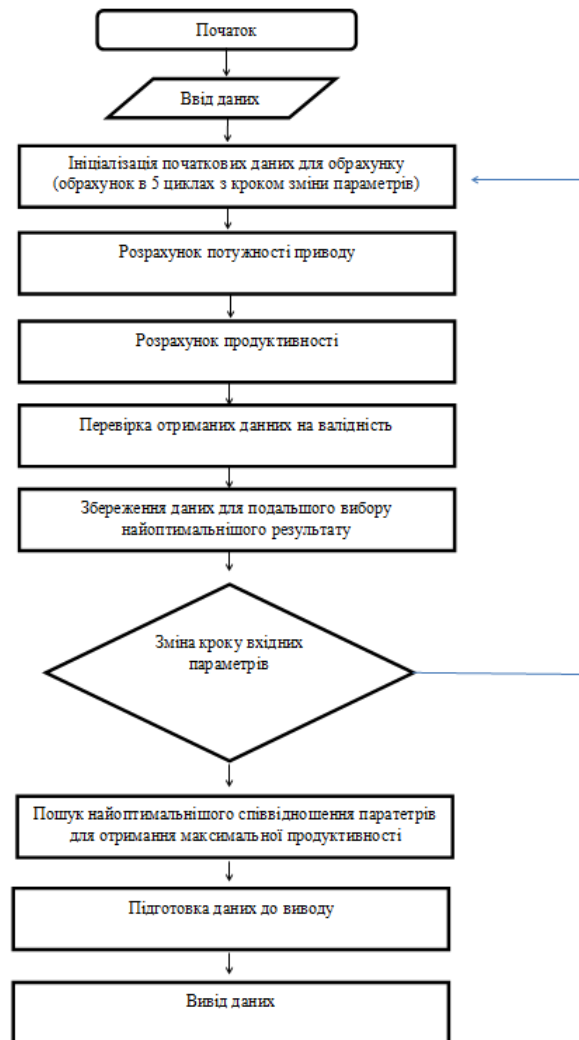


Рисунок 1. Блок-схема перевірки адекватності математичної моделі

На основі моделі було обрано найбільш значущі параметри, після чого виконано розрахунок продуктивності для кожної комбінації вхідних параметрів (рис. 2).

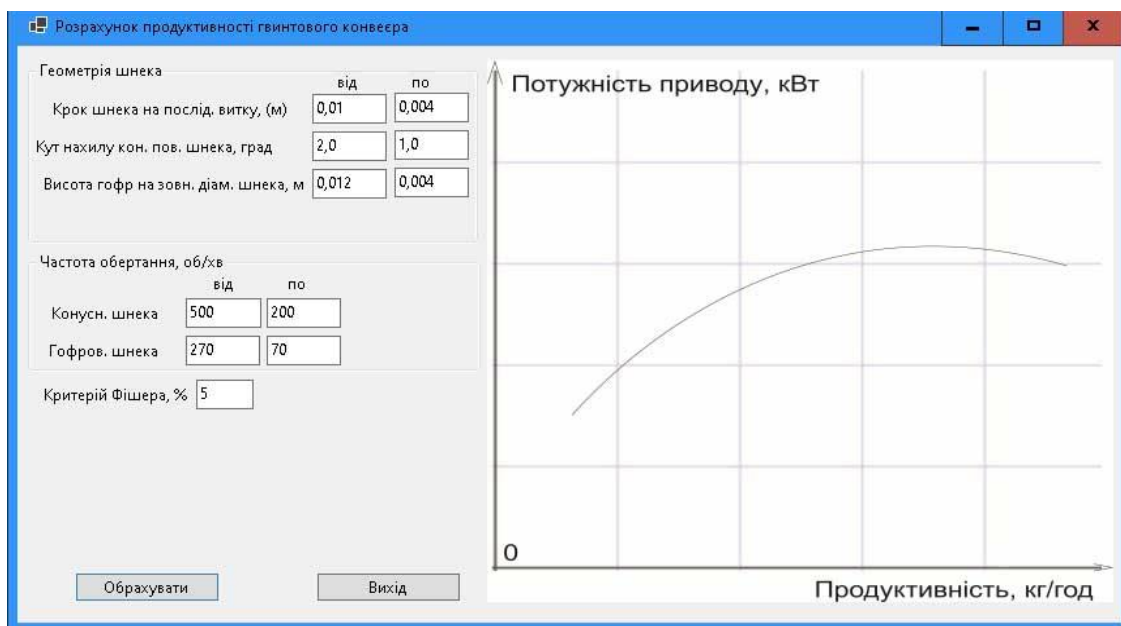


Рисунок. 2. Вікно програми розрахунку продуктивності

Алгоритм роботи програмного забезпечення:

1. Задається діапазон допустимих значень для кожного набору вхідних даних і визначається крок обчислень.

2. Розраховується потужність на основі фіксованих значень вхідних параметрів.

3. Визначається продуктивність для тих самих фіксованих значень вхідних параметрів.

4. Перевіряються отримані результати на валідність.

5. Збереження отриманих даних для подальшого аналізу.

6. Зміна кроку вхідного параметра і повторення обчислень.

7. Після завершення всіх обчислень отримується продуктивність для кожного набору вхідних параметрів.

8. Вибір найоптимальнішого результату серед усіх наборів вхідних даних.

З огляду на наявність п'яти основних параметрів і необхідність проведення обчислень для всіх можливих комбінацій вхідних даних, було вирішено розподілити розрахунки на окремі потоки. У програмі використано наступні технології:

1. Parallel Tasks – забезпечило паралельне виконання розрахунків, що значно підвищило швидкість роботи.

2. Рекурсія – розроблені рекурсивні процедури для пошуку розв'язків.

3. LINQ – пошук оптимального результату здійснювався за допомогою LINQ, при цьому проміжні результати зберігалися в п'ятивимірному масиві, що відповідає кількості вхідних параметрів.

4. ADO.NET – проміжні результати обчислень зберігалися в таблицях бази даних SQL Server.

5. DynamicDataDisplay – бібліотека з відкритим кодом, яка використовувалася для побудови графіків.

6. Linear Programming – використана бібліотека для проведення математичних обчислень.

Програма дозволяє зберігати всі проміжні результати розрахунків, які можуть бути використані для додаткового аналізу. Через складність математичної моделі було виконано додаткову валідацію проміжних результатів для забезпечення їх коректності.

УДК 621.865

О.Р. Дмитрів к.т.н., доц.; Р.З. Золотий, к.т.н., доц.; В.В. Головко; Р.І. Охнівський;
В. П.Семенець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПЕТ ПЛЯШОК В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЯХ

О. Dmytriv, Ph.D., Assoc. Prof; R. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof; V.Holovko;
R. Okhnyvskyi; V.Semenets

MODELS OF PET BOTTLES MOVEMENT IN AUTOMATED TRANSPORT-TECHNOLOGICAL LINES

Одним із вузьких місць при автоматизації транспортно-технологічних процесів наповнення молочної продукції у ПЕТ пляшки є системи, що забезпечують подачу тари в зону наповнення, її робочі переміщення та подачу на пакування. Особливо це відчутно на підприємствах, де є потреба впроваджувати нові типорозміри ПЕТ пляшок на існуючому обладнанні. В цьому випадку стабільність роботи автоматизованих ліній залежить від правильного вибору швидкісного режиму транспортування.

З метою вироблення рекомендацій для використання існуючих транспортно – технологічних ліній наповнення, транспортування та пакування молочної продукції в ПЕТ пляшках, розроблені моделі формалізованого опису пляшок та їх взаємодії з робочими поверхнями і між собою при переміщенні в потоці та при пакуванні в тару.

Формалізована модель ПЕТ пляшки ґрунтується на інтегральній моделі поверхні циліндричного тіла скомпозованого із моделями у вигляді тора в зоні округлень, зокрема на опорній поверхні, конічних поверхонь тощо. Особливостями такої моделі є те, що вона відслідковує розміщення тари (ПЕТ пляшки) на робочих поверхнях транспортних систем, в т.ч. рухомих, та можливу взаємодію пляшок між собою і з транспортуючими та обмежуючими елементами транспортно-технологічної лінії.

Для формалізованого опису поверхонь ПЕТ пляшок використовували R- функції одиничного градієнту, поданими в неявному вигляді [1]. Зокрема, у базовій системі координат $Oxuz$, вісь Oz якої розміщена перпендикулярно опорній поверхні плоского транспортуючого пристрою, циліндрична поверхня пляшки описувалась залежністю

$$f_c = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} - R \leq 0, \quad (1)$$

де x_0, y_0 – координати початку відліку базової системи (координати осі вертикально розміщеної пляшки).

В зонах переходу в інші форми, циліндричну поверхню обмежували парою паралельних поверхонь (площин), розміщених перпендикулярно осі Oz (в інтервалі $z_1 \leq z \leq z_2$)

$$f_z = |z - (z_1 + z_2) / 2| - (z_2 - z_1) / 2 \leq 0, \quad (2)$$

де z_1 – координати нижньої площини, що відповідає радіусу нижнього торцевого округлення r , $z_1 = r$; z_2 – координати верхньої площини, $z_2 = h - r_2$. Тут h – висота циліндричної частини ПЕТ пляшки, r_2 – радіус верхнього округлення.

Особливістю форми ПЕТ пляшки є те, що опорна зона контакту із робочим поверхнями по периферії її основи, має округлення, яке доцільно моделювати поверхнею тора

$$f_{t1} = \sqrt{(\sqrt{x^2 + y^2} - R)^2 + (z - z_1)^2} - r \leq 0 \quad (3)$$

Аналогічним чином, за потреби, формується верхня торова поверхня f_{t2} , яка є перехідною між циліндричною та конічною частиною.

Особливістю представлення поверхонь об'єкта у вигляді залежностей одиничного градієнту (1-3) є те, що, для визначення віддалі від довільної точки $A(x_A, y_A, z_A)$ до пляшки, потрібно підставити координати точки у рівняння поверхонь (1-3), що дозволяє відслідковувати зближення та контакт пляшки із робочими поверхнями. Такі ж властивості має сформований із поверхонь інтегральний об'єкт, опис якого отримуємо за допомогою використання алгебрологічних функцій [1, 2]. Зокрема, повна поверхня нижньої циліндричної частини пляшки, яка контактує з робочими поверхнями транспортно-технологічної системи, опишеться залежністю

$$F_C = (f_c \cap f_z) \cup f_{t1} \cup f_{t2} \leq 0. \quad (4)$$

При розробці алгоритмів та програмного забезпечення залежність (4) відображається виразом $F_C = \max\{\min(f_c; f_z); f_{t1}; f_{t2}\} \leq 0$.

Технологічні переміщення моделі ПЕТ пляшки під впливом робочих поверхонь транспортно-технологічної системи проводили в однорідних системах координат. Як було відзначено, формалізований опис F_K конічної частини ПЕТ пляшки складається аналогічно, і завершений формалізований опис пляшки має вираз $F_B = F_C \cup F_K \leq 0$.

У загальному випадку, при розгляді переміщень у загальній системі O_{xyz} , пляшка, разом із власною системою координат $O_b x_b y_b z_b$, утворює складний рух. Перехід від системи координат O_{xyz} до $O_b x_b y_b z_b$ та навпаки, при моделюванні динамічних переміщень пляшки, доцільно робити у однорідних системах координат. Матричний запис такого перетворення [1]:

$$M(R) = M(R_b) = \Pi(\alpha)\Pi(u)M(R_b), \quad (5)$$

де $M(R) = \begin{bmatrix} x & y & z & 1 \end{bmatrix}^T$ – матриця, що задає координати довільної точки тіла в загальній системі координат O_{xyz} і відповідає вектору $\dot{r}(x, y, z, t)$; $M(R_b) = \begin{bmatrix} x_b & y_b & z_b & 1 \end{bmatrix}^T$ – матриця, що відповідає вектору $\bar{r}_b(x_b, y_b, z_b, t)$ і задає координати цієї ж точки у власній системі координат пляшки $O_b x_b y_b z_b$; $\Pi(u)$ та $\Pi(\alpha)$ – матриці, відповідно, лінійних переміщень та поворотів власної системи координат $O_b x_b y_b z_b$ в загальній O_{xyz} .

Параметри контактної взаємодії ПЕТ пляшки із робочими поверхнями системи, опис яких проводили аналогічно, визначали на основі розв'язку контактної задачі Герца. Розроблені формалізовані моделі об'єктів дозволяють реалізувати алгоритми зближення та контактної взаємодії, силові параметри якої визначали із розв'язку рівнянь Лагранжа 1 роду, де динаміка лінійних переміщень розглядалась в базовій системі координат O_{xyz} , а динаміка кутових – у власній системі $O_b x_b y_b z_b$ [2].

Література

1. Рогатинський Р., Дмитрів О, Дмитрів Д., Никеруй Ю. Позиціонування складних рухомих об'єктів. Матеріали IV-ої міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій“ присвяченій 80-ти річчю з дня народження професора Я. І. Проця. Тернопіль. 2019. С. 226–228.
2. The dynamic simulation model of apples contact interaction/Rogatynskyi R., Hevko R., Nykerui Y., Dmytriv O., Rozum R./ Bulletin of the Karaganda university MATHEMATICS Series № 4(96)/2019,

P.99-108.

УДК 624.625

О.С. Атаманчук; І.В. Коваль, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СЕНДВІЧПАНЕЛЕЙ

O.S. Atamanshuk; I. Koval PhD.

FIRE RESISTANCE STUDY OF SANDWICH PANELS

Вогнестійкість є однією з ключових характеристик сучасних будівельних матеріалів, спрямованих на забезпечення безпеки споруд і захист персоналу у разі пожежі. Традиційні вогнестійкі панелі, виготовлені з гіпсових, кальцієво-силікатних чи інших подібних матеріалів, мають значну вагу, що ускладнює їх монтаж, транспортування та збільшує витрати на будівництво. Дослідження спрямоване на створення інноваційного рішення: легких сендвіч-панелей, які поєднують низьку щільність із високими вогнестійкими та механічними характеристиками.

1. Метою дослідження є розробка рекомендацій для виготовлення легких вогнестійких сендвічпанелей, які:

- забезпечують тривалу вогнестійкість (до 2 годин);
- є простими у виробництві, транспортуванні та монтажі;
- мають низьку вагу без зниження міцності;
- екологічно безпечні.

2. Матеріали й технології

Основою панелей обрано вермикуліт, легкий, екологічний мінерал із низькою теплопровідністю. Його природна здатність до термічного розширення (при нагріванні до 600–1000°C) утворює структуру, що уповільнює передачу тепла та підвищує вогнестійкість.

Використано водну інтумесцентну фарбу як зв'язувальний склад, на основі: Амонійний поліфосфат (APP), який формує термостійкі шари; Пентаеритрит (PER), що утворює вогнестійкий вуглецевий шар; Меламін (MEL), що виділяє гази для розширення захисного шару.

Три типи сендвіч-панелей (X, Y, Z) розроблено з різною товщиною вермикулітового шару та додатковими компонентами:

- Панель X: 23 мм вермикуліту, 45 мм загальної товщини.
- Панель Y: 36 мм вермикуліту, 48 мм загальної товщини.
- Панель Z: 47 мм вермикуліту з додаванням мікрОВОЛОКОН, 55 мм загальної товщини.

3. Методи тестування

Панелі тестувалися на витримку температури до 1200°C протягом 120 хвилин із записом температури на зворотному боці. Використано термопари для фіксації температури в центральній та бічній точках панелей.

4. Результати

Панель Z досягла найкращих результатів: після 120 хв нагрівання її максимальна температура становила лише 83,2°C, тоді як у панелей X і Y – 103,1°C та 93,3°C відповідно. Завдяки мікрОВОЛОКНАМ і товстому шару вермикуліту панель Z уповільнювала передачу тепла, створюючи додатковий ізоляційний шар.

Висновки. Дослідження показало, що використання вермикуліту в поєднанні з водним інтумесцентним складом дозволяє створити ефективні, легкі та екологічно безпечні вогнестійкі сендвіч-панелі. Панель Z виділяється як найбільш перспективний варіант завдяки оптимальному співвідношенню ваги, вогнестійкості та механічної міцності.

УДК 621.9

О.С. Кобельник¹, к.т.н.; А.І. Денис²; Н.Т.Войцещук²; М.І. Бей²

¹ (ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя», Україна)

² (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ УТВОРЕННЯ ЗАДИРОК ПРИ СВЕРДЛІННІ ОТВОРІВ

О. Kobelnyk, Ph.D.; A. Denys; N. Vojceshchuk; M. Bey

ANALYSIS OF RESEARCH ON BURRING FORMATION WHEN DRILLING HOLES

Встановлено, що операція свердління в загальній трудомісткості може досягати близько 40% від часу виготовлення виробу (деталі) [1, 2]. Тому питання усунення та мінімізації задирок утворених при свердлінні, як глухих так і наскрізних отворів є досить актуальною та важливою проблемою.

Задирки викликають багато проблем при як виконанні технологічних процесів, так і при експлуатації готових виробів (деталей). Для усунення задирок, які утворюються на різних технологічних операціях виникає необхідність введення в технологічний процес додаткових спеціальних операцій. Це безперечно суттєво збільшує собівартість готового виробу. Згідно з існуючими даними витрати пов'язані з виконанням таких технологічних операцій з усунення задирок можуть сягати до 30% вартості виготовлення деталі.

Згідно проекту міжнародного стандарту задирка – це пластично здеформований матеріал, утворений на кромці деталі в процесі різання або вирубки.

Задирки, що утворюються при свердлінні, класифікують на задирки, які утворюються на вході і на задирки, що утворились при виході інструменту із заготовки. В залежності від форми і розмірів задирок на виході свердла із тіла заготовки відомий японський вчений Таказава розділяє їх на три основних типи. Перший – коли задирки мають найбільші розміри і по формі нагадують пелюстки. В механізм їх утворення закладено видавлювання в'язкого матеріалу. Другий тип задирок відрізняється відсутністю пелюсток і має відносно рівну висоту вздовж утвореної кромки, значно меншу, ніж у першого типу. Другий тип спостерігається при обробці твердих матеріалів. Третій тип задирок характеризується формуванням конічної шапки, яка повністю або частково залишається з'єднаною з кромкою задирки.

Існуючі дослідження утворення задирок при свердлінні отворів, як правило носять експериментальний характер. Є спроби аналізу процесу утворення задирок методом кінцевих елементів, а також методом вимірювання мікротвердості.

Експериментально доведено, що зменшення подачі приводить до зменшення розмірів утворюваних задирок як на вході, так і на виході свердла. При цьому, до кінця не пояснено, як і з якої сторони якої поверхні леза діє зусилля, яке визначає розміри задирки. Це питання досить важливе, оскільки його вирішення допоможе вивчити причини утворення задирки і дасть можливість керувати механізмом його формування.

В даний час розроблено багато методів усунення задирок. Вибір того чи іншого методу перш за все залежить від розмірів задирок. Вартість таких операцій тим нижча, чим менший розмір задирки. Тому для підвищення економічної ефективності процесу усунення задирок необхідно досягати так званої мінімізації їх розмірів.

Література

1. Кобельник В.Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі: дис. канд. техн. наук: 05.03.01: Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. Т., 2013. 21 с.

2. Кривий П.Д., Кобельник В.Р. Конструкторсько-технологічне забезпечення зменшення задирок при наскрізному свердлінні. Всеукраїнська молодіжна конференція «Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво, 22 – 25 жовтня 2012 р. : тези допов. : К. : КПІ, 2012. Том 1. С. 71–73.

УДК 621.9

О.С. Кобельник¹, к.т.н.; В.І. Севостьяніхін²; В.Р. Кобельник², к.т.н., доц;

¹ (ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя», Україна)

² (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСЬОВОГО ЗУСИЛЛЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ

О. Kobelnyk, Ph.D.; V. Sevostianikhin; V. Kobelnyk, Ph.D., Assoc. Prof.;

ON THE ISSUE OF DETERMINING AXIAL FORCE DURING DRILLING

Проведено аналіз значень осьового зусилля при свердлінні P_o , визначених за різними діючими нормативами джерелами та довідниками. Встановлено наявність суттєвих розбіжностей. Наприклад, значення осьового зусилля при свердлінні визначене за залежностями і даними поданими в різних джерелах різняться на 40%, а в деяких випадках і більше.

Проаналізовані відомі методи експериментальних досліджень [1 – 4] впливу подачі на осьове зусилля P_o при свердлінні показують, що при їх здійсненні подачу змінюють дискретно і при цьому не враховують розсіювання ширини перемички спіральних свердл і т.д. Отримані результати піддають відповідній обробці і в кінцевому результаті, отримують емпіричні залежності виду $P_{os} = C_{pos} \cdot S^{y_{pos}}$, де C_{pos} - коефіцієнт пропорційності, y_{pos} - показник степеня, що враховує S на P_{os} . При обробці експериментальних даних приймають допущення, що функція $P_{os} = f(S)$ монотонна, неперервна і перша похідна на встановленому інтервалі $0 \leq S \leq S_{\max}$ не змінює знаку.

Аналіз значень P_{os} отриманих за різними даними показує на значну розбіжність результатів, що знижує їх достовірність і є безперечно недоліком таких методів. Ще одним суттєвим недоліком існуючих методів дослідження P_o є неможливість встановити вплив глибини різання D і подачі S на P_o при використанні спіральних свердл малого діаметру, коли подача обмежується міцністю на поздовжній згин свердла значно менша від 0,05 мм/об.

Враховуючи те, що подача при свердлінні, ширина перемички свердла і геометричні параметри його різальної частини, фізико-механічні властивості матеріалів заготовки і свердла величини випадкові, прийняли гіпотезу, що P_o – величина випадкова, і тому C_{pi} і y_{pi} теж будуть величини випадкові.

З метою спрощення досліджень та отримання достовірних значень осьових зусиль P_o при свердлінні отворів нами запропоновано нові методики дослідження впливу подачі та інших елементів режиму різання при свердлінні на осьове зусилля, які базуються на використанні положень теорії імовірностей і математичної статистики.

Література

1. Кривий П.Д., Кобельник В.Р., Шарик М.В. До питання визначення швидкості і сил різання при різних видах обробки. Друга всеукраїнська молодіжна науково-технічна конференція «Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво», 30 жовтня – 2 листопада 2002 р. : тези допов. : Суми, 2002. С. 44–45.

2. Кобельник В.Р., Крупа В.В., Тимошенко Н.М. Використання методу ітерацій для дослідження точності подач металорізальних верстатів. Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї : наука : виробництво: тези допов. : Краматорськ: ДДМА, 2018. С. 78-80.

3. Кобельник В.Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі: дис. канд. техн. наук: 05.03.01: Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. Т., 2013. 21 с.

4. Кривий П.Д., Кобельник В.Р. Вплив головного заднього кута спірального свердла на осьове зусилля і крутний момент при свердлінні. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. : Краматорськ, Київ, 2006. Вип. № 19. С. 58–64.

УДК 361.589.2

О.С. Мельник

Вінницький національний аграрний університет, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГІДРОПОННОЇ УСТАНОВКИ

O.S. Melnyk

METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL STUDIES OF A HYDROPONIC INSTALLATION

Різноманітний випадково-можливий стан «чорної скрині» (об'єкта дослідження) функціонально регламентується та залежить від сукупності значень її вхідних параметрів і рівнів їх варіювання. Реалізація станів системи визначає технічно-технологічні передумови або технічні регламенти проведення експериментальних досліджень технічного об'єкта.

При цьому отримані значення експериментального масиву даних відтворюють математичну модель об'єкта дослідження.

Загальну структурну схему проведення експериментальних досліджень як об'єкта моделювання технічної системи, наведено на рис. 1, яку побудовано за принципом кібернетичного поняття «чорної скрині» [1].

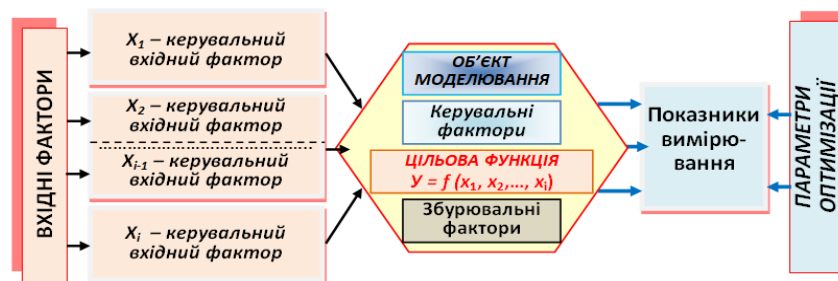


Рис. 1. Загальна структурна схема проведення експериментів

Для обґрунтування раціональних технологічних параметрів процесу функціонування удосконаленої гідропонної установки [2] були сформульовані завдання та програма проведення експериментальних досліджень:

- розробити конструктивну схему та виготовити макетний зразок удосконаленої гідропонної установки та провести експериментальні дослідження процесу вирощування салату;
- виготовити конструкцію односторонньої гідропонної установки з обертовим лотком та провести експериментальні дослідження процесу її функціонування.

Метою проведення експериментальних досліджень удосконаленої гідропонної установки є вивчення процесу розвитку рослин гідропонного салату в теплиці залежно від параметрів освітлення.

Об'єктом дослідження є експериментальний зразок багаторівневої гідропонної установки. Предметом дослідження – параметри освітлення та їх взаємозв'язок впливу на показники росту рослин гідропонного салату в теплиці.

Для обґрунтування основних параметрів і режимів роботи багаторівневої гідропонної установки провели експериментальні дослідження з визначення характеру зміни показників росту рослин салату гідропонним способом. При цьому визначали функціональний характер зміни площі листової поверхні рослини, яку позначили індексом $S_{лс}$ (см²) та маси листя $M_{лс}$ (г) залежно від встановлених факторів.

В якості вхідних факторів було використано – час опромінення (фотоперіод) на трьох рівнях: $T_o = 8; 16; 24$ години на добу, а також величина опромінення $E_o = 10; 20; 30$ Вт/м², тобто реалізовано двофакторний експеримент на трьох рівнях варіювання факторами ПФЕ 3².

Структурна схема або модель проведення експериментальних досліджень функціонального характеру зміни площі листової поверхні рослини $S_{лс}$ та маси листя $M_{лс}$ під час вирощування салату залежно від встановлених факторів наведена на рис. 2.

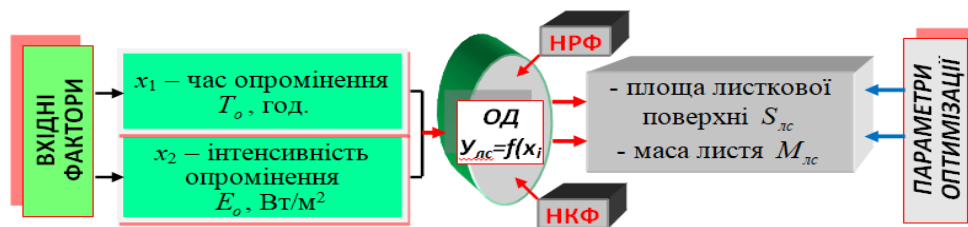


Рис. 2. Модель реалізації експериментів із визначення площі листової поверхні рослини $S_{лс}$ та маси листя $M_{лс}$

Рівні варіювання факторами наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Фактори та рівні варіювання факторами ПФЕ 2³

Назва фактора	Натуральне позначення	Кодоване позначення / Рівні варіювання		
		Нижній	Нульовий	Верхній
Час опромінення, год.	T_o	-1/8	0/16	+1/24
Інтенсивність опромінення, Вт/м ²	E_o	-1/10	0/20	+1/30

В якості джерел опромінення були використані експериментальні світлодіодні випромінювачі.

Потрібний спектри випромінювання задавався пропорцією між синім, зеленим та червоним світлодіодами, а також величиною струму через світлодіоди.

Спектральний склад всіх випромінювачів був однаковий, а співвідношення енергії в окремих спектральних діапазонах $k_{син} = 30\%$, $k_{зел} = 20\%$, $k_{чер} = 50\%$.

Середнє квадратичне відхилення частки енергії в окремих спектральних діапазонах від середнього складало не більше 2,5%.

Для об'єктивної оцінки впливу опромінення на розвиток рослин використовували модель яка враховує динаміку зміни площі кожного листа рослини та його маси.

Листки з рослин одного віку розділяли на групи, у відповідності з їх номером N , у порядку появи на стеблі. Фіксувались кількість листя на рослині $Z_{лс}$, їх геометричні розміри (довжину вздовж черешка A_n і найбільшу ширину B_n), сиру масу $M_{лс}$. Параметри розвитку рослини салату зручно визначати за площею його листка.

Література.

1. Солоня О.В., Мельник О.С. Пристрій для вирощування гідропонної продукції. Патент України на корисну модель № 153587. Україна. МПК А01G 31/02, А01G 31/06, А01G 29/00. Вінницький національний аграрний університет : № заявки а202101002 : подано 01.03.2021. Опубл. 26.07.2023. Бюл. № 30.

2. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські

машини. Основи теорії та розрахунку : підручник за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005.

УДК 621.9

О.Ю.Дмитраш; А.Л. Макогнюк; Р.Я. Лещук, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ОБРОБКИ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

О. Dmytrash; A. Makohniuk; R. Leshchuk, Ph.D

THE RESEARCH OF ADAPTIVE SYSTEMS FOR OPTIMAL CONTROL OF PROCESSING EFFICIENCY ON METAL CUTTING MACHINES

В адаптивних системах оптимального керування, з метою підвищення ефективності обробки деталей, підтримується оптимальне виконання технологічного процесу відносно заданої цільової функції. Незважаючи на випадковий характер зовнішніх впливів, адаптивна система так керує процесом, що цільова функція неперервно підтримується на максимальному або мінімальному рівні в межах встановлених обмежень. При умові забезпечення необхідної точності деталі, ефективність технологічного процесу визначає собівартість деталі та продуктивність обробки, що залежать від основного часу обробки. В такому випадку цільовою функцією є мінімальні значення часу затраченого на операцію та її вартість.

Цільова функція часу, яка встановлює зв'язок між параметрами режиму різання s , v , t і часу, який необхідний для виконання технологічної операції, має вигляд:

$$F = T_{II} + E v^{q-1} s^{y-1} t^n + D \pi L / v s \rightarrow \min$$

де T_{II} – постійні затрати, що не залежать від режиму обробки, хв.

$$T_{II} = T_{ПЗ} / a + T_D + T_{ОБ} + T_B, \text{ хв.}$$

$T_{ПЗ}$ – підготовчо-заклучний час на операцію, хв;

a – розмір партії оброблювальних деталей;

T_D – допоміжний час на операцію, хв;

$T_{ОБ}$ – час на обслуговування без врахування часу на заміну інструменту, хв.;

T_B – час на відпочинок працівника-верстатника, хв;

$E v^{q-1} s^{y-1} t^n$ – затрати часу на заміну інструменту та підналагодження технологічної оброблювальної системи;

$$E = T_n D \pi L / C_v^q$$

T_n – час на заміну різального інструмента та відповідне налагодження на розмір, хв.

D, L – діаметр і довжина оброблювальної деталі;

C_v^q – коефіцієнт для розрахунку швидкості різання;

v – швидкість різання;

s – подача;

t – глибина різання;

$q = 1/m, r = y_v/m, n = x_v/m$, де m, x_v, y_v - показники степеня в формулах для розрахунків режимів різання.

Аналіз цільової функції часу дозволяє знайти резерви для додаткового підвищення продуктивності (зменшення часу обробки) та визначити оптимальні режими різання, що забезпечують мінімальні затрати на виконання технологічної операції.

УДК 621.855

Полевий В.-ст. гр. ТР-302

Крилатий символ України: Лелека - 100

Polevy V.

Separate structural unit “Ternopil Vocational Collage” Ternopil Ivan Puluj
National Technical University

WINGED SYMBOL OF UKRAINE: STORK – 100

У сучасному світі технології стають важливою складовою як мирного життя, так і оборонної сфери. Українська розробка — безпілотний літальний апарат «Лелека-100» — яскравий приклад інженерного успіху, що сприяє інноваційності, функціональності та універсальності. Цей дрон, створений із урахуванням потреб військових, став символом ефективності та надійності на полі бою, а також демонструє потенціал українських технологій у світових сферах. Унікальні можливості «Лелеки-100» переконують у тому, що сучасна інженерна думка не може лише відповідати, а й випереджати світові стандарти.

Зовнішньо «Лелека-100» схожий на невеликий літак із розмахом крил близько 2,5 метра. Його вага становить лише 5 кг, але це не заважає йому бути надзвичайно міцним і витривалим. Корпус дрона виготовлений із ударостійких композитних матеріалів, які забезпечують його стійкість до пошкоджень. Завдяки цьому «Лелека» витримує сильний вітер до 15 м/с, а також екстремальні температури від -20 до +40 °С. Це означає, що його можна використовувати як у зимову хуртовину, так і в літню спеку. Однією з головних переваг «Лелеки-100» є його автономність і технологічність. Дрон оснащений сучасним автопілотом, який дозволяє йому виконувати завдання самостійно, без постійного втручання оператора. Перед польотом оператор задає маршрут, а далі дрон самостійно летить за цим маршрутом, виконуючи розвідку, моніторинг чи спостереження. Якщо ж під час виконання завдання виникають проблеми, наприклад, втрата зв'язку, дрон автоматично повертається до бази. Ще одна важлива характеристика цього дрона — це його камери та сенсори. Він оснащений високоякісною оптикою, яка дозволяє отримувати чіткі зображення та відео як вдень, так і вночі. Це особливо важливо для розвідки, адже точна інформація допомагає військовим краще орієнтуватися в ситуації та приймати правильні рішення. З висоти дрон може побачити деталі місцевості, рух техніки чи людей, що дає змогу не лише спостерігати, але й фіксувати координати для подальших дій. Дрон «Лелека-100» також дуже простий у використанні. Щоб підготувати його до польоту, потрібно всього кілька хвилин. Усе обладнання легко транспортується у спеціальних контейнерах, що робить комплекс мобільним і зручним для використання навіть у польових умовах. Завдяки цьому наші військові можуть швидко розгорнути дрон у будь-якій точці та виконати завдання. Військові, які використовують цей безпілотник, відзначають його ефективність та надійність. «Лелека-100» допомагає знаходити ворога, проводити розвідку території та навіть координувати дії артилерії. Його внесок у ведення бойових операцій величезний, адже точна та своєчасна інформація часто стає вирішальною.

Крім військового застосування, дрон може бути корисним і в мирний час. Його можна використовувати для моніторингу екологічної ситуації, обстеження

інфраструктури, пошукових операцій чи навіть у сільському господарстві. Це доводить, що «Лелека-100» — це універсальний інструмент, створений для вирішення найрізноманітніших завдань.

«Лелека-100» — це не просто безпілотник, символ сучасної української інженерної майстерності, що виражає його багатофункціональність та продуманість. Ця розробка є прикладом того, як інноваційні технології, створені українськими фахівцями, здатні конкурувати на світовому рівні, демонструючи відмінну якість, надійність та ефективність. Завдяки такому рішення наш країна показує, що здатна не тільки захиститися в складних умовах, а й пропонувати високотехнологічні продукти, які мають широкий спектр застосування. Цей безпілотник є прикладом того, як сила інженерної думки, натхнення та професіоналізму можуть створювати інноваційні рішення, що мають значення як на полі бою, так і в мирному житті. У кожній польоті «Лелеки-100» — це не лише відображення технічного прогресу, а й нагадування про незламність українського духу, що прагне досягти висоти при всіх перешкодах. Таким чином, «Лелека-100» став уособленням витривалості, точності, технологічного лідерства та надії на майбутнє.

Література

1. Стаття на веб-сайті “Суспільне” – [Електронний ресурс].
<https://suspilne.media/donbas/722489-zalitaemo-v-til-robota-ekipazu-bezpilotnogo-kompleksu-leleka-100-na-peredovij-na-doneccini-reportaz/>
2. Сайт Міністерства оборони України – [Електронний ресурс].
<https://armyinform.com.ua/tag/leleka-100/>
3. Електронний ресурс “Вікіпедія” –
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B0-100>

УДК 621.865

Р.М. Рогатинський, д.т.н., проф.; Т.М. Пелешок, к.т.н.; П.О. Леськів; В.І. Пенъонжко;
 Р.І. Охнівський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛІ РУХУ СИПКОГО ВАНТАЖУ В КРУГЛОМУ БУНКЕРІ

R. Rogatynskiy, Dr., Prof.; T. Peleshok, Ph.D.; P. Leskiv; V. Penionzhko; Ohnivskiy R,

MODELS OF BULK MATERIAL MOVEMENT IN A CIRCULAR BUNKER

Стабільність та якість технологічної обробки сипких вантажів у великій мірі залежить від надійності та точності робіт бункерних систем, які забезпечують завантаження вантажу згідно вимоги технологічного процесу. Відповідно, до бункерних систем ставляться високі умови до технологічної надійності та безвідмовності роботи. Цим вимогам, завдяки своєму конструктивному виконанню, у значній мірі відповідають круглі бункери. Проте впливи низки факторів на динамічне переміщення вантажу у круглих бункерах при їх вивантаженні вивчені ще недостатньо.

Метою дослідження є визначення напружено-деформованого стану та встановлення закономірностей переміщення сипкого вантажу у бункерах та його витікання залежно від умов експлуатації.

Завдяки осьовій симетрії круглого бункера розподіл напружень та деформацій у сипкому вантажі відповідатимуть закономірностям осесиметричного напружено-деформованого стану. Відповідно, в циліндричній системі координат $Or\varphi z$, рівняння руху елементарного об'єму вантажу у вертикально розміщеному бункері буде

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_\varphi}{r} + \rho \ddot{r}_t = 0; \quad \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}}{r} + \rho(\ddot{z}_t + g) = 0, \quad (1)$$

де ρ - густина вантажу; \ddot{r}_t та \ddot{z}_t - складові вектора прискорення виділеного об'єму; g - прискорення земного тяжіння.

Компоненти тензора деформації для осесиметричного стану

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}; \quad \varepsilon_\varphi = \frac{u}{r}; \quad \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}; \quad \gamma_{r\theta} = \gamma_{\varphi z} = 0; \quad \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (2)$$

де u , v та w - прирости деформацій по осях Or , $O\varphi$ та Oz

Вектор швидкості матеріалу $\bar{v}_A = v_r \cdot \bar{e}_r + v_z \cdot \bar{e}_z$. Відповідно швидкості деформацій

$$\dot{\varepsilon}_r = \frac{\partial v_r}{\partial r}; \quad \dot{\varepsilon}_z = \frac{\partial v_z}{\partial z}; \quad \dot{\gamma}_{xz} = \frac{\partial v_r}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial r}. \quad (3)$$

Для великих деформацій, у випадку монотонної деформації (яка не змінює знак), головні осі тензора напружень співпадають з головними осями тензора швидкостей деформацій $\{\tau_{ij}\} = M\{\dot{\gamma}_{ij}\}$, що відповідає умові

$$\frac{\sigma_r - \sigma_z}{2\tau_{rz}} = \left(\frac{\partial v_r}{\partial r} - \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) / \left(\frac{\partial v_r}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \quad (4)$$

Закон зміни вертикальної складової швидкості апроксимуємо залежністю [1]:

$$v_z = v_{z0}(r) = v_0 - k_r r^\alpha, \quad (5)$$

де v_0 - закон зміни швидкості частинки координатою $r = 0$ (по центру отвору);
 k та α - параметри моделі, які в загальному випадку можуть бути функціями від z .

Середня швидкість частинок у шарі з біжучою координатою z

$$v_{zc} = \frac{\iint_{S_z} v_z r dr d\varphi}{S_z} = \frac{2\pi \int_0^{r_z} r (v_{z0} - k_r r^\alpha) dr}{\pi r_z^2} = v_{z0} - \frac{2k_r}{\alpha + 2} \cdot r_z^\alpha, \quad (6)$$

де S_z - площа поперечного перерізу бункера з координатою z та радіусом r_z , $S_z = \pi r_z^2$.

Параметр моделі α визначається експериментально, аналогічно [1], за відомих значень швидкостей на вхідному отворі з бункера $v_{0\min}$, $v_{0\max}$ та усередненої швидкості $v_{0c} = Q/S_0$, де Q - розхід вантажу за 1 секунду, S_0 - площа вивантажувального отвору радіусом r_0 [1]:

$$\alpha = 2 \frac{v_0 - v_{0\min}}{v_{0\max} - v_0}. \quad (7)$$

Кут α приймаємо постійним по висоті бункера $\alpha = const$ / Параметр $k_0 = k_{r=0}$ на виході із конічного бункера визначається за залежністю:

$$k_0 = (v_{0\max} - v_{0\min}) / r_0^\alpha. \quad (8)$$

Змінний по висоті бункера параметр k_r , можна визначити через параметр k_0 ,

$$k_{pz} = \frac{v_{z\max} - v_{z\min}}{r_z^\alpha} = k_0 \left(\frac{r_0}{r_z} \right)^{\alpha+2} = k_0 \left(\frac{z_0}{z_0 + z} \right)^{\alpha+2}, \quad (9)$$

де z_0 - віддаль від уявної вершини конуса бункера до випускного отвору.

Радіальна складова швидкості v визначається як

$$v_p = \frac{z_0 \rho}{(z_0 + z)^3} \left[v_0 - k_{p0} \left(\frac{\rho z_0}{z_0 + z} \right)^\alpha \right]. \quad (10)$$

Відповідно, для i -ої частинки вантажу, що рухається конкретною траєкторією, яка визначається кутом нахилу її траєкторії ($\delta = \delta_i$), закон зміни швидкості v_{z_i} є функцією лише одного параметру z .

$$v_{z_i} = \frac{dz}{dt} = v_0 \left(\frac{z_0}{z_0 + z} \right)^2 - k_{p0} \left(\frac{\rho z_0}{z_0 + z} \right)^\alpha \left(\frac{z_0}{z_0 + z} \right)^2 = \left(\frac{z_0}{z_0 + z} \right)^2 \left[v_0 - k_{p0} (z_0 \text{tg} \delta_i)^\alpha \right]. \quad (11)$$

Закон руху довільної частинки суміші з початковими параметрами φ_A , r_A та z_A і $\text{tg} \delta_A = r_A / (z_0 + z_A)$ визначається за залежністю

$$z = \sqrt[3]{(z_A + z_0)^3 - 3z_0^2 \left[v_0 - k_{p0} (z_0 \text{tg} \delta_A)^\alpha \right] \cdot t} - z_0. \quad (12)$$

Розроблена модель дозволяє, на основі отриманого розподілу швидкостей в просторі круглого бункера, в подальшому повністю розрахувати його напружено-деформований стан на основі залежностей (1-4).

Література

1. Гевко І.Б., Пелешок Т.М., Рогатинська Л.Р. Дослідження переміщення сипкого вантажу в робочому просторі бункерних систем. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2009. №78. С 322 - 332.

УДК 621.91

В.В. Козішкurt, В.Ю. Грасовник, О.Б. Дериш, Т.Ю. Гинда

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ

V.V. Kozishkurt, V.Y. Grasovnyk, O.B. Derysh, T.Y. Gynda

THE STUDY OF KINEMATIC PARAMETERS OF THE SCREW SURFACES MILLING PROCESS

В процесі фрезерування гвинтових поверхонь на внутрішній циліндричній поверхні заготовки вершинами зубів гвинтової фрези виникає складний рух ріжучих частин відносно отвору, в результаті чого формується гвинтова поверхня визначеного профілю. Розглянуто три види траєкторії врізання гвинтової фрези у заготовку: пряме врізання, під час якого фреза підводиться по нормалі до поверхні із прямолінійною траєкторією, при цьому не відбувається зміщення фрези вгору відповідно до кроку гвинтової поверхні; врізання фрези із поворотом осі фрези відносно деталі на 180 градусів по гвинтовій траєкторії із переміщенням вгору на половину кроку P гвинтової поверхні; врізання фрези із поворотом осі фрези відносно деталі на 90 градусів по гвинтовій траєкторії із переміщенням вгору на четверту частину кроку P гвинтової поверхні.

На основі попередніх досліджень [1, 2] розроблено розрахункову схему для визначення параметричного рівняння траєкторії руху вершини зуба фрези відносно поверхні отвору заготовки. Виведено чотири параметричних рівняння траєкторії руху вершини зуба фрези відносно поверхні отвору, що описують три різні способи врізання фрези у заготовку та нарізання гвинтової поверхні на поверхні отвору. Зокрема, параметричне рівняння траєкторії руху вершини зуба фрези при врізанні фрези із поворотом осі фрези відносно деталі на 180 градусів по гвинтовій траєкторії:

$$\vec{r}_B = \begin{pmatrix} -\frac{D_f}{2} \sin(\omega_2 \tau) + \frac{D_n - D_f}{4} (\cos(\omega_3 \tau) - 1) \\ \frac{D_f}{2} \cos(\omega_2 \tau) + \frac{D_n - D_f}{4} \sin(\omega_3 \tau) \\ \frac{\omega_3 P \tau}{2\pi} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де D_f - зовнішній діаметр фрези; D_n - номінальний діаметр гвинтової поверхні; τ - час; ω_2 - кутова швидкість обертання фрези відносно власної осі; ω_3 - кутова швидкість кругового руху вісі фрези відносно заготовки при врізанні.

Одержані параметричні рівняння при застосуванні прикладного програмного забезпечення дозволяють прогнозувати загальний вигляд траєкторії переміщення зубів фрези та одержаної гвинтової поверхні.

Література

1. Diachun A., Vasylkiv V., Korol O., Myhailiuk V., Golovatvi I., Kuras A. Investigation of geometrical parameters in screw surfaces whirling process. Scientific Journal of TNTU. 2021. Vol. 101. No. 1. P. 68 – 78.

2. Дячун А.Є. Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення профільних гвинтових заготовок: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Дячун Андрій Євгенович; ТДТУ ім. І. Пулюя. Т., 2008. 208 с.

УДК 621.8:9

Я.Я. Сесик; В.В. Шанайда к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПАТРОНІВ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

Y.Y. Sesyk; V.V. Shanaida Ph.D., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC METHODS AND INVESTIGATION OF THE ACCURACY OF LATHE CHUCKS

Розвиток машинобудівної промисловості як в цілому, так і в окремих її галузях створює значні можливості для більш широкого використання наявного технологічного обладнання. Одним із ключових прийомів, котрі дозволяють аналізувати похибки позиціонування деталей різної геометричної форми як на етапі проектування власне самої деталі, так і технологічного процесу її обробки в цілому є 3D моделювання [1-3].

Сучасні системи CAD полегшують візуалізацію розташування деталей одна відносно одної під час формування складальних модулів. Визначивши умови спряження для кількох контактних поверхонь, стає легко визначити такі проблеми [4], як взаємопроникнення або проміжки між цими поверхнями.

Особливий інтерес представляє аналіз взаємного розташування деталей типу «тіла обертання» при їх закріпленні в три- або чотирикулачкових патронах. Для чотирикулачкових патронів характерною особливістю є симетричний затиск деталей. У цій ситуації форма заготовки на поверхні кріплення має вирішальне значення. Якщо при попередньому статистичному аналізі буде виявлено, що ця поверхня має форму еліпса або будь-яку геометричну форму з кількома гранями, кратну чотири, то, в результаті виконання операції підналагодження, можна досягти мінімального відхилення осі деталі від центральної осі патрона. Оскільки центрування і налагодження таких патронів відбувається після установки на планшайбу, можна зробити висновок, що вісь обертання і вісь патрона збігаються.

Для деталей, що мають трикутний профіль на поверхні закріплення, котрий визначений після попередньої обробки результатів аналізу форми чи візуальних спостережень, або коли кількість граней кратна трьом, рекомендовано використовувати трикулачкові патрони. В інших випадках осі обертання патронів і деталі можуть проявляти ексцентриситет, що призводить до значних відхилень від округлості оброблюваних поверхонь.

Цей тип аналізу також застосовний до цангових патронів. Зважаючи на те, що такі дослідження складно проводити у виробничих умовах або в лабораторіях високоточних машин, ми досліджували ці процеси в лабораторії FabLab Центру 3D-технологій ТНТУ [5, 6]. За допомогою лазерного різального верстата та фрезерного верстата з ЧПК ми відтворили різні симетричні та асиметричні профілі деталей, а також моделі механізмів їх фіксації.

Враховуючи масштабні коефіцієнти для відхилень від округлості та циліндричності, ми можемо вивести параметричні рівняння для прогнозування точності обробки стосовно заданого набору вхідних параметрів: форма поверхні після попередньої обробки, відхилення від циліндричності (для деталей типу тіла обертання) характеристики затискного механізму та форми контактних поверхонь тощо. Масштабні коефіцієнти

відтворення форми поверхні необхідні для приведення досліджуваних величин не відповідностей до розмірностей, які мають місце в реальних умовах виробництва.

Для вирішення таких багатопараметричних задач доцільно використовувати спеціальне математичне програмне забезпечення. Цей підхід дозволяє вказувати діапазони варіації значень вхідних параметрів із визначеним розміром кроку, що дозволяє генерувати результати дослідження у вигляді поверхневих графіків. Таке графічне представлення результатів розрахунку полегшує візуальну оцінку найбільш раціональних меж параметрів для вхідних значень, тим самим допомагаючи визначити технічні вимоги до процесу виготовлення деталей з урахуванням наявного парку верстатів та їх технологічних характеристик.

Література

1. Редько Р. Г. Дослідження пружно-силових характеристик затискних цанг, виготовлених за діючими та новими технологіями / Р. Г. Редько, О. І. Редько, В. В. Шанайда, Р. А. Склярів // Наукові нотатки. - 2014. - Вип. 44. - С. 249-253. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_44_41.

2. Склярів Р. А. Розробка критеріальних оцінок для аналізу компоновок верстатів з паралельною кінематикою / Р. А. Склярів, В. В. Шанайда // Матеріали XIX наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 18-19 травня 2016 року – Т. : ТНТУ, 2016 — С. 74. - Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/17396>

3. Склярів Р. А. Динамічна модель приводу автоматичної заміни інструментів багатоцільових верстатів / Р. А. Склярів, Шанайда В. В. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції „Обладнання і технології сучасного машинобудування“, 11-12 травня 2017 року. – Т. : ТНТУ, 2017. – С. 155–156. - Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/22711>

4. Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Drozdziel P., Madlenak R. // 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona (Spain), 3rd-5th of July, 2017: IATED Academy, 2017. – P. 7464-7469. – Режим доступу:

<https://library.iated.org/view/VITENKO2017FEA>

5. Лазарюк В. Розвиток творчих лабораторій фаблаб як учасників інноваційної екосистеми / В. Лазарюк, В. Шанайда, Т. Вітенько // Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. – Т. : ТНТУ, 2019. – С. 22–23. – Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28107>

6. Вітенько Т. Роль іноваційної лабораторії FabLab в освітньому процесі за напрямками "Галузеве машинобудування" та "Прикладна механіка" / Т. Вітенько, В. Шанайда, В. Лазарюк // Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. – Т. : ТНТУ, 2019. – С. 11–12. – Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28168>

УДК 621.825.5

С.І. Кіт, Віт.С. Сенчишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ГВИНТОВИХ ДОЗАТОРІВ

S.I. Kit, Vit.S. Senchyshyn

QUALITY ASSURANCE OF THE SURFACE OF SCREW DISPENSERS

Дозатори гвинтового типу відносяться до об'ємних роторних гідромашин і забезпечують працездатність і довговічність при перекачуванні і дозуванні рідин, що містять механічні домішки і не мають змащувальних здібностей. Такі характеристики досягаються самим принципом дії та конструкцією робочих органів (гвинтової пари). Принцип роботи одногвинтових дозаторів полягає у створення напору рідини, що нагнітається, або іншої речовини, що здійснюється за рахунок переміщення рідини гвинтовим металевим ротором, що обертається всередині статора відповідної форми. Гвинтова пара складається з еластичної обкладки обойми – статора і гвинта, що має зносостійку поверхню – ротор. Робочі органи цих механізмів мають циклоїдальні гвинтові поверхні з різними типами профілів (рисунок 1) [1]. В основі дозаторів найчастіше застосовуються дрібнорозмірні гвинтові пари: діаметр переріз ротора не перевищує 10 мм, крок гвинтової поверхні ротора – до 20 мм.

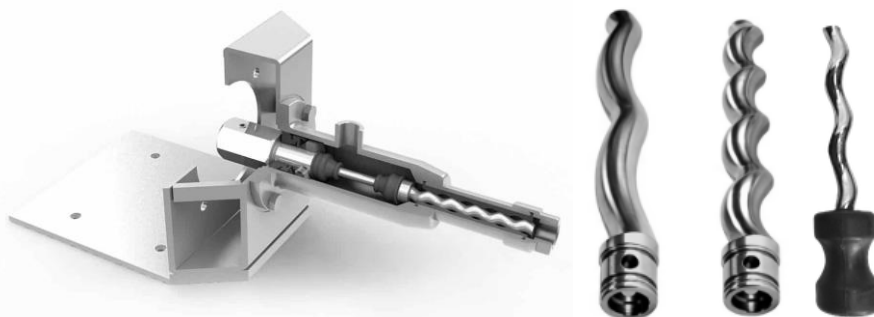


Рисунок 1. Робочий орган дозатора із циклоїдальною гвинтовою поверхнею

У процесі експлуатації гвинтові пари можуть працювати у складних умовах: з рідинами та пастами, що містять абразивні частинки; із хімічно активними речовинами; з харчовими добавками та іншими хімічно агресивними середовищами. Такі умови експлуатації негативно впливають на ресурс робочих органів насоса. Найбільш поширеними причинами виходу ротора гвинтового дозатора з ладу є абразивне зношування, кислотна дія, втомний знос, точкова корозія [1].

Методи обробки циклоїдальних гвинтових поверхонь шляхом поверхневого пластичного деформування заготовок засновані на дії деформуючого елемента (індентора) з певною силою на заготовку, що викликає пластичні деформації. У процесі обробки забезпечується відносно переміщення індентора щодо заготовки для зміцнення всіх поверхонь, що вимагають обробки. В результаті поверхневого пластичного деформування на поверхні заготовки виникають стискаючі напруги, що призводить до зміцнення поверхневого шару, зниження шорсткості. Розглянемо найпоширеніші способи базуючись на відповідній інформації [2].

Як зміцнюючий метод обробки в сучасному машинобудуванні дробоструменева обробка використовується для отримання наклепаного шару на поверхні валів, зубчастих коліс, ресор, торсіонів, деталей газотурбінних двигунів та інших деталей. Зміцнення досягається за рахунок кінетичної енергії дробу, що рухається під дію потоку повітря, змащувальних або охолоджувальних рідин або мастила в напрямку заготівлі. Залежно від матеріалу та форми поверхні заготовки цей метод дозволяє досягти зміцнення поверхневого шару на 20...40%. У цьому глибина зміцненого

шару становить 0,4...1 мм. Даний Проте необхідно врахувати, що при дробоструменеві обробці вектор швидкості дробу спрямований під різними кутами до поверхні ротора. Цей факт робить дробоструменеву обробку малоефективною для зміцнення роторів гвинтових дозаторів, тому що через змінний кут зіткнення дробу із заготовкою виникне нерівномірність режимів обробки, відповідно утворюється дефект у вигляді неоднорідності розподілу показників якості поверхневого шару в різних шарах.

Відомий також такий спосіб обробки поверхонь поверхневим пластичним деформуванням, при якому індентори у формі кульки впливають на робочу поверхню імпульсно. Такий спосіб зветься імпульсно-ударною обробкою. Найчастіше такий спосіб застосовують для обробки плоских поверхонь. Такою обробкою можна досягти підвищення мікротвердості на 25...75% при глибині наклепаного шару 0,15...0,2 мм.

Також відомий спосіб магнітно-імпульсної обробки. В даному випадку деформація поверхневого шару відбувається за рахунок взаємодії імпульсного магнітного поля, створюваного зовнішнім джерелом, зі струмом, що індукується цим струмом в оброблюваній заготовці. Даний метод має обмежені технологічні можливості стосовно обробки циклоїдних гвинтових поверхонь: важливою складовою режиму обробки є відстань від індуктора до заготовки, тому що профіль ротора має ексцентриситет, параметри якості поверхневого шару зміцненої заготовки відрізнятимуться в залежності від віддаленості поверхні від індуктора.

Обкатування кульками та роликками застосовується для обробки гвинтових поверхонь. При цьому способі індентор притискається до заготовки, яка обертається, з постійною силою, а інструмент переміщається в напрямку поздовжньої подачі. Для реалізації такої обробки необхідне застосування спеціального інструменту та налагодження на кожен заготовку. Однак інструмент такої конструкції складний у виготовленні і дозволяє обробляти симетричні тіла обертання, що робить такий спосіб непридатним до зміцнення гвинтових роторів, що мають періодичний профіль циклоїдної гвинтової поверхні.

При обробці поверхонь пластичним деформуванням складнопрофільних заготовок також застосовується обкатування. Досягне зміцнення поверхневого шару при обкатуванні становить до 0,4 мм при підвищенні мікротвердості на 50...75% і шорсткості Ra 0,1...1,6 мкм. Поверхнєве пластичне деформування алмазним вигладжуванням вимагає меншої сили навантаження у порівнянні з обкатуванням. Як індентор виступають наконечники зі штучних і природних алмазів. Алмазне вигладжування дозволяє отримати підвищення мікротвердості на 25...30% при глибині зміцненого шару до 0,4 мм [2]. До недоліків способу можна віднести низьку продуктивність.

Методи пластичного поверхневого деформування відрізняються високою продуктивністю, простотою та економічною ефективністю. Ці фактори забезпечують швидкий розвиток і широке впровадження у виробництво методів поверхневого деформування для забезпечення якості поверхні гвинтових дозаторів.

Література

1. Vpreeflow by ViscoTec. [2015] URL: <https://www.preeflow.com/en/downloads/> (дата звернення: 19.10.2024);

2. Технологічні методи забезпечення параметрів якості поверхонь тіл обертання та їх профілометричний контроль / В.О. Дзюра, П.О. Марущак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 170 с.

УДК 532.5:536

Ю. Мартинів

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРО- ТА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ CFD-АНАЛІЗУ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS

Yu. Martyniv

MODELING HYDRO- AND THERMODYNAMIC PROCESSES USING CFD- ANALYSIS IN SOLIDWORKS ENVIRONMENT

Використання систем автоматизованого проектування і розрахунку (CAD) є невід'ємною частиною розробки і впровадження обладнання на сучасному виробництві. Обчислювальна гідрогазодинаміка (CFD) – це галузь в гідромеханіці, що вирішує задачі пов'язані з обчисленням руху рідини з використанням чисельного аналізу та структур даних. CFD-аналіз може включати аналіз теплопровідності, що забезпечує ширше уявлення про характеристики обладнання.

Переважно CFD є інтегрованим в середовище системи CAD. Найпопулярнішими CAD системами, які мають інтегрований CFD-аналіз є: SolidWorks (Flow Simulation) [1–4], Autodesk CFD, ANSYS Fluent, SimScale, CATIA, Siemens NX, COMSOL Multiphysics. SolidWorks Flow Simulation і Autodesk CFD є найпростішими для освоєння при цьому охоплюючи достатньо широкий функціонал.

Flow Simulation – це розширення повністю інтегроване в програмне середовище SolidWorks, яке використовується для моделювання потоків рідин і газів, для дослідження теплопередачі в рідинах і твердих тілах. В цьому розширенні для обчислення використовується метод скінченних об'ємів, який використовує інтегральну форму рівняння Нав'є-Стокса. Завдяки інтеграції в SolidWorks забезпечується прямий зв'язок між 3D моделями і середовищем розширення, що дозволяє безпосередньо виправляти модель залежно від поставлених задач.

Для прикладу розрахунку розглянемо розрахунок втрат температури по довжині трубопроводу, та розподіл швидкостей по перерізу трубопроводу (рисунок 1,2).

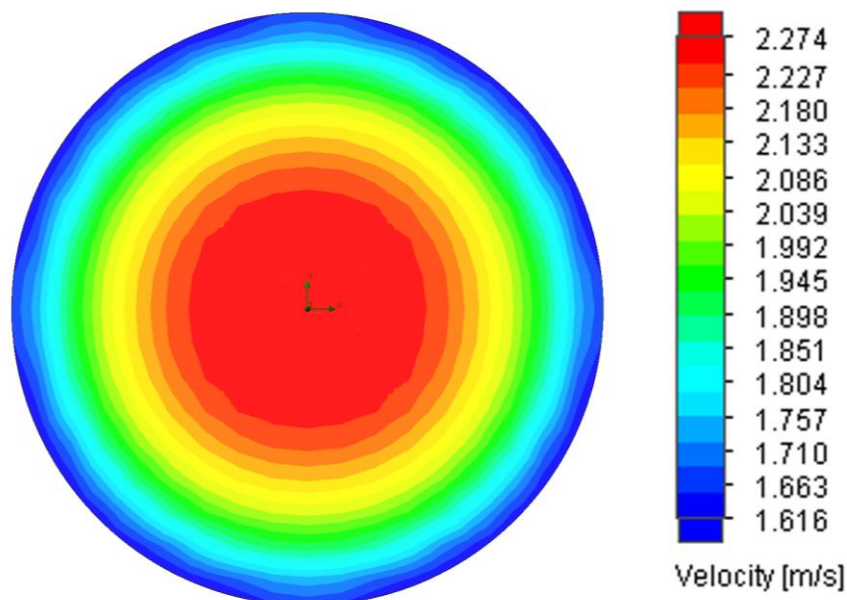


Рисунок 1. Розподілення швидкості потоку по діаметру трубопроводу

Довжина трубопроводу 1 м, внутрішній діаметр 30 мм, товщина стінки 2мм. Також візьмемо шар ізоляції товщиною 3,5мм. Матеріали візьмемо з бази даних SolidWorks, для трубопроводу це буде нержавіюча сталь 302 з коефіцієнтом теплопровідності 16,3 Вт/(м \cdot °К), для ізоляції скловата для якої візьмемо 0,04 Вт/(м \cdot °К). В якості досліджуваної рідини буде вода, середня швидкість потоку рідини 2м/с. Матеріали взяті з бази даних мають попередньо задані фізичні характеристики, деякі з них, наприклад густина, задані параметрично і не потребують додаткового коректування в залежності від початкових даних.

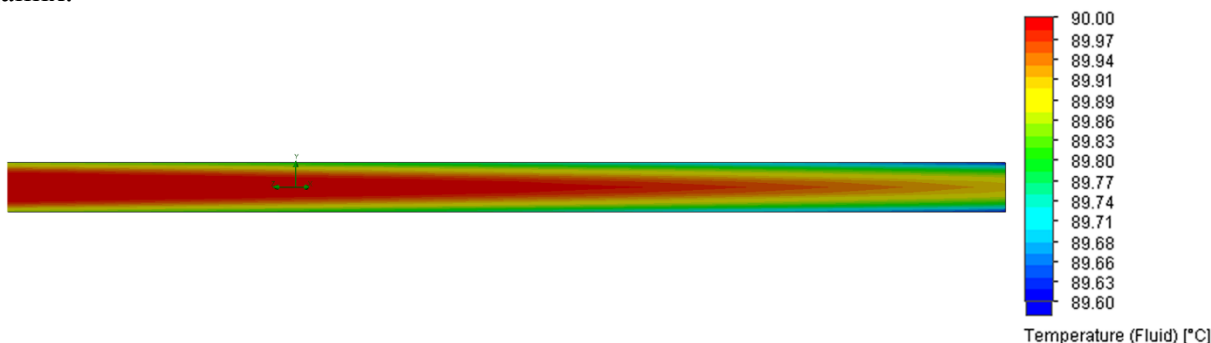


Рисунок 2. Втрати температури рідини по довжині трубопроводу

Для проведення симуляції необхідно задати початкові параметри такі як вид аналізу (зовнішній або внутрішній), досліджувана рідина або декілька рідин, обрати параметри які врахувати (гравітація, теплопровідність, кавітація та ін.). Після цього генерується робоча область та сітка, від параметрів сітки залежить точність розрахунків та час необхідний на обчислення. При проведенні внутрішнього аналізу необхідно переконатись, що модель трубопроводу є “Герметичною”, якщо ні, то необхідно створити заглушки для яких у подальшому можна задати потрібні параметри. Також можна виконувати аналіз вільної поверхні рідини але цей метод потребує детальнішого налаштування.

Після обчислень можна отримати двох або трьох вимірну візуалізацію цікавих нам параметрів. Для покращення сприйняття або виділення необхідного діапазону, можна відредагувати верхню і нижню межу значень шкали або встановити межі рівні найбільшому або найменшому значенню для перерізу чи всієї симуляції. Також можна змінити кількість поділок шкали або кольорову гаму. Для детальнішого ознайомлення з результатами симуляції можна переглянути графіки зміни величин або сформувати повноцінний звіт, попередньо вказавши дані які нас цікавлять.

Отже, SolidWorks Flow Simulator є потужним інструментом для CFD-аналізу, який є легким в опануванні, але здатним забезпечити точність та інформативність на високому рівні. Використовуючи обчислювальну гідрогазодинаміку можна суттєво скоротити час необхідний на обчислення складних гідро- та термодинамічних процесів які проходять в обладнанні, що проектується. Аналіз термодинаміки дозволяє скоротити втрати енергії, що позитивно впливає на навколишнє середовище. Також комп'ютерний аналіз дозволяє підвищити точність розрахунків, що позитивно впливає на експлуатаційні характеристики та довговічність обладнання.

Література

1. Lombard M. Mastering SolidWorks. Sybex, 2019. 1219 p.
2. Matsson J.E. An Introduction to SolidWorks Flow Simulation 2019. SDC Publications, 2019. 350 p.
3. Tran P. SolidWorks 2016 Advanced Techniques. SDC Publications, 2016. 728 p.
4. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.

УДК 621.43

В. П. Земба, А І. Івануса

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПАЛИВОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ

V. P. Zemba, A I. Ivanusa

CURRENT TRENDS IN IMPROVING FUEL SUPPLY SYSTEMS OF VEHICLES WITH DIESEL ENGINES

Для того щоб відповідати найсуворішим вимогам по токсичності вихлопних газів, в зв'язку з особливостями процесу сумішоутворення в дизельному двигуні, паливо, що впорскується в двигун внутрішнього згоряння автомобіля, повинно бути подрібнено. Для цього виробникам доводиться значно збільшувати тиск упорскування і зменшувати діаметр розпилювальних отворів КВЧ по куту повороту колінчастого вала (а, отже, і по ходу поршня).

Ця вимога може бути задоволена тільки електронним управлінням процесом подачі палива, наявністю турбонадуву, сажових фільтрів, системи рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) і каталітичного очищення газів (SCR), рис.1.

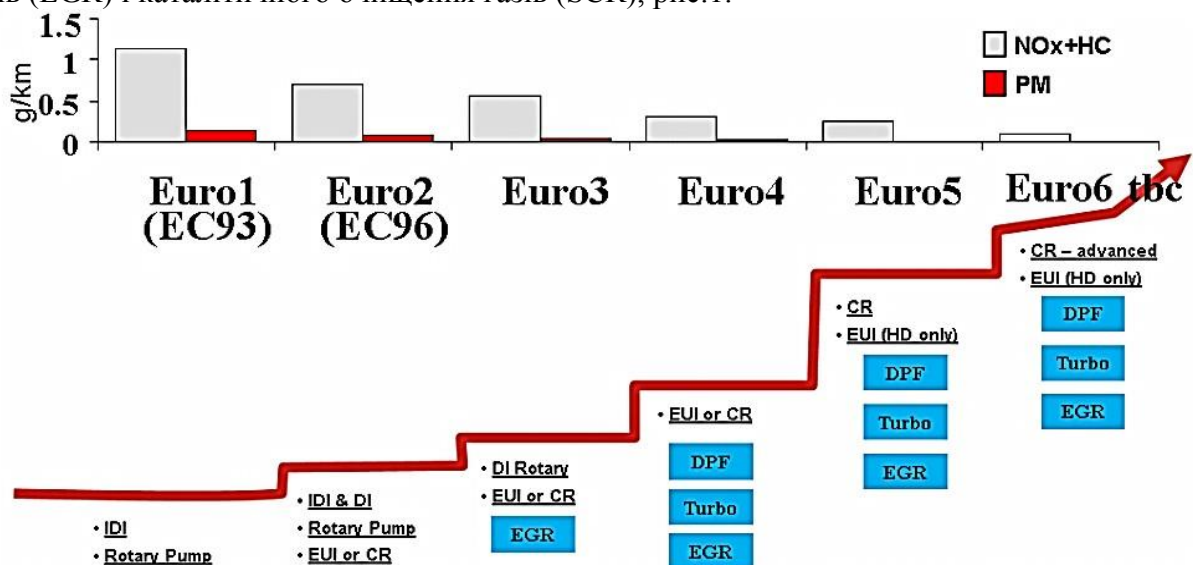


Рисунок 1. - Тенденції технологічного розвитку систем паливного забезпечення по відношенню до нормативів, що обмежують кількість шкідливих викидів з відпрацьованими газами [1]

Практично всі відомі сучасні системи упорскування палива автомобілів з дизельними двигунами можна функціонально розділити на групи: системи прямої дії з механічним приводом; системи з паливними акумуляторами високого тиску (ГПА); Системи прямої дії з гідравлічним керуванням.

До першої групи відносяться насосно-інжекторні системи подачі палива і індивідуальні ТНВД з електронним управлінням. До другої належать системи під назвою Common Rail. До третьої групи відносяться системи комбінованого типу, звані насосом-інжектором з гідравлічним приводом.

В даний час відомо кілька типів форсунок агрегату з механічним приводом. Всі вони можуть створювати високий тиск упорскування і мають відносно високу гідравлічну і механічну ефективність. Це одна з найважливіших переваг агрегатних форсунок перед системами з ТОВД.

Все вищесказане відноситься і до систем з індивідуальними ТНВД, які, крім того, мають більш високу ремонтпридатність, і меншу трудомісткість обслуговування. Посилення законодавства в області викидів шкідливих речовин у вихлопні газу призвело до вдосконалення процесів контролю подачі палива для агрегатних форсунок і окремих ТНВД. Конструктивно в ці системи були включені додаткові клапани, а електрична клемма тепер містила чотири контакти.

Ще однією перевагою інжекторів з механічним приводом і окремих ТНВД є їх значно більш висока довговічність в порівнянні з системами з силовими ТНВД. Більшість надпотужних дизельних двигунів для великовантажних автомобілів використовують ці системи. Зокрема, це є причиною того, що один з лідерів в дизельному сегменті для комерційного транспорту, компанія Delphi, до недавнього часу не випускала системи з АТС для важких вантажівок і спецтехніки. Однак більш жорсткі екологічні вимоги (перехід на стандарти Євро-6) призвели до необхідності виробництва комбінованих систем із загальною АТФ, де тиск створюється насосними форсунками, але при цьому створення високого тиску і крутного моменту впорскування розділені, в зв'язку з наявністю акумулятора [2, 3]

Література

1. Marco Costa, Gian Marco Bianchi, Claudio Forte, Giulio Cazzoli. A Numerical Methodology For The Multi-Objective Optimization Of The DI Diesel Engine Combustion. Energy Procedia 45 (2024) 711 – 720 pp.
2. Daf MX13. Diesel information advance note DT 5265 (EN). Delphi Diesel Aftermarket, Jan 2015 pp 3.
3. Volvo D13K. Diesel information advance note DT 5282 (EN). Delphi Diesel Aftermarket, Jan 2015 pp 3.

УДК 637.13

Ю.В. Новак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СЕПАРАТОРІВ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Y.V. Novak

SEPARATORS STRUCTURAL ELEMENTS REQUIREMENTS ANALYSIS IN THE DAIRY INDUSTRY

Молокопродукти є важливою частиною раціону людини завдяки своєму високому вмісту поживних речовин, таких як білки, жири, вітаміни (А, D, В-групи) та мікроелементи (кальцій, фосфор, калій) [1]. Вони сприяють формуванню та підтримці здоров'я кісток, зубів, нервової та м'язової систем. Молокопродукти також є джерелом пробіотиків, що покращують мікрофлору кишечника і загальний імунітет. У дієтології їх використовують як основний елемент багатьох програм здорового харчування.

Сепаратори [2] відіграють ключову роль у технологічних ланцюжках молочної промисловості, забезпечуючи розділення молока на вершки та знежирене молоко, очищення молока від механічних домішок, нормалізацію по вмісту жиру, обробку сироватки для подальшого використання в харчовій промисловості.

Основними конструктивними елементами сепараторів є: барабан для відділення фаз під дією відцентрових сил, привід, система подачі сировини і виведення обробленого продукту.

Серед основних вимог до конструктивних елементів сепараторів у молочної промисловості можна виділити:

- гігієнічність: матеріали повинні бути корозійностійкими (наприклад, нержавіюча сталь) і легко очищуваними;
- механічна міцність: елементи повинні витримувати високі обертові навантаження.
- якість розділення: забезпечення належної якості очистки та розділення;
- енергоефективність: мінімальне споживання енергії при високій продуктивності.

Вдосконалення конструктивних елементів сепараторів спрямоване на підвищення їхньої продуктивності, зниженні енерговитрат і покращенні якості розділення. Оптимізація конструктивних параметрів барабана та інших обертових частин із використанням результатів комп'ютерного моделювання спрямована на зменшення матеріаломісткості та підвищення ефективності. Використання інноваційних матеріалів дозволяє знижувати енергоспоживання та підвищувати довговічність.

При удосконаленні конструкцій сепараторів можна виділити: комп'ютерне моделювання із застосуванням сучасних програмних продуктів, адитивні технології (3D-друк) для створення прототипів і дрібних серій деталей, лабораторні випробування нових матеріалів і конструкцій у реальних умовах.

Інновації в конструкції сепараторів забезпечують сталий розвиток молочної промисловості, підвищуючи її ефективність та відповідність сучасним вимогам ринку.

Література

1. Поліщук Г.С., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія незбираномолочних продуктів: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2005. 264 с.
2. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

УДК 658.5

С.В. Наконечний

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ PLM У СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

S.V. Nakonechnyi

PLM SYSTEMS APPLICATION IN MODERN MANUFACTURING

Сучасне виробництво характеризується високим рівнем автоматизації, інтеграції інформаційних технологій і орієнтацією на гнучкість процесів. Ключовими елементами тут є наступні чинники: цифровізація, яка передбачає широке використання технологій Індустрії 4.0 [1], таких як Інтернет речей (IoT), великі дані та штучний інтелект; гнучкість, а саме здатність швидко адаптувати виробничі процеси до змін ринку чи вимог клієнтів; енергоефективність та екологічність із мінімізацією використання енергії та ресурсоемність виробництва; високоточні технології із використанням комп'ютеризованого обладнання із ЧПК.

Характерним є комплексний підхід до експлуатації обладнання, що включає впровадження робототехніки та автоматичних виробничих ліній, застосування датчиків IoT для постійного контролю стану обладнання, аналіз даних для прогнозування збоїв та оптимізації технічного обслуговування.

Для роботи із виробничих процесів розроблено ряд технічних рішень[2,3], зокрема: ERP-системи (Enterprise Resource Planning) для управління ресурсами підприємства та інтеграції фінансових, виробничих і логістичних процесів; SCADA-системи (Supervisory Control and Data Acquisition) для контролю і управління виробничими процесами; MES-системи (Manufacturing Execution Systems) для забезпечення управління виробництвом у режимі реального часу; PLM-системи (Product Lifecycle Management) для управління життєвим циклом продукції, від проектування до утилізації.

Усі етапи життєвого циклу продукту інтегрують PLM-системи, починаючи від його концепції і закінчуючи утилізацією. Найпопулярнішими PLM-рішеннями є: Siemens Teamcenter, Dassault Systèmes ENOVIA, PTC Windchill, Autodesk Fusion Lifecycle, SAP PLM та інші.

Використання PLM-систем дає низку переваг, серед яких можна виділити наступні: скорочення часу на розробку за рахунок автоматизації процесів проектування та узгодження; зменшення витрат часу і грошей на виробничі процеси за рахунок оптимізації ресурсів і зниження кількості помилок; покращення якості продукції внаслідок виконання моделювання та симуляції; оптимізація процесів, зменшення простоїв обладнання; ефективний контроль якості, реалізований при допомозі доступу до даних про продукт на будь-якому етапі.

Таким чином, інтеграція PLM-систем у сучасне виробництво дозволяє підприємствам залишатися конкурентоспроможними, швидко адаптуватися до змін ринку та забезпечувати високу якість продукції з мінімальними витратами.

Література

1. Eigner M. System Lifecycle Management: Engineering Digitalization (Engineering 4.0). Springer Vieweg, 2021. 281 с.
2. Смолій О., Ворошук В. Застосування PLM-систем в процесі експлуатації обладнання // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті.” НУХТ, 2023. Ч. 2. С. 36.
3. Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв. Київ: Центр учбової літ. : Кафедра, 2016. 344 с.

УДК 624.072.014.2

І.М. Підгурський, к.т.н., Д.З. Биків, О.В. Міщенко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ДВОТАВРОВИХ СТАЛЕВИХ БАЛОК З КОМБІНОВАНОЮ ПЕРФОРОВАНОЮ СТІНКОЮ

I.M. Pidgurskyi Ph.D., D.Z. Bykiv, O.V. Mishchenko

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF STEEL I-BEAMS WITH A COMBINED PERFORATED WEB

Сталеві двотаврові балки – це одні з найпопулярніших видів сталевих ригелів, які завдяки своїй конфігурації добре сприймають згинальні зусилля. Найчастіше їх використовують в машинобудуванні та будівництві, завдяки їх характеристикам міцності та жорсткості [1].

У сучасних умовах зростає потреба в більш ефективних і оптимізованих конструкціях, таких як перфоровані сталеві двотаврові балки, що завдяки своїм особливостям мають меншу вагу і кращі характеристики міцності та жорсткості, ніж їх первісні балки [2]. Однак при аналізі їх напружено-деформівного стану (НДС) помітно, що навіть в перфорованих сталевих балках запаси міцності не використовуються в повній мірі.

Для покращення властивостей перфорованих сталевих двотаврових балок, зокрема для зменшення їх ваги, використовують різні методи їх виготовлення. Так перспективним, але мало дослідженим методом є комбінація балок з різним розташуванням отворів по довжині балки. Вони виготовляються методом зварювання декількох перфорованих балок однакової висоти з різною перфорацією. Зазначимо, що трудомісткість такого виробництва значно зростає і весь позитивний ефект від оптимізації конструкції може зменшитись через її здорожчання [3].

У даній роботі розглянуті перфоровані балки довжиною 12 м з різною шириною перемичок між круглими отворами. Первісною двотавровою балкою був профіль ІРЕ 500, з якого виготовлено 3 види перфорованих балок довжиною 6 м, але з різним кроком. 1-й вид (В.1) з кроком отворів 496 мм, 2-й вид (В.2) з кроком 586 мм, 3-й (В.3) з кроком 716 мм. Комбінація цих балок виконується наступним методом: перфорована балка В.1 розрізається навпіл, посередині між її частинами приварюється ціла перфорована балка В.2. Таким чином утворюється балка В.1.2.1 в якій перші 3 м – це балка В.1, наступні 6 м – балка В.2, і знову 3 м балки В.1. Подібним методом виготовляються і всі наступні види балок.

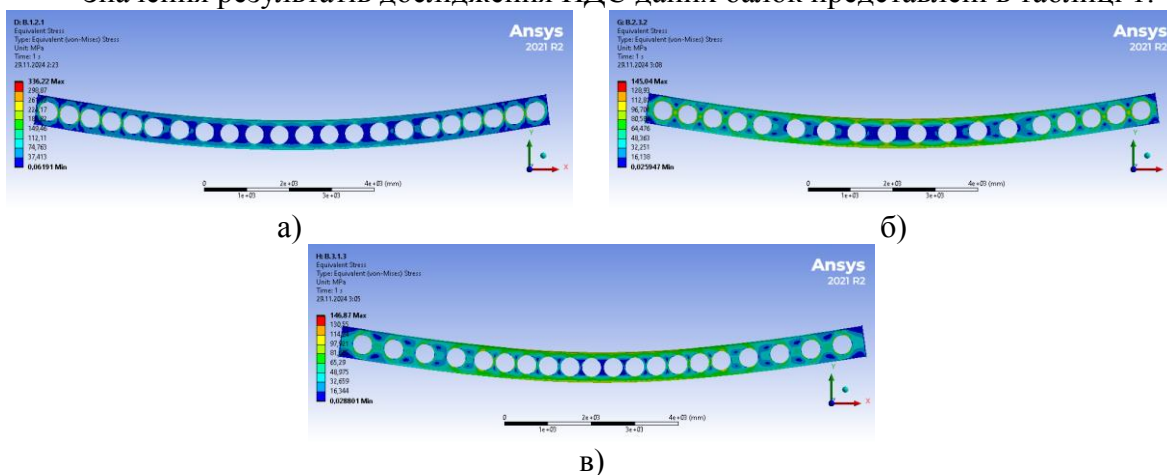
Вважаємо, що зварні шви в стик виконані заводськими методами з відповідною підготовкою поверхні, що забезпечують їх максимальну міцність. У роботі не враховані залишкові напруження та деформації від зварювання частин перфорованих балок.

Модельовання та аналіз НДС перфорованих сталевих балок виконується методом скінченних елементів в програмному комплексі ANSYS. Довжина балки – 12 м, висота – 700 мм, діаметр перфорації – 430 мм, навантаження – рівномірно розподілене 15 кН/м, закріплення балки – шарнірне обпирання двох країв. Для зменшення впливу поперечного зусилля на кінцях балки – виконане опорне ребро товщиною 20 мм. Важливо зазначити, що при дослідженні не враховувалась власна вага балок.

Для змодельованих перфорованих сталевих двотаврових балок було досліджено значення їх прогину, максимальні еквівалентні ($\sigma_{\text{von Mises}}$) напруження (для балок В.1.2.1,

В.2.3.2 та В.3.1.3 рис. 1 (а, б, в) відповідно) в нижній полиці, навколо крайніх та центральних отворів, та середні еквівалентні напруження у перетині всієї балки.

Значення результатів дослідження НДС даних балок представлені в таблиці 1.



а) – в балці В.1.2.1; б) – в балці В.2.3.2; в) – в балці В.3.1.3

Рисунок 1. Еквівалентні напруження (von Mises) в комбінованих перфорованих балках

Таблиця 1. Результати дослідження НДС комбінованих перфорованих балок

Поз. балки	Прогин, мм	Еквівалентні напруження, МПа				Вага, кг
		Макс. в полиці	Макс. в крайн. отв.	Макс. в центр. отв.	Середні	
В.1	26,154	100,26	337,32	94,33	62,40	1 015,5
В.2	23,005	99,26	144,02	109,64	54,75	1 063,9
В.3	22,059	98,59	112,27	116,11	51,50	1 112,2
В.1.2.1	25,091	100,43	336,22	106,34	59,67	1 039,7
В.1.3.1	24,784	98,17	337,86	114,16	58,53	1 063,9
В.2.1.2	23,706	100,26	144,21	92,61	56,59	1 039,7
В.2.3.2	22,653	98,31	143,49	114,65	53,50	1 088,0
В.3.1.3	23,035	100,14	112,26	93,03	54,22	1 063,9
В.3.2.3	22,303	100,36	111,81	106,99	52,36	1 088,0

Аналіз показує, що у перфорованій балці В.3 спостерігаються найменші значення прогину (на 4,1% у порівнянні з В.2 та 15,7% з В.1) і найменші значення середніх напружень (на 5,9% з В.2 та 17,5% з В.1) з поміж балок з однорідною перфорацією. Комбінована балка В.3.1.3 поєднала найменші максимальні напруження навколо центрального отвору від балки В.1 та навколо крайніх отворів від балки В.3, тому середні значення максимальних напружень навколо її отворів на 6,2-53,6% менші. У подальшому важливо дослідити більше видів комбінацій перфорованих балок.

Література

- Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лавриненко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. Металеві конструкції: Загальний курс. К.: Видавництво «Сталь», 2010. 869 с.
- Pidgurskyi M., Pidgurskyi I., Stashkiv M., Ihnatieva V., Danylchynko S., Bykiv D., Pidluzhnyi O. (2023) Osoblyvosti doslidzhennia napruzhenno-deformivnoho stanu budivelnykh stalevykh perforovanykh balok metodom skinchenykh elementiv [Peculiarities of studying the stress-strain state of structural steel perforated beams using the finite element method]. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 111, no 3, pp. 126-138.
- Біків Д., Кос А., Підлужний О., Підгурський І., Підгурський М. Методи виготовлення сталевих перфорованих двотаврових балок з регулярною та нерегулярною структурою отворів // Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції „Прикладна механіка“, 6-7 червня 2024 р. — Т. : ТНТУ, 2024. — С. 76–79.

УДК 681.518

В.Б. Савків, к.т.н., доцент, Й.Р. Кравець, А.А. Андреїв, Д.П. Русак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

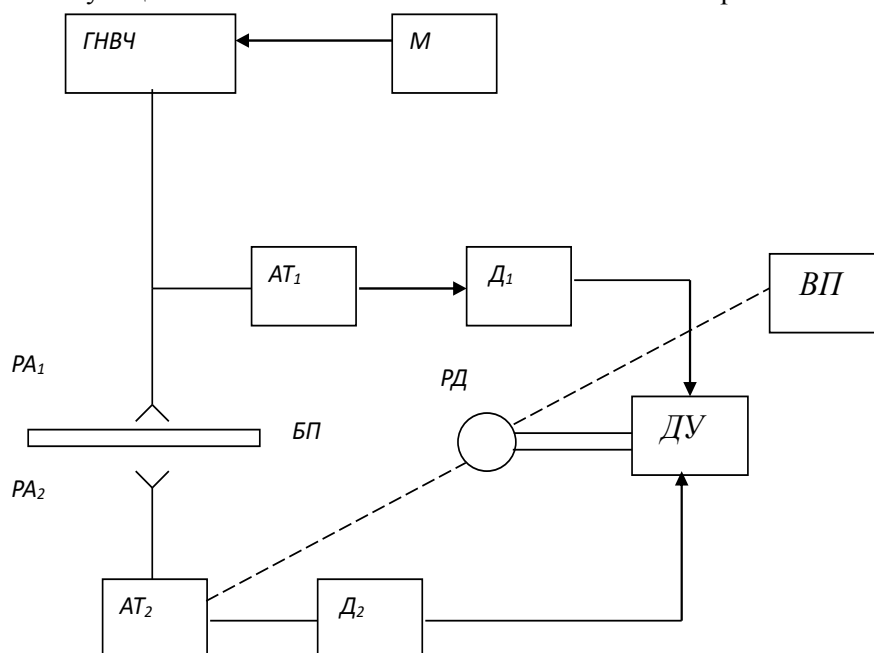
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРУ

V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., Y.R. Kravets, A.A. Andreiv, D.P. Rusak

AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROL AND QUALITY ASSURANCE OF PAPER PRODUCTION

Автоматизована системи контролю вологості паперу (рис. 1) побудована на принципі вимірювання ослаблення потужності сигналу надвисокої частоти (НВЧ) при його проходженні через аркуш паперу.

Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизованої системи контролю вологості паперу.



В генераторі ГНВЧ використовується відбивний клістрон, що генерує НВЧ- коливання, які після модуляції по амплітуді низькочастотним модулятором М надвисоких частот надходять по хвилеводу до відбивача. Далі частина електромагнітної енергії НВЧ направляється в опорну гілку, що складається з атенюатора АТ₁ і детектора Д₁, а інша у вимірювальну гілку. У вимірювальній гілці через рупорну антену РА₁ коливання НВЧ направляються на поверхню паперового полотна, проходять через нього і надходять у приймальну рупорну антену РА₂. Далі через атенюатор АТ₂ енергія НВЧ по вимірювальній гілці надходить до детектора Д₂. В обох гілках напруги НВЧ детектуються, і виділені детекторами Д₁ і Д₂ низькочастотні сигнали надходять на вхід диференціального підсилювача ДУ. Різницевий сигнал після підсилення подається на реверсивний двигун РД, який повертаючись врівноважує атенюатор АТ₂ вимірювального хвилевода до вирівнювання сигналів і одночасно переміщає двигун реохорда вимірювального пристрою ВП.

Сигнали з детекторів Д₁ і Д₂ можна порівнювати з використанням диференціального трансформатора. В цьому випадку з вторинної обмотки трансформатора сигнал подається на підсилювач, а потім на вимірювальний пристрій.

УДК 681.518

В.Б. Савків, к.т.н., доцент, Й.Р. Кравець, Н.В. Купина, Н.В. Саварин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИПІКАННЯ ПЕЧИВА

V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., Y.R. Kravets, N.V. Kupyna, N.V. Savaryn

AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROL AND REGULATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF COOKIE BAKING

Автоматизована системи контролю та регулювання технологічних параметрів випікання печива (рис. 1) забезпечує виконання таких функцій: індикацію поточних значень параметрів технологічного процесу; регулювання (стабілізацію) параметрів технологічного процесу; введення необхідних значень параметрів. Автоматизована система складається з блоку контролю БК, блоку управління БУ, блоку реле БР, блоку електропневматичних перетворювачів ЕПП, блоку живлення.

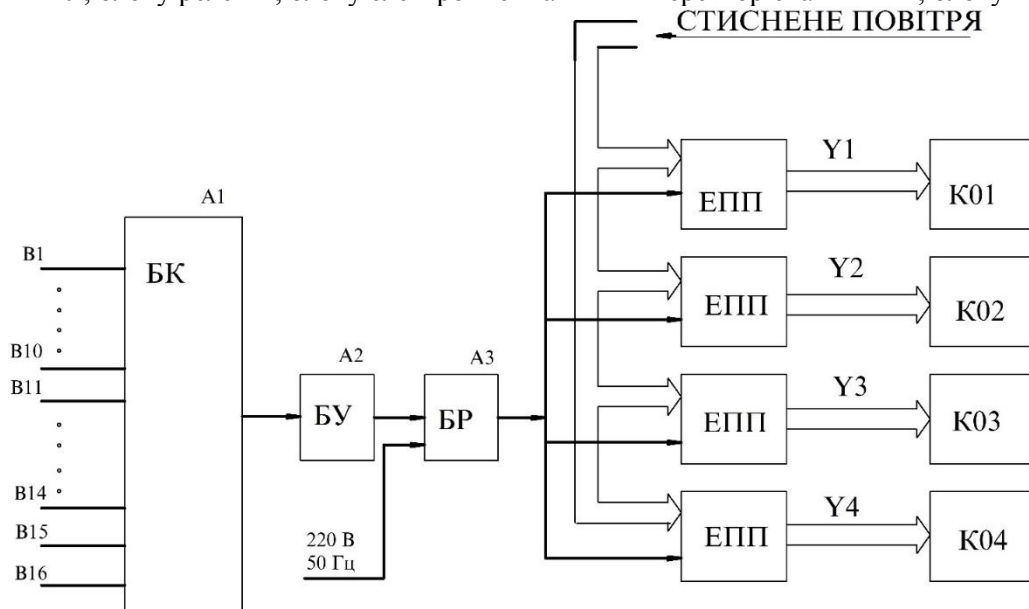


Рисунок 1 – Функціональна схема системи контролю та регулювання.

Збір, обробка і контроль інформації здійснюється блоком контролю в режимі циклічного опитування датчиків технологічних параметрів $B1...Bn$ (термометрів опору, датчиків тиску та вимірювачів витрати). Інформація про всі технологічні параметри передається в вимірювальний модуль, де перетворюється в кодовий сигнал. Кодовий сигнал поступає на модуль процесора, де обробляється для передачі в блок управління і видачі на модуль індикації. Сигнали керування подаються на відповідні контакти блоку реле БР. Кодову комбінацію аналізують дві ключові схеми блоку реле, які включають відповідні обмотки поляризованого реле, контактами яких управляється реверсивний електродвигун відповідного електропневматичного перетворювача (ЕПП).

ЕПП перетворюють тривалість подачі живлення на реверсивні електродвигуни в неперервні пневматичні керуючі сигнали з тиском $0,02...0,1$ МПа. Керуючі сигнали подаються на регульовальні діафрагмові клапани $K01...Kn$, які змінюють параметри витрати води, пари та природного газу. Модуль клавіатури використовується для керування режимами роботи блоку управління.

УДК 621. 867

С.В. Паньків

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ВИБІР ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

S.V. Pankiv

SELECTION OF FLEXIBLE SCREW CONVEYORS WITH ADVANCED TECHNOLOGICAL CAPABILITIES

Гнучкі гвинтові конвеєри з полімерними робочими органами є ефективними та універсальними пристроями, які широко використовуються для транспортування сипучих, порошкоподібних та гранульованих матеріалів. Їх головною особливістю є гнучкість траєкторії транспортування, що дозволяє адаптувати конвеєр до складних маршрутів, включаючи горизонтальні, вертикальні та похилі ділянки. Робочий орган виготовляється з полімерів, таких як поліетилен високої щільності, нейлон або поліуретан, що забезпечує високу зносостійкість, низький рівень шуму, стійкість до корозії та хімічного впливу. Такі конвеєри особливо корисні для роботи з матеріалами, чутливими до механічних пошкоджень, наприклад, харчовими продуктами, фармацевтичними порошками або хімічними речовинами.

Основні параметри гнучких гвинтових конвеєрів визначаються їх конструкцією та умовами експлуатації. Діаметр робочого органа варіюється від 40 до 300 мм і впливає на пропускну здатність конвеєра. Довжина транспортної секції може досягати 30 метрів для горизонтального транспортування і до 10–15 метрів для вертикального. Продуктивність конвеєра залежить від діаметра, швидкості обертання та властивостей матеріалу і може складати від 1 до 30 м³/год. Швидкість обертання гвинта зазвичай варіюється в межах 200–1000 об/хв, а коефіцієнт заповнення каналу становить 0.2–0.6. Корпус конвеєра може бути відкритим або закритим, зазвичай виготовленим з нержавіючої сталі або пластику, щоб забезпечити гігієнічність та стійкість до корозії. Енергоефективність досягається завдяки легкості полімерного робочого органа, а споживана потужність приводу зазвичай знаходиться в діапазоні 0.5–5 кВт.

Гнучкі гвинтові конвеєри класифікуються за призначенням, конфігурацією, типом приводу, типом корпусу та сферою застосування. Вони можуть використовуватися для транспортування сипучих матеріалів, чутливих речовин або агресивних середовищ. За конфігурацією такі конвеєри можуть бути односпіральними, багатоспіральними або зі змішаною траєкторією. Залежно від типу приводу вони поділяються на електроприводні, гідравлічні або механічні, тоді як за типом корпусу можуть бути відкритими чи закритими. Основними сферами застосування є харчова промисловість, де вони використовуються для транспортування зерна, борошна та інших продуктів; хімічна галузь – для переміщення агресивних речовин; фармацевтика – для роботи з порошками і гранулами; будівництво – для транспортування легких сумішей.

До переваг таких конвеєрів належать гнучкість траєкторії, що дозволяє їх використовувати у складних умовах; легкість конструкції завдяки полімерним матеріалам; стійкість до корозії, що робить їх ідеальними для роботи в агресивних середовищах; гігієнічність, необхідна для харчової та фармацевтичної галузей; і низький рівень шуму під час роботи. Таким чином, гнучкі гвинтові конвеєри з полімерними робочими органами є сучасним рішенням для транспортування матеріалів у складних умовах, що забезпечує їх надійність, ефективність та універсальність.

Література

1. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів / Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дячун А.С. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 278 с.

УДК 621.924.56

В.М. Буховець, к.т.н., В.М. Гарнік

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ПЛАНШАЙБИ ВЕРСТАТА ДЛЯ ОБРОБКИ СКЛЯНИХ ПЛИТОК

V.M. Buhovets, Ph.D., V.M. Harnik

DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE MODERNIZED DRIVE OF THE FLANGE OF THE MACHINE FOR PROCESSING GLASS TILES

Різноманіття технологічних операцій, які виконуються при обробці скла, високі вимоги до продуктивності обробки і якості поверхні викликають необхідність використання спеціального обладнання, яке дозволяє забезпечити раціональні режими для кожного випадку обробки [1, 2]. Одним із видів обладнання, яке використовується при обробці скла, є верстат для шліфування плоских поверхонь скляних плиток вільним абразивом. Одним із основних вузлів для забезпечення процесу обробки на таких верстатах є привод обертання планшайби. Для правильної оцінки навантажень, що діють у системі приводу планшайби, та вибору його конструктивних параметрів необхідно знати його динамічні характеристики. Тому дослідження динамічної поведінки пружної системи приводу планшайби верстата для шліфування плоских поверхонь скляних плиток є актуальною науково-практичною задачею.

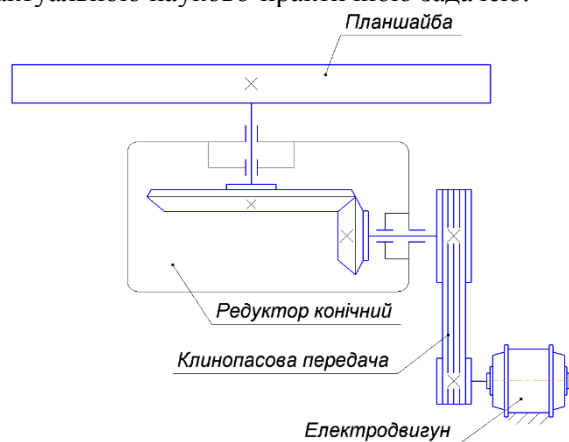


Рисунок 1. Схема приводу планшайби верстата для шліфування плоских поверхонь скляних плиток

У роботі розглядається модернізований привод обертання планшайби верстата для шліфування плоских поверхонь скляних плиток, що складається з двигуна, клинопасової передачі, редуктора та планшайби (рис.1). Привід планшайби до модернізації мав малий термін служби клинопасової передачі через її велике передавальне число, малий кут охоплення ведучого шківів і велике пускове навантаження.

З метою визначення динамічних характеристик була розроблена двомасова динамічна модель приводу. З використанням рівняння Лагранжа другого роду отримано рівняння руху двомасової механічної системи. За результатами моделювання отримано власні частоти крутильних коливань, а також побудовано форми коливань. З використанням

методу Рунге-Куты реалізованого за допомогою пакета прикладних програм MathCAD проведено моделювання перехідних процесів у приводі обертання планшайби верстата для шліфування плоских поверхонь скляних плиток при заданих початкових умовах.

Література.

1. Tooley Fay V. The Handbook of Glass Manufacture/ Fay V. Tooley – New York: Ashlee Pub. Co., 1984. – 580p.
2. Rowe W.B. Modern Grinding Technology and Systems/ W.B. Rowe. – Basel: MDPI, 2019. – 150p.

УДК 621.924.56

В.Н. Волошин, к.т.н., доцент, В.М. Буховець, к.т.н., В.І. Качор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК

V.N. Voloshyn, Ph.D., Assoc. Prof., V.M. Buhovets, Ph.D., V.I. Kachor

DYNAMIC PROPERTIES OF THE ELASTIC SYSTEM OF THE MAIN DRIVE OF A CNC TURRET LATHE

Для забезпечення стійкого різання при інтенсивних режимах, а також високої точності обробки система приводу головного руху токарно-револьверного верстата (ТРВ) з ЧПК повинна мати значну жорсткість у статичних і динамічних режимах. Незважаючи на те, що розробка приводів з безступеневою змінною швидкості в основному зробила зайвими коробки швидкостей, все ще існує певна кількість передавальних механізмів, які потребують динамічної оптимізації [1, 2]. Знання динамічних характеристик дозволяє правильно оцінити навантаження, що діють у системі головного приводу, і вибрати конструктивні параметри системи так, щоб обмежити ці навантаження заданими межами. Тому використання систем розрахунку та моделювання для оцінки динамічної поведінки пружних систем приводів головного руху ТРВ з ЧПК є актуальною науково-практичною задачею.

Майже у всіх наукових роботах привід головного руху описується крутильною коливальною системою з кількома ступенями вільності, що передає крутний момент від двигуна до шпинделя [2-4]. Спектр збурювальних впливів на привід дуже різноманітний – це можуть бути стаціонарні коливання, ступінчасті та імпульсні впливи [2-4].

У роботі розглядається привод головного руху ТРВ з ЧПК, що складається з двигуна, поліклінопасової передачі та шпиндельного вузла (рис.1). Розроблена динамічна модель приводу представлена у вигляді двомасової системи, маси якої (механічні системи двигуна та шпиндельного вузла) прийняті механізмами з жорсткими ланками та одним ступенем вільності, що з'єднані пружною безінерційною ланкою, яка моделює поліклінопасову передачу (рис.2). На систему приводу діють обертовий момент електродвигуна $M_d(t)$ і статичний момент від тангенціальної складової сили різання $M(t)=M_p$.

З використанням рівняння Лагранжа другого роду для механічної системи з голономними зв'язками, отримано рівняння руху механічної системи двигуна

$$J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = M_d(t) - c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2), \quad (1)$$

та рівняння руху шпиндельного вузла:

$$J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = -M_p - c_{12}(\varphi_2 - \varphi_1), \quad (2)$$

де J_1, J_2 – зведені моментами інерції механічних систем двигуна та шпиндельного вузла; c_{12} – жорсткість пасової передачі; $\varphi_1(t), \varphi_2(t)$ – кути

повороту ротора двигуна та шпинделя відповідно.

Рівняння (1) та (2) містять три невідомих $M_\delta(t)$, $\varphi_1(t)$ та $\varphi_2(t)$. Для отримання повної системи рівнянь руху приводу необхідно до цих рівнянь додати характеристику двигуна постійного струму, із якої можна отримати $M_\delta(t)$

$$M_\delta(t) = \beta(\omega_0 - \omega_1), \quad (3)$$

де β – жорсткість механічної характеристики двигуна постійного струму;
 ω_0 – частота обертання холостого ходу.

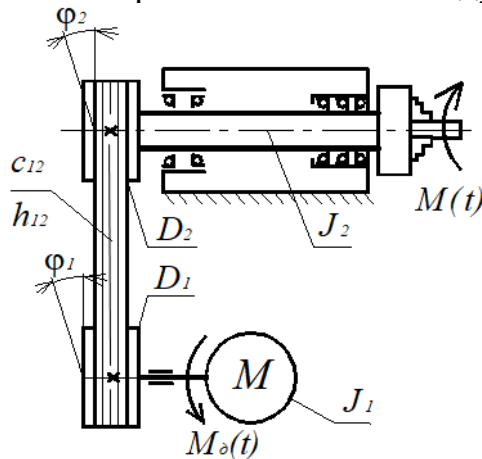


Рисунок 1. Схема приводу головного руху ТРВ з ЧПК

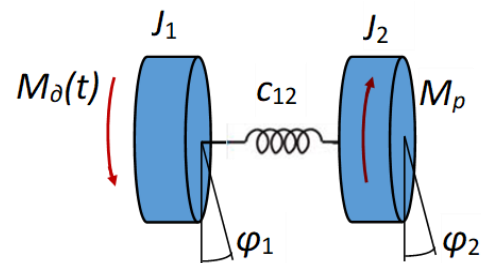


Рисунок 2. Динамічна модель приводу головного руху ТРВ з ЧПК

З використанням методу Рунге-Куты реалізованого за допомогою MathCAD проведено моделювання перехідних процесів у приводі головного руху ТРВ з ЧПК на етапі розгону при заданих початкових умовах і заданому характері статичного навантаження, результати якого приведені на рис. 3.

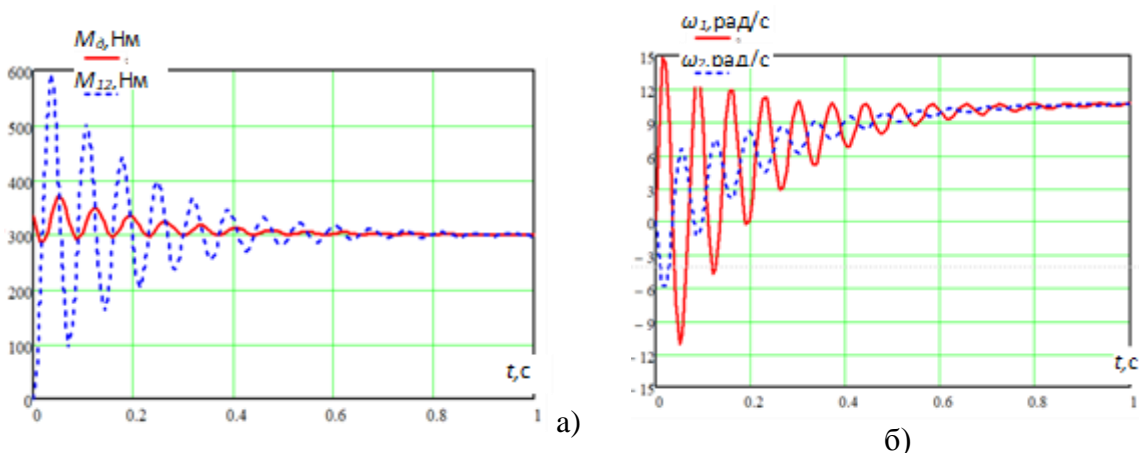


Рисунок 3. Графік залежності моменту двигуна M_δ та моменту пружності M_{12} від часу t (а) та кутових швидкостей ω_1 першої і ω_2 другої маси від часу t (б) при наступних параметрах: $M_p=300$ Нм; $J_1=0,217$ кг·м²; $J_2=0,54$ кг·м²; $c_{12}=1235$ Н/м

Література.

1. Brecher C. Machine Tools Production Systems 2. Design, Calculation and Metrological Assessment/ C. Brecher, M. Weck – Berlin: Springer-Verlag GmbH, 2021 – 840p.
2. Trucks V. Rechnergestützte Beurteilung von Getriebestrukturen in Werkzeugmaschinen/ V.Trucks. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 141 s.
3. Кузнєцов Ю.М. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія// Ю.М. Кузнєцов, І.В. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин – К.: - Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
4. Dresig H. Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Modellbildung, Berechnung, Analyse, Synthese// H. Dresig, A. Fidlin. – Berlin: Springer-Verlag, 2014. – 651s.

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 656

Р.А. Баландюк, І.Р. Кіш, В.І. Мицканюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ РОБОТИ ГРОМАДСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

R.A. Balandyuk, I.R. Kish, V.I. Mytskanyuk

QUALITY ASSESSMENT CRITERIA FOR PUBLIC PASSENGER TRANSPORT SERVICES

Громадський пасажирський транспорт є невід'ємною частиною життя сучасного міста, забезпечуючи мобільність населення та підтримуючи сталий розвиток. Для оцінки ефективності його функціонування необхідно враховувати різні аспекти, які впливають на задоволеність користувачів, економічну рентабельність і екологічну безпеку. Нижче описані ключові критерії, які використовуються для оцінки якості роботи громадського транспорту. Доступність громадського транспорту є базовим показником його ефективності. Вона включає:

Географічну доступність, яка означає розташування зупинок у межах пішохідної досяжності для більшості мешканців. Оптимальною вважається відстань у 300–500 метрів до найближчої зупинки.

Часову доступність, яка визначається регулярністю руху транспорту та відповідністю розкладу реальним потребам пасажирів, особливо в години пік.

Фінансову доступність, що залежить від рівня доходів населення. Вартість проїзду має бути обґрунтованою та доступною для широких верств населення.

Пунктуальність та дотримання розкладу є критичними для довіри пасажирів до транспортної системи. Регулярне порушення графіку руху створює незручності та призводить до втрати часу. Автоматизація управління розкладом, використання GPS-моніторингу та мобільних додатків для відстеження транспорту допомагають забезпечити високу пунктуальність.

Інформаційне забезпечення пасажирів є важливим критерієм. Це включає наявність: зрозумілих вказівників на зупинках, що містять інформацію про маршрути, графіки та вартість проїзду; електронних табло, які показують час прибуття транспорту; мобільних додатків або онлайн-сервісів для планування маршруту, відстеження транспорту та купівлі квитків.

Впровадження електробусів, тролейбусів, трамваїв та інших низьковуглецевих транспортних засобів дозволяє зменшити рівень викидів шкідливих речовин. Крім того, сучасні стандарти екологічної безпеки сприяють зниженню шумового забруднення.

Інтеграція різних видів транспорту дозволяє створити єдину мережу, що включає автобуси, тролейбуси, метро, електрички тощо. Зручні пересадки між видами транспорту, уніфіковані квитки та синхронізація графіків руху є основою інтегрованої системи. Надійність транспортної системи залежить від технічного стану рухомого складу та частоти поломок. Економічна ефективність громадського транспорту полягає у збалансованості між витратами на його утримання та доходами від експлуатації. Раціональна організація маршрутів і оптимізація витрат допомагають забезпечити доступність послуг без втрати якості. Для створення ефективної системи громадського транспорту важливо враховувати всі ці критерії, а також регулярно проводити аналіз стану системи, впроваджувати сучасні технології та враховувати потреби пасажирів. Такий комплексний підхід дозволить забезпечити зручні, безпечні та екологічно чисті перевезення, що відповідають сучасним викликам.

УДК 656

Ю.А. Гаврилів, А.В. Гбур, Н.М. Гикавий

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗВИТОК МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Y.A. Gavruliv, A.V. Gbyr, N.M. Gukavuy

DEVELOPMENT OF URBAN PASSENGER TRANSPORTATION IN UKRAINE: PROBLEMS, CHALLENGES, AND PROSPECTS

До кінця ХХ століття розвиток міських пасажирських перевезень в Україні базувався на комплексному підході до планування міської інфраструктури, що відображало єдину державну транспортну політику. Такий підхід сприяв створенню ефективної системи перевезень, яка відповідала потребам населення та забезпечувала зручність і доступність транспорту. Проте зміни у соціально-економічній ситуації, трансформація пріоритетів і недосконалість нормативно-правового регулювання поступово призвели до зниження ефективності цієї системи.

Зростання автомобілізації, недотримання законодавства у сфері перевезень, хаотичне формування маршрутних мереж і залучення приватних перевізників із транспортом малої місткості створили низку проблем. Зокрема, якість обслуговування пасажирів суттєво знизилася, зросли затори, погіршився екологічний стан, а також підвищилася аварійність.

Основні транспортні проблеми та причини їх виникнення:

Багато міст України стикаються з проблемами, пов'язаними із застарілою вулично-дорожньою мережею, яка не відповідає сучасним вимогам пропускної здатності.

Відсутність аналізу пасажиропотоку призводить до дублювання маршрутів, низької ефективності роботи громадського транспорту та нерівномірного завантаження вулиць.

Значна частина транспортних засобів має вичерпаний ресурс експлуатації, що знижує їх безпеку, комфорт та екологічність.

Відсутність систем розумного управління транспортом і недостатня інтеграція різних видів перевезень ускладнюють адаптацію до нових викликів.

Для вирішення зазначених проблем та створення сучасної транспортної системи необхідно запроваджувати комплексні заходи:

Формування збалансованого співвідношення між транспортними засобами різної місткості з урахуванням реального пасажиропотоку. Це дозволить знизити перевантаженість маршрутів та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Пріоритет має бути наданий екологічним видам транспорту, таким як електробуси, трамваї та тролейбуси, які знижують рівень викидів і шумового забруднення.

Системи "розумного" управління дорожнім рухом та моніторингу пасажиропотоків допоможуть оперативно реагувати на зміни та уникати заторів.

Створення велодоріжок, пішохідних зон і систем спільного використання транспорту (наприклад, каршеринг) сприятиме зменшенню навантаження на міський транспорт.

Розвиток міських пасажирських перевезень в Україні вимагає комплексного підходу, що враховує сучасні виклики та потреби суспільства. Раціональна організація транспортної системи, використання інноваційних технологій і підтримка екологічної складової створять умови для формування ефективної, безпечної та комфортної інфраструктури для пасажирів.

УДК 621.8

Д. В. Міронов, к.т.н.; Б. Р. Митулинський; В. О. Романюк; В. С. Перестюк
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ

D. V. Mironov, Ph.D.; B. R. Mytulinsky; V. O. Romanyuk; V. S. Perestyuk

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR IMPLEMENTING A NETWORK OF CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES

Планування оптимального розміщення зарядних станцій у місті Тернопіль є важливим завданням для забезпечення ефективного використання електромобілів та задоволення потреб їх власників. Зарядні станції підключаються до енергомережі Тернопільобленерго з урахуванням технічних можливостей та вимог енергетичної інфраструктури міста. Підключення зарядних станцій до енергомережі здійснюється шляхом приєднання до існуючих розподільчих мереж низької або середньої напруги. Для цього необхідно провести аналіз пропускної здатності електричних мереж у потенційних місцях встановлення станцій. У випадку використання зарядних станцій типу Wallbox Pulsar Plus у режимі Mode 2, які мають потужність до 7,4 кВт, підключення може здійснюватися до мережі низької напруги (220/380 В). Це значно спрощує процес підключення та знижує вартість інсталяції.

Основними факторами для вибору місця розташування зарядних станцій є:

1. Щільність населення та концентрація електромобілів.

Зарядні станції слід розміщувати в районах з високою щільністю населення та потенційно високим попитом на заряджання. Це забезпечить максимальну ефективність використання станцій та зручність для користувачів.

2. Транспортні потоки та інфраструктура.

Місця з інтенсивним рухом транспорту, такі як центральні вулиці, торгові центри, бізнес-парки та громадські установи, є пріоритетними для встановлення зарядних станцій. Це дозволить обслуговувати більшу кількість електромобілів та сприятиме популяризації електротранспорту.

3. Доступність до енергомережі.

Вибір місць з близьким розташуванням до існуючих електричних мереж високої пропускної здатності зменшує витрати на підключення та мінімізує технічні складнощі. Важливо оцінити можливість підключення без необхідності модернізації мережі або будівництва нових ліній.

4. Зручність для користувачів.

Зарядні станції повинні бути розташовані в місцях з легким доступом, наявністю паркувальних місць та безпечних умов експлуатації. Освітлення, наявність навігаційних знаків та інформаційних вказівників сприятимуть комфортному користуванню станціями.

5. Можливість розширення інфраструктури.

Вибір локацій з перспективою подальшого розширення кількості зарядних точок або встановлення більш потужних станцій дозволить адаптуватися до зростаючого попиту в майбутньому.

Станом на 2024 рік, енергомережа Тернополя має достатню пропускну здатність для задоволення поточних потреб споживачів. Однак зростання навантаження через підключення великої кількості зарядних станцій для електромобілів може вимагати детального аналізу та, за необхідності, модернізації окремих ділянок мережі. Більшість електричних мереж міста перебуває в задовільному стані, але є ділянки, які потребують оновлення та реконструкції. Це важливо враховувати при плануванні підключення нових об'єктів, щоб забезпечити надійність та безпеку електропостачання.

Для визначення оптимальних координат розміщення зарядних станцій необхідно провести кількісний аналіз, використовуючи математичні моделі та формули. Розрахунок базується на таких основних даних:

- Населення міста Тернопіль до 2026 року: $N=337\,000$ осіб.
- Прогнозована кількість електромобілів до кінця 2026 року: $E=11\,200$ одиниць.

Для визначення оптимальних місць розміщення можна застосувати метод кластерного аналізу з використанням алгоритму k-середніх (k-means clustering). Цей метод дозволяє розподілити точки попиту на зарядні станції на кластери та визначити центри цих кластерів, які будуть оптимальними місцями для встановлення станцій. Необхідні наступні дані:

- Координати точок попиту: $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, де x_1, x_2, \dots, x_n — географічні координати місць з високою концентрацією електромобілів або потенційних користувачів.
- Вагові коефіцієнти: w_i , які відображають інтенсивність попиту в точці x_i (наприклад, кількість електромобілів у районі).
- Кількість кластерів: $K=S=34$.

Задача полягає в мінімізації зваженої суми квадратів відстаней між точками попиту та центрами кластерів:

$$\arg \min_c \sum_{i=1}^n w_i |x_i - c(x_i)|^2 \quad (1)$$

де:

- $C=\{c_1, c_2, \dots, c_K\}$ — координати центрів кластерів (місць розміщення зарядних станцій).
- $c(x_i)$ — центр кластера, до якого віднесена точка x_i .
- $\|x_i - c(x_i)\|$ — Євклідова відстань між точкою попиту та центром кластера.

Алгоритм включає наступні кроки:

1. Випадково або на основі апріорної інформації вибрати початкові центри кластерів C .

2. Для кожної точки x_i визначити найближчий центр кластера:

$$c(x_i) = \arg \min_{c_k} |x_i - c_k| \quad (2)$$

3. Обчислити нові центри кластерів як зважені середні точок, віднесених до кожного кластера:

$$c_k = \frac{\sum_{x_i \in C_k} w_i x_i}{\sum_{x_i \in C_k} w_i} \quad (3)$$

4. Якщо зміни центрів кластерів незначні, алгоритм зупиняється; інакше повернутися до кроку 2.

5. Отримати дані про розподіл населення, кількість електромобілів у різних районах міста, місця тяжіння (торгові центри, офіси, паркінги). Призначити ваги w_i

відповідно до кількості потенційних користувачів або інтенсивності транспортного потоку в точці x_i .

6. Розрахувати відстані. Використовується Євклідова відстань між двома точками:

$$d(x_i, c_k) = \sqrt{(x_i^{(1)} - c_k^{(1)})^2 + (x_i^{(2)} - c_k^{(2)})^2} \quad (4)$$

7. Якщо обрані місця не відповідають додатковим критеріям, необхідно:

- Перемістити станцію в найближче місце, що задовольняє вимогам.
- Повторити алгоритм з оновленими обмеженнями.

Результати розрахунку за запропонованим алгоритмом з розміщенням розрахованих зарядних станцій представлено на рис. 1.

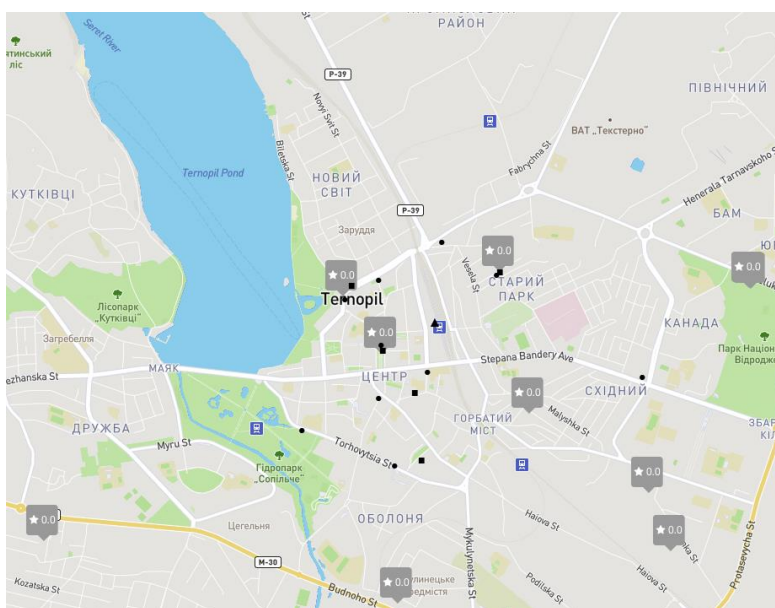


Рисунок 1. Розташування електричних автомобілів ●, споживачів ■ та шуканої зарядної станції ▲

Висновок. Розрахунок оптимальних місць розташування зарядних станцій у місті Тернопіль базується на застосуванні кластерного аналізу з використанням алгоритму k -середніх, врахуванні вагових коефіцієнтів точок попиту та додаткових обмежень. Врахування реальних умов міста, таких як дорожня мережа та доступність електромережі, забезпечує практичність та ефективність отриманих рішень. Цей підхід дозволяє науково обґрунтовано планувати розміщення зарядних станцій, що сприятиме розвитку електромобільності та задоволенню потреб мешканців міста.

Література

1. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hrynkiv, A., Mironov, D., Volianskyi, M., Rogatynskiy, R., Solomka, O., Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (127)), 37–46.
2. Moreno-gamboa, F.; Escudero-atehortua, A.; Nieto-londoño, C. Alternatives to Improve Performance and Operation of a Hybrid Solar Thermal Power Plant Using Hybrid Closed Brayton Cycle. *Sustainability*. [online], 2022, 14, p. 9479.
3. Singh S. Global electric vehicle market looks to power up in 2018. [online], <https://www.forbes.com/sites/sarwantsingh/2018/04/03/global-electric-vehicle-market-looks-to-fire-on-allmotors-in-2018/#6bf966142927>.
4. Tarnapowicz, D.; German-Galkin, S.; Nerc, A.; Jaskiewicz, M. Improving the Energy Efficiency of a Ship's Power Plant by Using an Autonomous Hybrid System with a PMSG. *Energies* 2023. [online], 2023, 16, p.3158.

УДК 621.8

Д. В. Міронов, к.т.н.; Д. Ю. Ревак; М. Р. Кошулінський; Т. І. Медвідь
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОТУЖНОСТІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ТА ТОЧОК ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРО- І ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

D. V. Mironov, Ph.D.; D. Yu. Revak; M. R. Koshulinsky; T. I. Medvid

METHODOLOGY FOR CALCULATING THE CAPACITY OF CHARGING STATIONS AND CONNECTION POINTS FOR THE IMPLEMENTATION OF A NETWORK OF CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES

Зарядні пристрої для тягових акумуляторних батарей (АКБ) електромобілів є критичними компонентами інфраструктури. Вони забезпечують ефективне та безпечне відновлення енергії в батареях, що впливає на загальну продуктивність і зручність використання електричних транспортних засобів.

Для ефективного планування мережі зарядних станцій у місті Тернопіль необхідно виконати ряд розрахунків, враховуючи прогнозовану кількість електромобілів до кінця 2026 року. Згідно з прогнозованими даними, очікується, що до цього часу в Тернополі буде приблизно 11 200 електромобілів при населенні 337 000 осіб.

Перш за все, визначимо середню кількість електромобілів на 1000 жителів міста. Це показник важливий для оцінки рівня електромобільності та планування інфраструктури. Розрахунок виконується за формулою:

$$\left(\frac{11200}{337000}\right) \times 1000 \approx 33.23 \quad (1)$$

Отже, у 2026 році в Тернополі буде приблизно 33 електромобілі на кожну тисячу жителів.

Далі розглянемо середню площу стоянки для автомобілів. Стандартне паркувальне місце займає площу близько 2,5 метрів у ширину та 5 метрів у довжину, що становить 12,5 квадратних метрів. Проте з урахуванням проїздів та маневрових зон загальна площа на одне паркомісце збільшується до приблизно 25 квадратних метрів. Це враховує необхідний простір для безпечного руху автомобілів на стоянці.

Наступним кроком є визначення необхідної кількості точок підключення та кількості електромобілів на одній стоянці. Припустимо, що одночасно потребують заряджання близько 15% від загальної кількості електромобілів:

$$11200 \times 0.15 = 1680 \quad (2)$$

Таким чином, для задоволення попиту необхідно забезпечити 1 680 точок підключення в місті. Якщо прийняти, що середня стоянка може обслуговувати близько 50 електромобілів, тоді кількість таких стоянок буде:

$$\frac{1680}{50} = 33,6 \quad (3)$$

Округлюючи до найближчого цілого числа, отримуємо 34 стоянки з необхідною інфраструктурою для заряджання.

Щодо потужності зарядної станції в режимі Mode 2, цей режим передбачає заряджання змінним струмом від побутової мережі з використанням спеціального кабелю з вбудованими засобами захисту. Максимальна потужність в цьому режимі зазвичай становить 3,7 кВт (при напрузі 230 В і струмі 16 А). Для розрахунку загальної необхідної потужності використовуємо цю величину:

$$1680 \times 3,7 \text{ кВт} = 6216 \text{ кВт} \quad (4)$$

Тобто сумарна потужність, необхідна для одночасного заряджання 1680 електромобілів у режимі Mode 2, становить 6 216 кВт або 6,216 МВт.

Для забезпечення такої потужності може знадобитися модернізація існуючої електромережі або впровадження системи керування навантаженням, яка дозволить рівномірно розподілити споживання електроенергії та уникнути пікових навантажень.

При виборі моделі зарядної станції слід враховувати її відповідність вимогам режиму Mode 2, надійність, безпеку та можливість інтеграції з системами управління енергоспоживанням. Одним із можливих варіантів є зарядні станції типу Wallbox Pulsar Plus, які підтримують заряджання в режимі Mode 2 з потужністю до 7,4 кВт, оснащені інтелектуальними функціями та вбудованими засобами захисту. Вибір такої моделі обумовлений її компактністю, простотою встановлення та можливістю віддаленого керування через мобільний додаток. Це дозволяє користувачам контролювати процес заряджання, а операторам стоянок ефективно керувати інфраструктурою.

Висновок. Таким чином, для міста Тернопіль рекомендовано планувати встановлення близько 34 стоянок з зарядними станціями, що забезпечать необхідну кількість точок підключення та потужність для обслуговування прогнозованої кількості електромобілів до 2026 року. Вибір моделей зарядних станцій, таких як Wallbox Pulsar Plus, сприятиме створенню сучасної та ефективної інфраструктури заряджання, відповідаючи потребам користувачів та вимогам безпеки.

Література

1. Ляшук О.Л., Міронов Д.В., Лисенко С.В., Гупка А.Б., Бодоряк Ю.Д., Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод у Тернопільській області та заходи щодо зниження аварійності / Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 9(40), ч. II. С. 88-106.
2. Dmytro Mironov, Valchyshyn Oleksandr. The use of generalized diagnostic indicators for assessing the technical condition of vehicles during accident investigations / Modern trends in the development of science and information technologies, *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. Sofia, Bulgaria. 2024. Pp. 257-261.*
3. Yalçın S, Herdem MS. Optimizing EV Battery Management: Advanced Hybrid Reinforcement Learning Models for Efficient Charging and Discharging. *Energies*. [online], 2024; 17(12), p. 2883.
4. Jiang B-H, Hsu C-C, Su N-W, Lin C-C. A Review of Modern Electric Vehicle Innovations for Energy Transition. *Energies*. [online], 2024; 17(12), p. 2906.

УДК 629.3

А.А. Швець, В.Ю. Стечишин, Т.В. Чорний

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

РОЛЬ МАСЛОВІДДІЛЮВАЧІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ КАРТЕРА

A.A. Shvets, V.Iu. Stechyshyn, T.V. Chornyi

THE ROLE OF OIL SEPARATORS IN ENHANCING THE EFFICIENCY OF CRANKCASE VENTILATION SYSTEMS"

Масловідділювачі є ключовим елементом будь-якої системи вентиляції картера (СВК), виконуючи вирішальну роль у процесах відділення та осадження масла. Існує багато різновидів масловідділювачів, які можуть варіюватися від простих пасивних конструкцій до складних механічних або електричних систем, з різною ефективністю та принципом дії.

Розглянемо один із прикладів такого обладнання - масловідділювач компанії "Mahle", його конструктивні особливості та принципи роботи (рис. 1).



Рисунок 1. Зображення масловідділювача "Mahle"

Масловідділювач "Mahle" має малі розміри, що дозволяє легко інтегрувати його у будь-яку конфігурацію двигуна. Він спроектований так, що не потребує регулярного обслуговування, що знижує загальні витрати на експлуатацію та забезпечує більшу надійність.

Масловідділювач може бути використаний як у відкритих, так і в закритих СВК, демонструючи його адаптивність до різних умов експлуатації. Масловідділювач працює на принципі центрифугування або фільтрації, використовуючи силу відцентрового викиду для відділення масляних частинок від газів. Картерні гази проходять через спеціально розроблену камеру, де за допомогою обертових елементів або фільтруючих матеріалів відбувається відділення масла. Очищені від масла гази виходять із масловідділювача та подаються далі до системи впуску двигуна або вивільняються у атмосферу, залежно від типу СВК.

Ця технологія сприяє підвищенню ефективності двигуна, зниженню викидів шкідливих речовин та забезпечує триваліший термін служби компонентів двигуна завдяки зменшенню забруднення системи змащення.

УДК 656

А.Й. Матвіїшин, к.т.н., доц., З.О. Михайлишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

A.Y. Matviishyn Ph.D., Assoc. Prof.; Z.O. Mykhailyshyn

CONCEPT AND TYPES OF INTERMODAL TRANSPORTATION

Інтермодальні перевезення — це процес транспортування вантажів, який передбачає використання кількох видів транспорту (автомобільного, залізничного, морського, повітряного) за єдиним перевізним документом без перевантаження самого вантажу під час зміни транспорту. Основною особливістю цього виду перевезень є використання стандартизованих транспортних одиниць, таких як контейнери, що забезпечує зручність та безпеку перевезень.

Відповідно до визначення Європейської економічної комісії ООН, інтермодальні перевезення спрямовані на раціональне використання кожного виду транспорту залежно від його сильних сторін, наприклад, ефективності залізничного транспорту для великих відстаней або маневреності автомобільного транспорту для доставки "останньої милі". Інтермодальні перевезення сприяють інтеграції глобальних ринків, оскільки дозволяють ефективно здійснювати транспортування між країнами та континентами.

Інтермодальні перевезення містять безліч комбінацій доставки вантажів морським, авіа, наземним та залізничним транспортом. Для будь-якої з комбінацій може бути дуже важливим використання послуг перевезення з різних причин: нестача суден в доках для обслуговування контейнерів, домовленості про перевезення вантажів між різними перевізниками та інші. Крім того, перевізники значною мірою забезпечують безпеку та своєчасність перевезень завдяки вузько узгодженому технічному завданню.

Від Дверей до Дверей – Інтермодальні перевезення по суті доставляють вантаж від дверей (або, точніше, від порту відправлення або терміналу відправлення, залежно від першого виду транспорту) до дверей вантажоодержувача. Однак цей вид окремо визначений, що підкреслює незамінність цієї послуги при інтермодальному перевезенні.

"Пірс" – Згідно з назвою, пірс є одним з основних пунктів відправлення вантажу. На практиці, наприклад, вантажівки із залізничних станцій перевозять товари для подальшого транспортування морем до пірса або порту, звідки контейнери завантажуються на судна.

Прискорена доставка – Цей вид послуг використовується для термінових вантажів для подальшого інтермодального перевезення.

"Човниковий" тип – Зазвичай контейнери відправляються в транспортні вузли або доки для очікування і переходу на наступний відрізок маршруту інтермодальних перевезень. Однак, перевізники для зручності та необхідності також використовують шатли (човни) для тимчасового утримання контейнерів з вантажем. Такий вид послуг є корисним, якщо в доках не вистачає вільних суден для приймання контейнерів тощо.

Література

1. Андрійчук В. Г. *"Логістика: теорія і практика"* – Харків: Видавництво ХНЕУ, 2019.
2. Паламарчук В. О., Ковальчук Г. О. *"Міжнародна логістика та транспортні системи"* – Львів: Львівська політехніка, 2018.

УДК663.17

А.І. Днесь¹, В.В. Царик², О.Е. Козирський²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ

A.I. Dnes, V.V. Tsaryk, O.E. Kozyrskyi

TRANSFER CASE EFFICIENCY

В даний час найбільш поширеними засобами перемикання передач в роздавальних коробках автомобільних трансмісій є зубчасті муфти, у них висока вантажопідйомність, вони технологічні у виробництві, їх шестерні знаходяться в постійному зачепленні, і в них може застосовуватися косозубе зачеплення передач, які при відсутності синхронізації пар тертя або електронної системи управління двигуном можливі тільки на зупиненому автомобілі.

У роздавальних коробках з перемиканням фрикційної муфти безперервність процесу перемикання досягається за рахунок перекриття передач: спочатку включається одна передача, а потім відключається інша, що дає можливість перемикати передачі без переривання потоку потужності. При вимкненому зчепленні завжди є втрати на тертя між провідним і веденим дисками. Можна стверджувати, що перемикати передачі за допомогою фрикційних муфт доцільно тільки у випадку з автоматичними коробками передач, а використовувати гідротрансформатори і фрикційні трансформатори в роздавальних коробках, тому що вони мають низький ККД, велику вагу і не дозволяють кінетичній енергії маховика ДВЗ збільшувати крутний момент на ведучих колесах в екстремальних умовах їзди.

Можна зробити висновок: для автомобільних трансмісій найбільш вигідними є механічні ступінчасті трансформатори крутного моменту.

Роздавальна коробка повинна управлятися за допомогою пневматичного або електричного приводу, що забезпечує необхідну швидкість і зручність експлуатації; Роздавальна коробка повинна бути поєднана з двоступінчастою коробкою передач, а для перемикання передач і блокування диференціала можна використовувати зубчасті муфти, а для того, щоб мати можливість перемикати в ній передачі під час руху авто, необхідно оснастити її спеціальною схемою перемикання.

З аналізу відомих результатів видно, що річна продуктивність автомобіля в разі використання роздавальної коробки з механізмом управління в його трансмісії може збільшитися на 23,54 - 22,89%.

Таким чином, використовуючи роздавальні коробки, оснащені механізмом управління, можна значно підвищити основні техніко-економічні показники автомобілів.

Література

1. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
2. Сахно В. П., Григорашенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
3. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. К. : КВІЦ, 2004. 174 с
4. Євген Калашник. Електронно керовані гідромеханічні коробки зміни передач в пасажирських автомобілях з тепловими двигунами: Кондор, 2022. 140 с.

УДК663.17

А.К. Кудров¹, М.Г. Левкович², к.т.н, М.С. Вербовий²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИПАДКОВИХ ВІДМОВ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АТЗ

А.К. Kudrov, M.H. Levkovich Ph.D, M.S. Verbovyi

PREDICTION OF RANDOM FAILURES AT THE STAGES OF THE AUTOMOTIVE LIFE CYCLE

У сучасних умовах зростання автомобілізації надійність автотранспортних засобів (АТЗ) є ключовим чинником їх конкурентоспроможності. Забезпечення високого рівня цього показника вимагає комплексного підходу, який охоплює всі етапи життєвого циклу АТЗ - від проектування до утилізації. Важливу роль у цьому процесі відіграє інформація про відмови, що виникають під час експлуатації, зокрема дані, зафіксовані у вигляді рекламацій споживачів.

Ефективне використання цієї інформації дозволяє виявляти специфічні умови експлуатації та визначати напрацювання, при якому ті чи інші компоненти виходять з ладу. Це створює основу для вдосконалення конструкції, підвищення надійності окремих деталей і систем, а також оптимізації технічного обслуговування і ремонту. Особливо актуальним є застосування таких підходів для популярних моделей, які широко використовуються у різних сферах діяльності, де висока надійність техніки є критично важливою.

Для забезпечення високої надійності автотранспортних засобів необхідно зосередитися на деталях, які суттєво впливають на цей показник, або, іншими словами, є критичними. Дослідження показують, що з 15-18 тисяч деталей, з яких складається автомобіль, близько 3-4 тисяч мають менший термін служби, ніж сам автомобіль. Проте лише близько 400 із них (2,2-2,7%) дійсно можна вважати критичними з точки зору надійності.

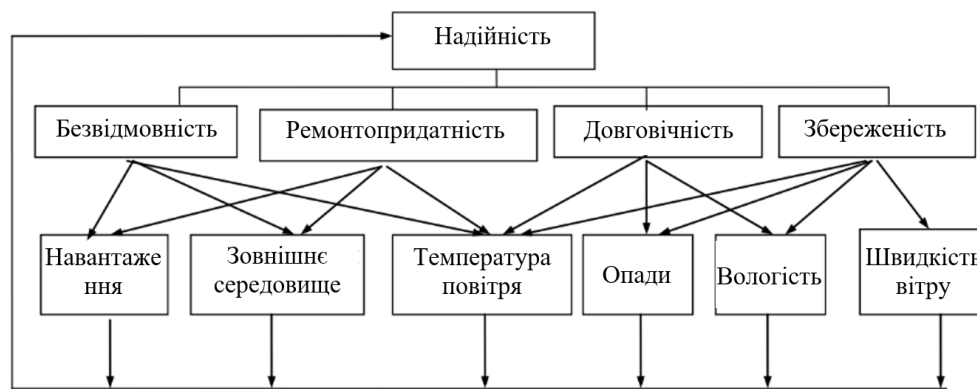


Рисунок 1. Зв'язок надійності автомобіля з навколишніми умовами

Це свідчить про те, що найефективнішим підходом до підвищення експлуатаційної надійності є запобігання відмовам саме критичних деталей. Для цього необхідно прогнозувати технічний стан цих деталей залежно від їх напрацювання та планувати відповідну періодичність технічного обслуговування. Крім того, здатність прогнозувати

можливі відмови, тобто оцінювати ймовірність виходу контрольованих параметрів за допустимі межі в майбутньому, дозволяє вирішувати ще одну важливу задачу - планування поставок запасних частин. Такий підхід враховує умови експлуатації, кліматичні фактори, сезонність, тип і модель автомобіля, його комплектацію тощо. Це дозволяє мінімізувати простой та забезпечити безперебійну роботу автопарку.

Для накопичення статистичних даних про відмови найбільш доцільно використовувати можливості таких інформаційних систем і технологій, як системи управління базами даних по обліку відмов, здатні описати всі види відмов за характером поломки та вузлом, в якому вона виникла, умовами, в яких експлуатувався автомобіль, а також програма статистичного аналізу накопиченої інформації.

Крім того, параметри законів розподілу випадкових величин напрацювання до відмови визначаються для зібраних даних за допомогою спеціальних програм. Ці програми, базуючись на гістограмах емпіричних даних, будують графіки розподілу та перевіряють їх відповідність вибірковим даним на основі заданого рівня значущості. Такий підхід дозволяє отримувати точні моделі прогнозування відмов, що є важливим для планування технічного обслуговування та забезпечення запасними частинами.

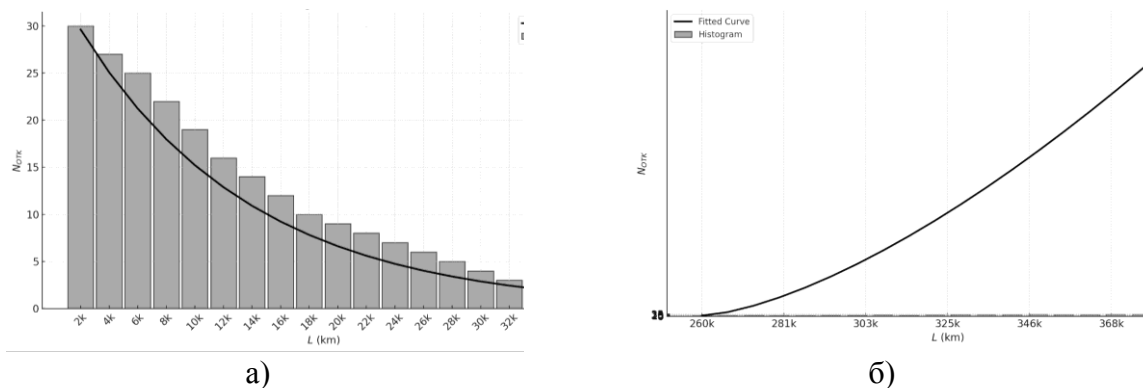


Рисунок 4.2 – Розподіл відмов, зумовлених дефектами виробництва (а) та зносом (б) в період припрацювання

Результати аналізу слугують для розробки та коригування інструкцій, призначених як для сервісних центрів, так і для автовласників, підвищуючи тим самим ймовірність безвідмовної експлуатації автомобіля. І причина полягає в тому, що будь-яка відмова автомобіля виникає в певний момент, який з певною ймовірністю можна спрогнозувати. Тому що інтенсивність відмов автомобілів, як показує аналіз їх експлуатаційних показників, має три чітко виражених експлуатаційних етапи: період приработки, коли спостерігається підвищена інтенсивність відмов, що зумовлено, як правило, виробничими дефектами; період штатної експлуатації, коли відмови носять випадковий характер і з'являються раптово, перш за все через недотримання умов експлуатації, зміни навантаження, впливу несприятливих зовнішніх факторів тощо; період зростання інтенсивності відмов, що викликано старінням техніки та іншими причинами, пов'язаними з тривалою експлуатацією.

Література

1. Випадкові процеси: теорія, статистика, застосування: підручник / Ю. С. Мішура, К. В. Ральченко, Л. М. Сахно, Г. М. Шевченко. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2023. – 496 с.
2. Канарчук В.С. Надійність машин: Підручник / В.С. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.:Либідь, 2003. – 424 с.
3. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В. Основи теорії надійності технічних систем. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В., Львівська політехніка, 2021. – 208 с.

У

Д.П. Луцик; М. М. Сколіо, А.В. Тайжанов; В.С.Черватюк
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, (Україна)

СТЕНДОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ З ГСУ

A.P. Lutsik; M. M. Skolio, A.V. Taizhanov; V.S. Chervatyuk

BENCH EQUIPMENT FOR GSU RESEARCH

Експлуатаційні показники руху автомобіля з ГСУ залежить від багатьох факторів. Для того, щоб найбільш повно вивчити процеси, що відбуваються при русі автомобіля з гібридною силовою установкою, необхідно здійснити велику кількість спостережень і вимірів. Створена математична модель дозволила замінити об'єкт дослідження, та одержувати про нього інформацію для аналітичних досліджень вихідні дані були задані з припущеннями. Будь-яка математична модель вимагає перевірки її адекватності на реальному фізичному об'єкті.

Об'єктом експериментального дослідження був обраний автобус БАЗ А079 (рис.Рисунок 1) категорії МЗ Чемеровецького АТП Хмельницької області з все колісною схемою приводу. На місце приєднання карданного вала було встановлено силовий електромотор (рис.2-3).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд автомобіля з ГСУ

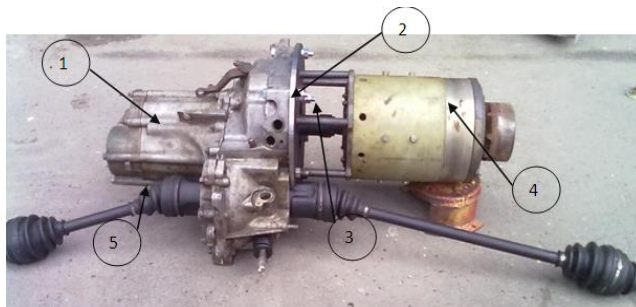


Рисунок 2 – Електрична силова установка
1 – коробка передач; 2 – перехідна плита;
3 – муфта; 4 – електромотор; 5 – піввісь.

Як первинне джерело енергії обрано силовий електромотор, вторинним джерелом механічної енергії обраний дизельний двигун: номінальна потужністю 7,5 кВт; напругою живлення 36 В; номінальний струмом 190 А; номінальні оберти 2000 об/хв максимальні 4000 об/хв. На рис.Рисунок 3 показано встановлення електричної установки на задню вісь. Автомобіль було переобладнано в гібридний для реалізації різних режимів руху та використання різних джерел енергії. Випробувальна дорога повинна бути рівною, прямою, на ній не повинно бути перешкод і повітрязахисних установ. Поздовжній ухил випробувальної дороги повинен бути не більше $\pm 2\%$. Поздовжній ухил визначають, як відношення різниці висоти початку і кінця випробувальної дороги. Максимальна поперечна кривизна дороги не повинна бути більше 1,5 %.

Умови випробувань:

а) Тиск в шинах повинен відповідати рекомендаціям виробника для випадку, коли температура в шинах дорівнює температурі навколишнього середовища.

б) В'язкість змазки в механічних вузлах повинна відповідати специфікації виробника.

в) Освітлення, світова сигналізація і допоміжні прилади повинні бути вимкнені, за винятком приладів, необхідних для проведення випробувань і руху транспортного засобу (ТЗ) в денний час.

г) Всі системи зберігання енергії, не призначені для створення тягового зусилля, повинні бути заряджені до максимального рівня, встановленого виробником.

д) Якщо робоча температура електричної батареї повинна бути вища температури навколишнього середовища, то протягом випробування повинні бути прийняті заходи підтримання температури батареї в встановленому робочому діапазоні.

е) Для всіх етапів випробування, які проводяться поза приміщенням, температура навколишнього середовища повинна бути в межах від 5 °С до 32 °С.



Рисунок 3 – Розміщення електродвигуна в задній частині автомобіля

Випробувальний цикл (рис. 4) являє собою європейський міський їздовий цикл ECE 15, тривалістю 195 с. Його теоретична середня швидкість дорівнює 18,77 км/год.

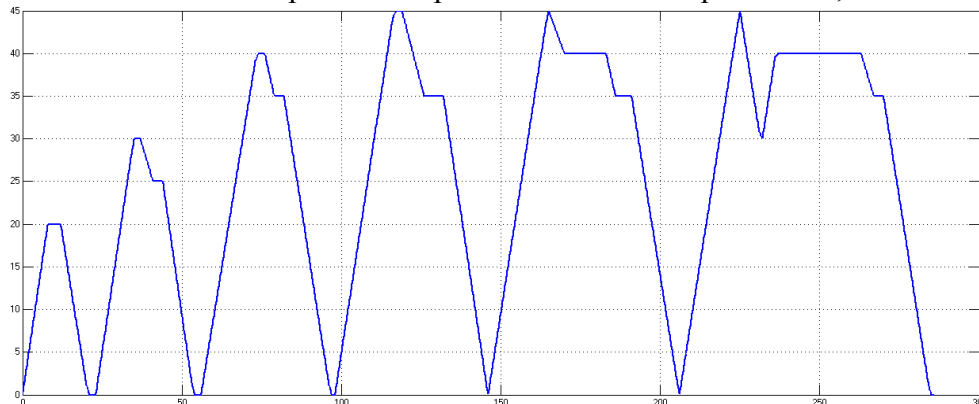


Рисунок 4 – Міський їздовий цикл ГОСТ 20306-90

УДК 005.932:004

Б.Б. Млинко, канд.техн.наук, доц.; Ю.П. Якуб'як
(Тернопільський національний технічний університет)

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЗБОРУ ДАНИХ ПОТЕНЦІЙНИХ КЛІЄНТІВ

B.B. Mlynko Ph.D., Assoc. Prof.; Y.P.Yakubyak

DEVELOPING AN ALGORITHM FOR OPTIMIZING THE PROCESS OF POTENTIAL CUSTOMERS COLLECTING DATA

Застосування інформаційних систем у логістиці має великі перспективи, оскільки підприємство, як система, потребує взаємозв'язку між її складовими частинами для створення інтегрованої та складної структури. Запровадження інформаційних технологій у бізнес стратегіях та логістиці, а саме для збору даних про компанії та постачальників з метою розширення клієнтської бази є актуальною задачею.

Метою роботи було провести аналіз доступних застосунків та надбудов, розробити алгоритм функціонування системи для формування цільової клієнтської бази компанії.

Для аналізу функціоналу було підбрано три парсери, які стали прикладом для кращого розуміння процесу формування цільової клієнтської бази. Було визначено їх основні функції, переваги та недоліки (таблиця 1).

Таблиця 1 – Аналіз доступних застосунків

Характеристики	Netpeak Checker	Web Scraper	Import.io
Види даних	Аналіз ключових слів, технічний аудит, аналіз зовнішнього профілю лінків та швидкості загрузки сторінок	Витягування даних зі сторінок веб-сайтів, зберігання у різних форматах	Витягування даних з веб-сайтів, автоматичне оновлення та моніторинг змін
Рівень складності	Вимагає деякого розуміння SEO та технічних аспектів веб-сторінок	Вимагає розуміння основ програмування та конфігурації скриптів	Легкий у використанні, не вимагає програмування
Можливість безкоштовного використання	Немає	Частково доступний безкоштовний план з обмеженнями	Обмежений доступ до безкоштовного плану
Недоліки	Обмежена безкоштовна версія, платна підписка для повного доступу	Вимагає розуміння програмування, можливі обмеження з захистом даних	Обмежена можливість налаштування складних сценаріїв, платна підписка

Провівши порівняння та ознайомившись з функціоналом аналогів, сформувався бачення функціоналу майбутнього продукту, відповідно до цього було розроблено алгоритм, який представлено на рисунку 1. Робота алгоритму полягає у наступному: на основі ключових слів та певних цільових країн проводиться пошук потенційних клієнтів, а саме витягування даних з карток, які мають відповідні активіти. Результати зберігаються в таблицях, з яких відбираються ліди для замовника. Якщо даних достатньо – клієнт отримує базу з потенційними замовниками, якщо ж конверсія вивантаження занадто мала – база відправляється на довивантаження.

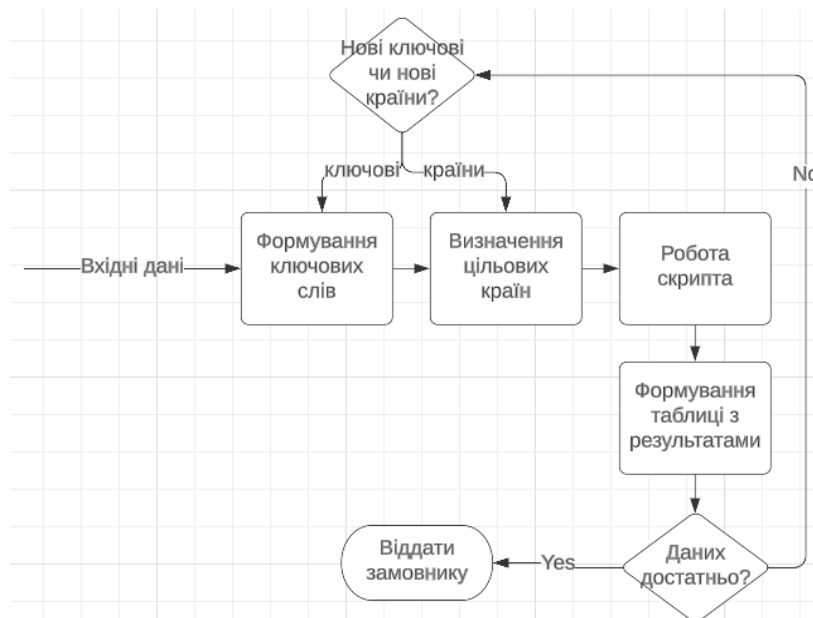


Рисунок 1 – Алгоритм формування клієнтської бази компанії

Висновок: досліджено наявні застосунки та надбудови для парсингу даних. На основі аналізу доступних аналогів розроблено алгоритм роботи парсера. Отриманий алгоритм дає можливість зрозуміти етапи формування клієнтської бази в аналогах та, в майбутньому, реалізувати власний скрипт для формування цільової клієнтської бази компанії.

Література

1. Web Scraper - Free Web Scraping. Онлайн. Google Chrome - Download the Fast, Secure Browser from Google.. Режим доступу: <https://chrome.google.com/webstore/detail/web-scraper-free-web-scr/jnhgnonknehp-ejjehehlklipmbmhn>. [дата звернення 12.11.2024].
2. Scraping a site | Web Scraper Documentation. Онлайн. Web Scraper - The #1 web scraping extension. Режим доступу: <https://webscraper.io/documentation/scraping-a-site>. [дата звернення 12.11.2024].
3. Home | Import.io. Онлайн. Home | Import.io. [б. д.]. Режим доступу: <https://docs.import.io/>. [дата звернення 12.11.2024].
4. ВАЙС, Алекс. Обзор Netpeak Checker от 2023: инструмент для анализа SEO-метрик сайта. Онлайн. Netpeak Journal — журнал про интернет-маркетинг и онлайн-бизнес в деталях. Режим доступу: <https://netpeak.net/ru/blog/obzor-netpeak-checker-2023-multifunktionalnogo-instrumenta-dlya-massovogo-analiza-i-sravneniya-saitov/>. [дата звернення 12.11.2024].
5. Інформаційні системи в логістиці : Державний університет телекомунікацій. Онлайн. Головна. Режим доступу: <https://dut.edu.ua/ua/lib/1/category/1137/view/1483>. [дата звернення 12.11.2024].
6. Парсинг даних з сайтів: що це та на чому боці закон. Режим доступу: <https://highload.today/uk/parsing/>. [дата звернення 12.11.2024].
7. Парсинг сайтів: що це і навіщо він потрібен? Онлайн. Webpromo. Режим доступу: <https://webpromo.ua/ua/blog/parsing-sajtov-cto-eto-i-zachem-nuzhen/>. [дата звернення 12.11.2024].
8. Легальні інструменти для збору даних в інтернеті: що вони вміють та як ними користуватися. Режим доступу: <https://itc.ua/ua/partnerskij-proekt/legalni-instrumenty-dlya-zboru-danyh-v-interneti-shho-vony-vmiyut-ta-yak-numy-korystuvatysya-detalnyj-rozbir/>. [дата звернення 12.11.2024].

УДК 656

М.Р. Липак, О.П. Цьонь, к.т.н., доц.; Д.В. Паскевич

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ

M.R. Lyprak, O.P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; D.V. Paskevych

DEVELOPMENT OF URBAN TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE CONTEXT OF URBANIZATION

Ефективна міська мобільність націлена на задоволення потреб населення у пересуванні, з урахуванням доступності транспортних засобів як у територіальному, так і в часовому аспектах. Досягнення цього забезпечується завдяки взаємодії між загальною міською транспортною системою та її окремими маршрутами. Оптимізація цих маршрутів дозволяє знижувати тривалість поїздок, підвищувати ефективність використання транспорту та збільшувати економічну вигоду для перевізників.

Зміни в демографії, соціально-економічних та просторових характеристиках міст вимагають неперервного оновлення міської транспортної інфраструктури. Регулярне вивчення та оцінка пасажиропотоків, які зазвичай проводяться кожні 3-5 років, є важливим інструментом для ідентифікації існуючих та майбутніх потреб у транспорті. Це забезпечує можливість своєчасно адаптувати маршрути до змін, що відбуваються у міському середовищі.

Важливим аспектом надання якісних транспортних послуг є дотримання високих стандартів обслуговування. При розробці стратегічних планів розвитку транспортної інфраструктури необхідно враховувати критерії, що визначають функціонування маршрутної системи, такі як комфорт, регулярність, доступність та безпека. Ці критерії стають основою для стратегічного планування та визначають напрями дій для створення транспортної системи, орієнтованої на потреби користувачів.

Розвиток інтелектуальних транспортних систем (ІТС) відіграє ключову роль у підвищенні ефективності міського транспорту. Застосування цифрових технологій для моніторингу та управління транспортними потоками дозволяє оптимізувати рух, оперативно реагувати на зміни в умовах дорожнього руху та забезпечувати високий рівень зручності для пасажирів. ІТС здатні автоматично адаптувати маршрути, відстежувати завантаженість транспорту, та коригувати інтервали руху, створюючи таким чином більш стабільне та адаптивне транспортне середовище.

Інтеграція екологічних технологій, таких як електротранспорт та інші енергоефективні рішення, дозволяє знижувати шкідливі викиди та сприяти покращенню екологічного стану міста. Така оптимізація транспортної мережі та впровадження інноваційних рішень допомагають відповідати сучасним вимогам міської мобільності, збільшуючи при цьому економічну та екологічну ефективність міста.

Це забезпечує гнучкість міської транспортної системи, яка здатна адаптуватися до викликів урбанізації, змін у способі життя городян та глобальних екологічних вимог. Глибоке розуміння цих ключових параметрів дозволяє міським планувальникам та інженерам аналізувати та удосконалювати транспортну систему, підвищуючи її мобільність, доступність та загальну ефективність.

Показники ефективності маршрутної мережі мають вирішальне значення для вдосконалення транспортної системи міста. Ключовим аспектом є розробка маршрутів, які максимально відповідають потребам пасажирів, а також забезпечують економічну доцільність для перевізників.

УДК 621.8

Д. В. Міронов, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РИЗИК-АНАЛІЗУ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДТП НА
АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ**

D. V. Mironov, Ph.D.

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR RISK ANALYSIS OF THE CAUSES
OF ACCIDENTS IN ROAD TRANSPORT IN UKRAINE**

На території України автомобільний транспорт на даний час є найбільш небезпечним засобом пересування. За участю автомобільного транспорту відбувається найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП), які призводять до травмування чи загибелі людей. Так, за даними Національної поліції на території України у 2022 році було скоєно 18 628 ДТП, в яких загинуло 2791 осіб та 23145 осіб було травмовано. А в поточному 2023 році 15041 ДТП вже призвела до загибелі 1870 та травмуванню 18986 осіб. Пов'язано це і з високими темпами автомобілізації, і з невідповідністю дорожньої мережі міста фактичній інтенсивності транспортних потоків, і з низьким технічним станом транспортних засобів. Але значною мірою становище з аварійністю таки визначається рівнем підготовки учасників дорожнього руху (насамперед водіїв) та їх ставленням до необхідності дотримання чинних правил. Виходячи з того, що проблема безпеки дорожнього руху має комплексний характер, тому що пов'язана з кожним з елементів складної системи «людина – автомобіль – дорога», необхідно розробляти нові підходи до комплексної оцінки дорожньої ситуації та причин виникнення ДТП. Одним із підходів до багатофакторної оцінки системи є використання методів теорії ризиків, заснованої на аналізі та управлінні ризиками, в тому числі ризиками виникнення ДТП.

Першим кроком ризик-аналізу є проведення статистичної оцінки помісячної кількості ДТП за основними причинами їх скоєння і побудова щільності ймовірності даних показників. Основні значення статистичних оцінок ряду помісячних причин скоєння дорожніх пригод (з 2017 по 2023 рр.) представлені в табл. 1.

Таблиця №1

Статистична оцінка ДТП в Україні за період 2017-2023 рр.

Причина скоєння ДТП	Кількість вимірів	Кількість ДТП	Середнє значення	Медіана	Мін	Макс
Перевищення безпечної швидкості	80	270621	3383	4056	439	7011
Порушення правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів	80	161153	2014	2416	230	4175
Порушення правил проїзду перехресть	80	58576	732	878	95	1518
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	80	44514	556	667	72	1153
Недотримання дистанції	80	33385	417	500	54	865
Керування транспортним засобом у стані сп'яніння	80	28869	361	433	47	748

На наступному етапі проводиться оцінка найбільшої ймовірності шляхом виявлення модального значення виникнення ДТП:

$$P_{\text{відмі}} = f(\text{mod}[K_{\text{відмі}}(t)]) \quad (1)$$

Оцінку найбільшої ймовірності доцільно отримувати на підставі побудованої щільності ймовірності розподілу ДТП. На прикладі причини ДТП «Перевищення безпечної швидкості» при загальній кількості спостережень 34 і найбільшій кількості подій з теоретичного закону розподілу 8 найбільша ймовірність складе $P=0,24$.

У роботі, згідно теоретичним положенням ризик-аналізу, кількісно значення ризику R визначається на підставі базового співвідношення теорії управління ризиками, де P – ймовірність виникнення ДТП; S – кількісний показник збитку від ДТП. На наступному етапі проводиться оцінка найбільш ймовірних ризиків R_n ДТП, яка визначається як добуток значення модальної ймовірності та модального значення даного показника, тобто:

$$R_{\text{ДТП}i_n} = P_{\text{ДТП}i} \cdot \text{mod}[K_{\text{ДТП}i}(t)] \quad (2)$$

Одиниця виміру ризиків збігається з одиницею виміру даного показника. Модальне значення показника визначається на підставі побудованої щільності ймовірності розподілу ДТП. Для показника «Перевищення безпечної швидкості» $\text{mod}_{K_{\text{відмі}}} = 8$. Звідси найбільш ймовірний ризик для показника R_n «Перевищення безпечної швидкості» $R_{\text{ДТП}n} = 165 \text{ шт.}$

Наступний етап передбачає побудову нормативно-допустимих 90% верхніх $R_{\text{дв}}$ і нижніх $R_{\text{дн}}$ меж діапазону ризику на підставі визначення волатильності ризиків (середнє квадратичне відхилення) σR . Обчислення меж проводиться за допомогою виразу:

$$R_{\text{дв}} = R_n + k \cdot \sigma R; R_{\text{дн}} = R_n - k \cdot \sigma R, \quad (3)$$

де σR — стандартне відхилення (волатильність) нормального розподілу ризику ДТП, k - коефіцієнт для відповідного рівня довірчої ймовірності.

Фінальним етапом є побудова карти ризиків. Карта ризиків є кінцевим аналітичним продуктом етапу діагностики ризиків і являє собою графічно впорядковане відображення факторів або об'єктів ризику відповідно до величини і ймовірності можливого збитку підприємству.

Для прикладу використання методики ризик-аналізу зобразимо ризики виникнення ДТП внаслідок перевищення швидкості у 2023 році (табл. 2) на карті ризиків (рис. 1) та проаналізуємо отримані результати. Для оцінки поточних ризиків нанесемо на карту ризиків виникнення ДТП внаслідок перевищення швидкості значення для періоду січень-серпень 2023 року.

Таблиця №2

Статистика ризиків скоєння ДТП в Україні внаслідок перевищення швидкості за період 2023 р.

Період спостережень	Кількість ДТП	Ризик виникнення ДТП
січень 2023	656	74,04267034
лютий 2023	567	55,31469374
березень 2023	565	54,92515485
квітень 2023	615	65,07656573
травень 2023	721	89,44270475
червень 2023	824	116,8231246
липень 2023	924	146,89883
серпень 2023	940	152,0302822

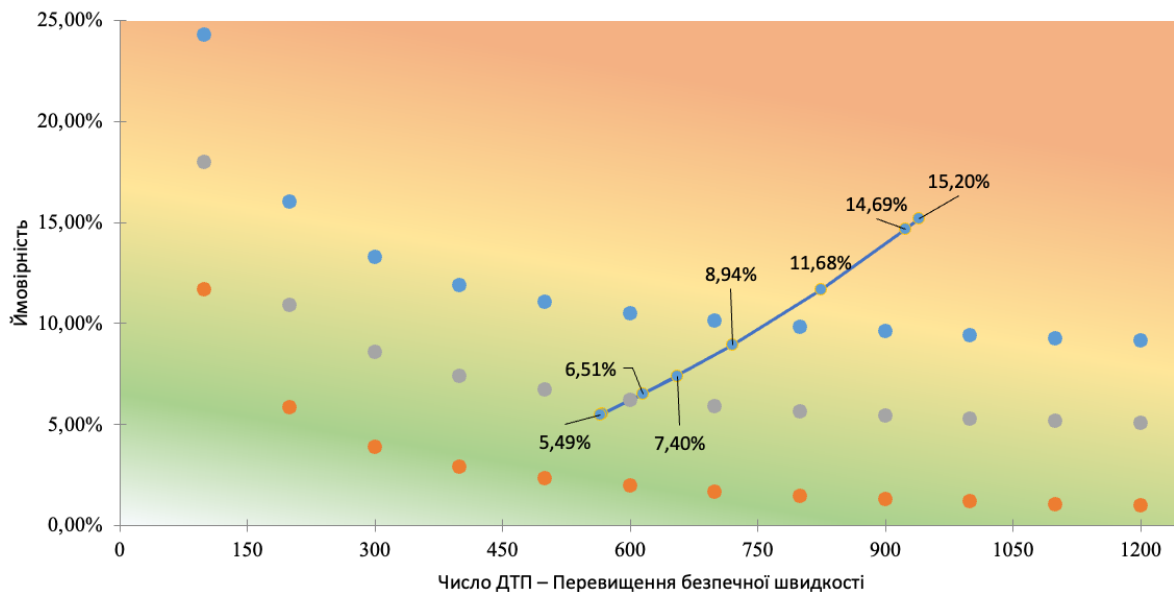


Рисунок 1. Карта ризиків виникнення ДТП при перевищенні швидкості за 2023 рік

З отриманої карти ризиків бачимо, що значення $R_{\text{лют}}$ та $R_{\text{бер}}$ менші $R_{\text{цїл}}$, тобто знаходяться в допустимому діапазоні. $R_{\text{січ}}$, $R_{\text{квіт}}$ та $R_{\text{трав}}$ перевищують цільові значення $R_{\text{цїл}}$, а значення $R_{\text{черв}}$, $R_{\text{лип}}$ та $R_{\text{серп}}$ більші за 90% максимально допустимі значення ризику $R_{\text{дв}}$. Згідно з положеннями методики ризик-аналізу при перевищенні поточними максимально допустимих показників необхідно провести заходи щодо виявлення причин відхилення з подальшим їх усуненням або зменшенням впливу на аварійність.

Висновок. Аналіз ризиків причин виникнення ДТП дозволяє оцінити ефективність і контроль реалізації технічних і управлінських рішень, спрямованих на зменшення впливу основних причин скоєння ДТП і мінімізації матеріальних та фінансових втрат в результаті попередження виникнення ДТП.

Література

1. Ляшук О.Л., Міронов Д.В., Лисенко С.В., Гупка А.Б., Бодоряк Ю.Д., Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод у Тернопільській області та заходи щодо зниження аварійності / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 9(40), ч. II. С. 88-106.
2. Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
3. Barati S., Mohammadi S. Enhancing Risk Management with an efficient risk identification approach. Proc. of the 4th IEEE International Conference «Management of Innovation and Technology (21-24 Sept. 2008). Bangkok, Thailand, 2008, pp. 1181-1186.
4. Perera J., Holsomback J. An integrated risk management tool and process. Proc. of the IEEE Aerospace Conference (5-12 March 2005). Big Sky, Montana, 2005, pp. 129-136.
5. Russo, F. & Vitetta, A. (eds), Risk evaluation in a transportation system. International Journal of Sustainable Development and Planning, 1(2), pp. 170–191, 2006.

УДК 629.017.

І.Б. Гевко д.т.н., проф.; Р.В. Хорошун; В. П. Блакита, М. В. Іванунь П.Я. Бойко
 Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПЕРЕШКОДУ ВСТАНОВЛЕНОЮ ПІД КУТОМ

I.B. Nevko Dr., Prof; R.V. Khoroshun; V. P. Blakyta, M. V. Ivanun P.Ya. Boyko

STUDY OF VEHICLE STABILITY WHEN COLLABORATING A CROSSROAD SET AT AN ANGLE

Дослідження керованості КТЗ слід розглядати у комплексі із урахуванням динаміки його підресореної частини. Слід зауважити, що питання впливу динаміки відносного та переносного рухів ПЧ КТЗ на величину динамічної сили тиску керованих коліс, а відтак і моменту опору повороту шин у повній мірі ще не досліджено.

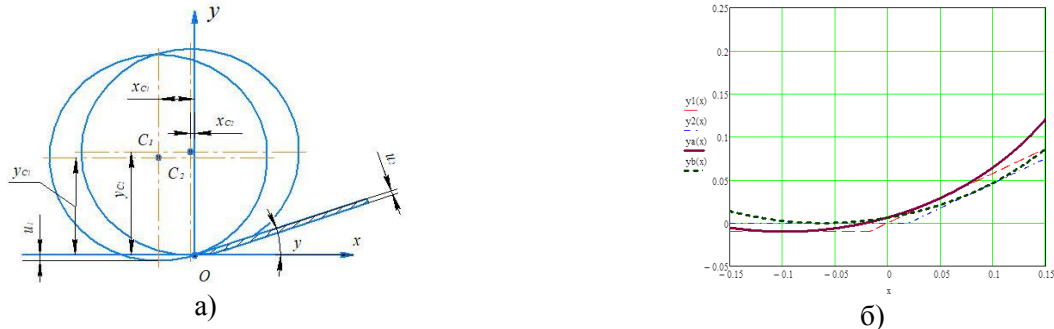


Рисунок 1 - Схема наїзду колеса на плоску похилу перешкоду (а)
 та її комп'ютерна модель (б).

Рівняння полотна f_1 та перешкоди f_2 в нормальному вигляді

$$f_1 = y = 0; f_2 = y \cos \gamma - x \sin \gamma = 0. \quad (1)$$

Сумісне рівняння лінії переходу дорожнє полотно - перешкода запишемо у вигляді, рис.1, б

$$f_{12} = \min(f_1, f_2) = y(1 + \cos \gamma) - x \sin \gamma + |y(1 - \cos \gamma) + x \sin \gamma| = 0. \quad (2)$$

Прийmemo, що i -те колесо сприймає k_i частину загальної ваги автомобіля $P_i = k_i G$, де

$\sum_{i=1}^4 k_i = 1$. За умови належного робочого тиску в шині колеса, воно підпорядковується

закономірностям пружного тіла i , в цьому випадку, зв'язок із навантаженням та прогином поверхні колеса можна записати залежністю Згідно розв'язку задачі Герца, сила ударної взаємодії двох тіл при пружному контакті:

$$F_k = k_p u_k^{3/2}, \quad (3)$$

де u_k - біжуча величина жорсткого зближення при переході колеса на перешкоду в контактній задачі Герца; k_p - коефіцієнт, що враховує пружні властивості тіла контакту та геометрію тіл зближення;

$$k_p = \frac{4}{3\pi} \cdot (K_K + K_{\Pi})^{-0.5} \left(\frac{1 - \mu_2^2}{E_2} + \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} \right)^{-1}, \quad (4)$$

де K_K , K_{Π} - приведені кривини поверхонь тіл (колеса та дорожнього полотна в точці

контакту, для плоских поверхонь $K_{II} = 0$, для колеса $K_K = 1/R + 1/r_k$. Тут r_k - радіус профілю шини в радіальному перерізі.

Відповідно, вага автомобіля, що припадає на одне колесо, при перекочуванні на перешкоду перерозподіляється на сили контактної взаємодії з поверхнею дорожнього полотна P_1 та з плоскою похилою перешкодою P_2

$$P_1 + P_2 \cos \gamma = k_i G. \quad (5)$$

Прийmemo, що пружні властивості дорожнього полотна та плоскої перешкоди та геометрія їх контакту будуть однакові. Тоді, із врахуванням (3), залежність (5) має вид

$$k_P u_1^{3/2} + k_P u_2^{3/2} \cos \gamma = k_i G. \quad (6)$$

На початку контакту з рівняння (6) має вид $k_P u_{10}^{3/2} = k_i G$. Відповідно, з врахуванням (3) умова співвідношення між параметрами u_2 та u_1 має вид

$$u_1^{3/2} + u_2^{3/2} \cos \gamma = u_{10}^{3/2}. \quad (7)$$

Якщо із залежності (7) u_1 вразити через u_2 , $u_1 = (u_{10}^{3/2} - u_2^{3/2} \cos \gamma)^{2/3}$, то отримаємо взаємозв'язок між переміщенням центра колеса x_C та величиною прогину u_2 шини на перешкоді

$$x_C = \frac{[R - (u_{10}^{3/2} - u_2^{3/2} \cos \gamma)^{2/3}] \cos \gamma - R + u_2}{\sin \gamma}. \quad (8)$$

Аналогічно, шукаємо зв'язок між пройденим шляхом s та параметром прогину u_2

$$s = \frac{[u_{10} - (u_{10}^{3/2} - u_2^{3/2} \cos \gamma)^{2/3}] \cos \gamma + u_2}{\sin \gamma}. \quad (9)$$

На рис. 2 наведено взаємозв'язок шляху, пройденому колесом зовнішнім діаметром 0.6 м при переході із дорожнього полотна на похилу перешкоду із параметром прогину шини в зоні її контакту із перешкодою залежно від кута нахилу перешкоди (а) та початкового прогину шини (б).

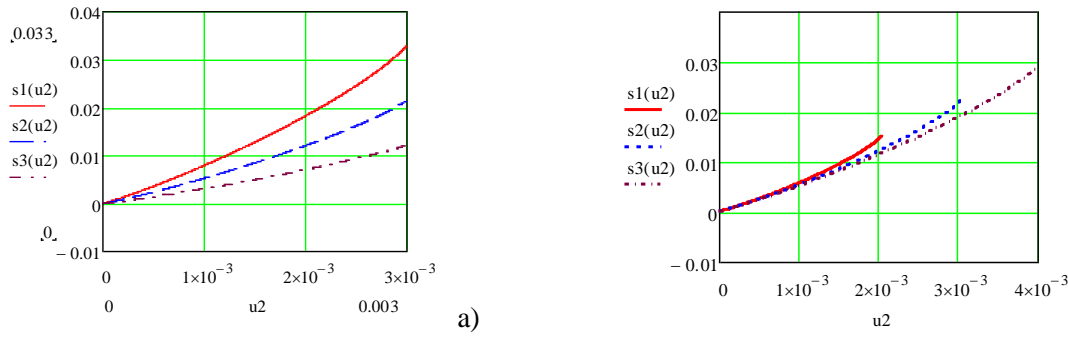


Рисунок 2. Залежність зміни шляху проходження автомобілем плоскої похилої перешкоди від прогину шини на перешкоді u_2 при різних її нахилах (град): 1 - $\gamma_1=10$; 2 - $\gamma_2=15$; 3 - $\gamma_3=20$ (а) різних початкових прогинах u_1 шини на дорожньому полотні (мм): 1 - $u_1=3$; 2 - $u_1=3$; 3 - $u_1=4$ (б).

Із врахуванням залежності (3.47), яка відображає пропорціональний зв'язок прогинів шини u_1 та u_2 із відповідними контактними силами P_1 та P_2 , можна проаналізувати також зміну сили взаємодії колеса із перешкодою. Зокрема аналіз показує, що мірі наїзду колеса на перешкоду відбувається різке зростання сили взаємодії колеса P_2 до моменту повного переходу колеса на перешкоду із подальшою стабілізацією P_2 . Таке різке зростання при значних швидкостях руху автомобіля призводить до виникнення ударних навантажень та втрати керованості автомобілем.

УДК 656.025.4

М.В. Бабій¹, канд. техн. наук, доцент;

В.А. Бабій², В.М. Стрільчук¹, здобувачі освіти

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО СПОСОБУ ОБРОБКИ КОНТЕЙНЕРІВ У ТЕРМІНАЛАХ

M. Babii, Ph.D., Assoc. Prof.;

V. Babii, V. Strilchuk, education seekers

FEATURES OF THE AUTOMATED METHOD OF PROCESSING CONTAINERS IN TERMINALS

Сучасні контейнерні термінали відіграють ключову роль у світовій логістичній інфраструктурі. Їх ефективність визначається швидкістю та точністю обробки контейнерів, що забезпечується впровадженням автоматизованих систем. Аналіз існуючих технологій вказує на суттєві досягнення в автоматизації операцій, таких як розвантаження, транспортування та складування контейнерів. Використання роботизованих кранів, систем управління рухом транспорту і алгоритмів оптимізації процесів значно підвищило б продуктивність. Проте зростаючий обсяг контейнерних перевезень і різноманітність вантажів створюють нові виклики для терміналів.

Однією з головних проблем є обмежена сумісність різних систем автоматизації. Термінали, обладнані застарілими технологіями, часто стикаються з труднощами інтеграції нових рішень. Це ускладнює взаємодію між операторами терміналів, перевізниками та клієнтами. Крім того, значним викликом залишається оптимізація простору зберігання, особливо в умовах дефіциту територій у портових зонах. Часовий фактор також відіграє важливу роль, оскільки затримки в обробці контейнерів можуть призводити до зривів логістичних ланцюгів.

Основна увага в дослідженнях автоматизованих систем обробки контейнерів зосереджена на інтеграції технологій штучного інтелекту, великих даних і робототехніки. Використання інтелектуальних кранів дозволяє не лише зменшити залежність від людського фактора, але й підвищити точність виконання операцій. Алгоритми машинного навчання, інтегровані в системи управління, дають змогу прогнозувати завантаженість терміналу, оптимізувати маршрут транспорту та розташування контейнерів у складських зонах. Автономні транспортні засоби для переміщення контейнерів також демонструють високу ефективність, оскільки знижують ризик людських помилок і підвищують безпеку операцій.

Шляхи вдосконалення автоматизованих систем включають розвиток універсальних програмних платформ для інтеграції різнорідних систем. Стандартизація протоколів обміну даними між терміналами, перевізниками та клієнтами сприятиме прискоренню логістичних операцій. Важливим є впровадження систем реального часу для моніторингу руху контейнерів, що забезпечить прозорість і дозволить уникнути затримок. Інвестиції у створення нових типів контейнерних платформ із вбудованими ідентифікаційними мітками RFID спростять процес інвентаризації та підвищать точність обліку.

Таким чином, вдосконалення автоматизованого способу обробки контейнерів вимагає комплексного підходу, який охоплює технічні, організаційні та екологічні аспекти. Інтеграція сучасних технологій не лише підвищить ефективність терміналів, але й сприятиме скороченню витрат і зниженню впливу на довкілля. У перспективі такі рішення формуватимуть основу стійкої логістичної інфраструктури.

УДК 656.52

М.В. Бабій, канд. техн. наук, доцент;

Є.І. Фарина, Д.Т. Бабій, здобувачі освіти

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ З РІЗНИМИ ВИДАМИ ВАНТАЖІВ

M. Babii, Ph.D., Assoc. Prof.;

Ye. Faryna, D.Babii, education seekers

EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF LOADING AND UNLOADING WORKS WITH DIFFERENT TYPES OF CARGO

У сучасних умовах глобалізації та зростаючого товарообігу навантажувально-розвантажувальні роботи займають ключове місце у логістичних операціях. Їх ефективна організація впливає на швидкість транспортування, збереження вантажів і зменшення витрат. Аналіз технологічних процесів у цій сфері показує, що кожен вид вантажу має свої специфічні вимоги до обробки, що обумовлено фізико-хімічними властивостями, умовами зберігання та транспортування. Наприклад, сипучі матеріали вимагають використання спеціалізованого обладнання, тоді як рідкі вантажі потребують герметичної тари та відповідних систем перекачування.

Однією з основних проблем у цій галузі є адаптація устаткування до різноманітних вантажів, що значно ускладнює процес автоматизації. Багатофункціональність техніки часто призводить до її здорожчання та зниження ефективності при роботі з вузькоспеціалізованими типами вантажів. Крім того, важливим аспектом залишається дотримання вимог безпеки, особливо при обробці небезпечних вантажів, таких як хімічні речовини чи вибухові матеріали. Ще однією складністю є забезпечення належного рівня збереження вантажів, особливо у випадках, коли вони чутливі до змін температури чи вологості.

При аналізі кожного етапу технологічного процесу перш за все, потрібно враховувати характеристики вантажу для вибору відповідного обладнання та технологій. Наприклад, для роботи з крихкими вантажами важливим є використання механізмів, що зменшують вібрацію та удари. Транспортно-логістичні операції з крупногабаритними вантажами повинні передбачати попереднє планування маршруту, враховуючи обмеження дорожньої інфраструктури. Для сипучих матеріалів важливо забезпечити рівномірний розподіл під час завантаження, що зменшить ризик просідання чи втрати частини вантажу.

Шляхи вирішення цих проблем полягають у впровадженні інноваційних технологій, таких як автоматизовані системи управління вантажами, використання робототехніки та інтелектуальних датчиків. Наприклад, датчики ваги та об'єму дозволяють точніше оцінювати параметри вантажів і автоматично коригувати параметри обладнання. Важливою є також розробка універсальних стандартів пакування, що дозволить уніфікувати операції з різними видами вантажів. Крім того, значну роль відіграє навчання персоналу сучасним методикам обробки вантажів, що сприятиме зменшенню кількості помилок і підвищенню ефективності роботи.

Загалом, ефективність технологічних процесів навантажувально-розвантажувальних робіт залежить від раціонального вибору обладнання, врахування специфіки вантажів та впровадження сучасних технологій. Завдяки інтеграції інноваційних рішень можна значно підвищити якість, швидкість та безпечність даних операцій.

УДК 629.3

М.І. Тарасюк, В.Г. Пальчак

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ АЛМАЗНОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕНІ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ

M.I. Tarasiuk, V.H. Palchak

DIAMOND BURNISHING TECHNOLOGY IN THE MANUFACTURING OF CRANKSHAFTS

Сучасний розвиток техніки висуває все більш жорсткі вимоги до якості машинних деталей, зокрема до точності їх розмірів, форми, фізико-механічних властивостей та мікрогеометрії поверхні, а також до експлуатаційних характеристик, таких як зносостійкість, втомна міцність, корозійна стійкість і довговічність. Надійність і строк служби колінчастих валів двигунів внутрішнього згоряння значною мірою залежать від стану та несучої здатності поверхневого шару робочих шийок, параметри яких визначаються на завершальних етапах виробництва та залежать від технології обробки.

Зазвичай для досягнення необхідної форми і точності деталей використовуються методи кінцевої обробки, такі як шліфування, хонінгування та доводка, однак вони не завжди забезпечують оптимальну якість поверхневого шару. У зв'язку з підвищеними вимогами до якості деталей, все більше значення на завершальному етапі виробництва набуває операція алмазного вигладжування. Цей метод обробки дозволяє досягти оптимального поєднання параметрів шорсткості, мікрорельєфу поверхневого шару, мікротвердості, а також сприятливого розподілу залишкових напружень, що важливо для таких відповідальних деталей, як штоки, вали, осі тощо.

Процес вигладжування полягає у пластичній деформації оброблюваної поверхні за допомогою інструмента, що ковзає по ній, згладжуючи нерівності, які залишилися після попередньої обробки. Зменшення шорсткості супроводжується підвищенням твердості поверхневого шару деталі. Після кожного оберту деталі інструмент переміщується в осьовому напрямку, забезпечуючи багатократне перекриття слідів. Вимоги до вигладжування представлені в таблиці 1, де наведено технічні вимоги до поверхонь деталей, які рекомендується обробляти методом вигладжування як альтернативу стрічковому шліфуванню.

Таблиця 1. Технічні характеристики

Найменування деталі	Матеріал	Твердість поверхні	Розміри шийки, діаметр/ширина, мм	Шорсткість Ra, мкм
1	2	3	4	5
Вал колінчастий 245.1005015	ВЧ 700-2	HRC 42...52	30 _{-0,033} / 25 70 _{-0,05} / 18	0,2...0,4
Вал колінчастий 2110-1005020	ВЧ 75-50-03	HRC 50	28 _{-0,1} / 15 80 _{-0,05} / 15	0,2...0,4
Корпус внутрішнього парніру 2108-2215064	Сталь 19ХГН	HRC 62	40 _{-0,05} / 10	0,25
Піввісь заднього моста 2121/23-2403070	Сталь 40	HRC 53	38 _{-0,038} / 15	0,2...0,4
Вал первинний КПП 2110-1701026	20ХГНМ	HRC 58	24,95 _{-0,1} / 9	0,2...0,4
Фланець кріплення арданного валу 2101-2201102	Сталь 40	НВ 165...215	35,85 _{-0,1} / 15	0,2...0,4

УДК 629.331

М.П. Венгер¹, П.А. Мастюх², Р.Р. Кавка²

¹ ВСП “Тернопільський фаховий коледж” ТНТУ імені Івана Пулюя, Україна

² Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

M.P. Venger, P.A. Mastyukh, R.R. Kavka

RESEARCH INTO THE FUNCTIONING COMPONENTS OF VEHICLE BRAKING SYSTEM

Системи гальмування є ключовим елементом безпеки транспортних засобів. Сучасні автомобілі та мотоцикли оснащуються дисковими та барабанными гальмами, кожен із яких має свої переваги та недоліки. Умови експлуатації значно впливають на вибір типу гальм. Наприклад, дискові гальма є ефективнішими в умовах гарного дорожнього покриття, тоді як барабанні гальма краще пристосовані до бездоріжжя та забрудненого середовища. Основною проблемою залишаються точність розрахунків ефективності гальмівних систем, довговічність їхньої роботи та адаптація до різних експлуатаційних умов.

Аналіз функціонування гальмівних систем показав, що традиційні методи розрахунку, зокрема для барабанных гальм, часто не відповідають реальним експлуатаційним даним. Розробка нових моделей і методів розрахунку, які враховують реальні умови роботи, такі як шорсткість поверхонь тертя та розподіл навантажень, є важливим кроком у підвищенні ефективності гальмівних систем. Крім того, оптимізація конструкцій дозволить покращити їхню довговічність, зменшити витрати на обслуговування та підвищити загальну безпеку транспортних засобів.

Мета дослідження розробити нові методи розрахунку та оптимізації конструкцій гальмівних систем для підвищення їхньої ефективності, довговічності та надійності в умовах експлуатації. Дослідити конструктивні особливості барабанных гальм із суміщеною віссю повороту колодок та запропонувати адаптацію цих конструкцій для різних типів транспортних засобів.

Для цього необхідно провести порівняльний аналіз дискових і барабанных гальм, визначити їхні переваги, недоліки та області застосування. Розробити нову методику розрахунку гальмівного моменту для барабанных гальм, що враховує реальний розподіл сил тертя. Дослідити конструкцію барабанных гальм із суміщеною віссю повороту колодок та оцінити їхню ефективність і довговічність. Провести експериментальні дослідження роботи барабанных гальм у різних умовах експлуатації. Запропонувати рекомендації для оптимізації конструкцій гальмівних систем у транспортних засобах.

Дослідження базується на математичному моделюванні, експериментальних випробуваннях і аналізі конструктивних рішень. Для моделювання процесів тертя та навантаження використано інноваційні підходи, які враховують шорсткість поверхонь та реальні умови роботи. Експериментальні дані отримано під час випробувань гальмівних систем транспортних засобів, зокрема мотоциклів і автомобілів.

Запропонована методика розрахунку та оптимізації гальмівних систем дозволяє створювати більш ефективні, довговічні та надійні конструкції. Барабанні гальма із суміщеною віссю повороту колодок є перспективним рішенням для транспортних засобів, які експлуатуються в складних умовах. Отримані результати мають практичну цінність і можуть бути впроваджені у виробництво сучасних гальмівних систем.

УДК 621.326

Новаківський А., ст. гр. ЕА-324

Науковий керівник: Недошитко Л.М. викладач методист

(Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж"

Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

ПОРІВНЯННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ ТА АВТО З ДВЗ

Novakivskii A. – student of EA-324 group

Scientific supervisor: Nedoshitko L.M., Methodist teacher

COMPARISON OF AN ELECTRIC CAR AND A CAR WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Десять років тому всі власники автомобілів мали на вибір три види палива для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ): бензин, дизель або природний газ. Проте з кожним роком на вулицях з'являється все більше електромобілів. Розглянемо переваги та недоліки обох типів двигунів, їх економічні та екологічні аспекти, а також перспективи розвитку у світлі нових технологій.

Екологічність. Вихлопні гази двигунів внутрішнього згоряння є одними з основних забруднювачів повітря у світі. Вихлопні гази містять оксиди азоту, оксиди сірки, чадний газ, пари бензину та сотні інших надзвичайно шкідливих речовин. Електромобілі не викидають ніяких газів в атмосферу, але вони можуть шкодити навколишньому середовищу. Ґрунт може бути забруднений рідкоземельними металами при утилізації акумуляторів, а двигуни часто використовують електроенергію, вироблену при спалюванні вугілля або газу. Однак дослідження показують, що електрична модель - це крок до кліматичної нейтральності.

Доступність заправки. Звичайні транспортні засоби перевершують електромобілі з точки зору автономності. Звичайні бензинові автомобілі можуть проїхати понад 800 км на повному баку, тоді як більшість електромобілів можуть проїхати 200-300 км на одному заряді. Деякі топові моделі можуть проїхати до 500 км, але цього все одно недостатньо для тривалих періодів безперервної їзди.

Заправні станції для неелектричних транспортних засобів (бензинові та дизельні) широко поширені в містах і на автомагістралях і будувалися десятиліттями. Коли паливо закінчується, найближча заправна станція майже завжди знаходиться в межах досяжності. З іншого боку, мережі зарядних станцій для електромобілів все ще перебувають у зародковому стані, і водії часто прив'язані до районів, де є достатня кількість зарядних станцій. Важливим фактором є швидкість зарядки, яка залежить від потужності станції та інших змінних. Однак, незалежно від швидкості станції, зарядка електромобіля зазвичай займає більше часу, ніж заправка бензинового або дизельного автомобіля. **Динаміка.** У електродвигуна є чудова особливість — його графік крутного моменту відносно прямий, що дозволяє досягти максимального тягового зусилля буквально відразу після натискання педалі газу. Це дає електромобілю перевагу: він здатний миттєво змінювати смугу, маневрувати, швидко обганяти — одним словом, надавати водію ті дорогоцінні секунди, що здійснить поїздку більш впевненою та безпечною. Крім того, електромобілі мають ефективну гальмівну динаміку за рахунок режиму рекуперації, коли електродвигун працює

як генератор, перетворюючи обертання коліс назад в електроенергію. Це покращує контроль під час гальмування, що знижує ризик аварійних ситуацій.

Безпека. Електромобілі мають низку переваг у безпеці порівняно з автомобілями з двигуном внутрішнього згоряння. Завдяки конструкції центр ваги електромобіля зміщений донизу, де розташована батарея, що знижує ризик перевертання та покращує керованість під час різких маневрів або на слизькій дорозі. У випадку аварії спрацьовують подушки безпеки, а датчики швидко відключають акумулятор, що дозволяє електромобілю зупинитися швидше, ніж традиційний автомобіль, хоча це може залежати від моделі. Важливо також відзначити, що при ДТП електромобіль не має ризику витоку легкозаймистого палива, знижуючи загрозу пожежі та вибуху. Крім того, електромобілі оснащені сучасними системами безпеки, що сприяють додатковому захисту водія та пасажирів. Серед них – адаптивний круїз-контроль, система екстреного гальмування, утримання у смузі руху, датчики сліпих зон, стеження за втомою водія та розпізнавання дорожніх знаків.

Висновок. На сьогодні електромобілі мають вагомими переваги в екологічності, динаміці та безпеці, що робить їх важливою альтернативою автомобілям з двигунами внутрішнього згоряння, оскільки вони не виробляють шкідливих викидів і забезпечують комфортне водіння. Проблеми протесту з доступністю зарядних станцій і тривалістю зарядки обмежують їх практичність на довгих дистанціях. Звичайні автомобілі поки що перевищують електромобілі в автономності та зручності заправки, але водночас спричиняють забруднення повітря, що є серйозною екологічною проблемою. З урахуванням нових технологій і зростання кількості зарядних станцій електромобілі мають значний потенціал для розвитку і залишаються кроком до сталого та кліматичного ней.

Література

1. Класика чи електрика? Порівнюємо авто з різними типами двигунів. | Київ та Україна. URL: <https://uniqa.ua/blog/klasyka-ili-elektrichestvo-sravniyem-avto-s-raznymi-tipami-dvigately/>
2. Порівняння електромобіля з автомобілем ДВЗ | Електромобілі. Електромобілі. URL: <https://atlantenergy.com.ua/porivnyannya-elektromobilya-z-avtomobilem-dvz/>
3. Порівняння електромобіля та авто з ДВЗ, Київ, Україна. URL: <https://e-motors.com.ua/porivnyannya-elektromobilya-ta-avto-z-dvz/>
4. Порівняння електромобіля та автомобіля з ДВЗ. CHI New Energy. URL: <https://chi-new-energy.com.ua/porivnyannya-elektromobilya-ta-avto-z-dvz/>
5. Головна | Elib LNTU. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Захарчук%20Готовий/page5.html

УДК663.17

О.В. Чужинов, Я.І. Чіх, Н.Й. Ющишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТОЧНІСТЬ РОЗМІЩЕННЯ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА ВІДНОСНО ПОРШНЯ ДВЗ

O.V. Chuzhynov, Y.I. Chikh, N.Y. Yushchishyn

ACCURACY OF CYLINDER LINER POSITIONING IN RELATION TO THE ICE PISTON

Надійність, довговічність і ймовірність безвідмовної роботи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) за однакових умов і факторів значною мірою залежать від монтажних та фактичних зазорів між гільзою циліндра та головкою поршня. Ці зазори впливають на якість припрацювання деталей, технічний стан робочих поверхонь гільз циліндрів, головки поршнів та верхнього компресійного кільця. Зазори визначають рівень вібрації та шуму ДВЗ, впливають на витрату мастила на вигорання та пропускання газів у картер, а також на ефективну потужність, економічність та токсичність відпрацьованих газів під час експлуатації двигуна.

Неправильно підібрані зазори можуть призвести до нерівномірного зносу деталей, підвищеної температури робочих поверхонь, утворення нагару, що знижує ефективність двигуна і збільшує витрати на технічне обслуговування. Крім того, недостатній зазор може призвести до заїдання поршня в циліндрі, що загрожує серйозними поломками двигуна. Оптимальні зазори забезпечують стабільну роботу ДВЗ, сприяють зниженню викидів шкідливих речовин та підвищують експлуатаційний ресурс двигуна, що особливо важливо в умовах інтенсивної експлуатації автотранспортного засобу. Отже, обґрунтоване визначення зазначених зазорів при проектуванні та виготовленні ДВЗ і забезпечення їх відповідності є і залишатиметься однією з найважливіших задач як на етапі виробництва, так і під час ремонту.

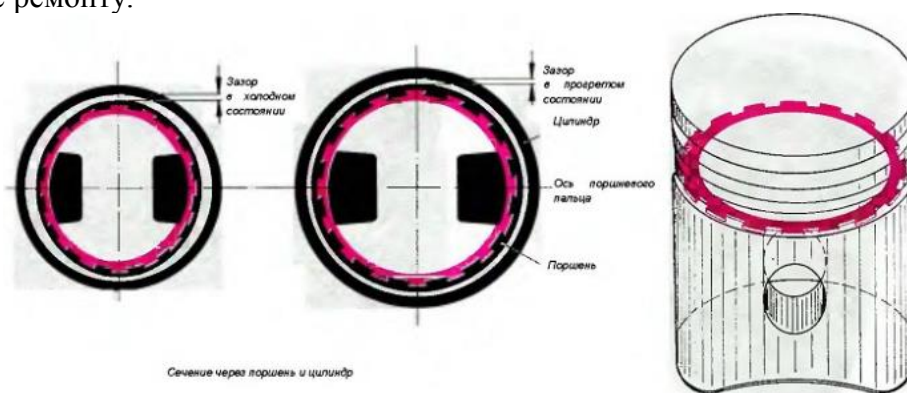


Рисунок 1. Схема розширення в циліндрі поршня

При аналізі поперечного перерізу поршня можна виділити основні геометричні розміри, що характеризують його конструкцію: зовнішній діаметр поршня; внутрішній діаметр поршня; загальна довжина поршня; висота головки поршня; товщина днища поршня; ширина канавки для верхньої головки шатуна; діаметр поршневого пальця; довжина спідниці поршня; відстань від верхнього краю поршня до верхнього компресійного кільця; відстань між компресійними кільцями; відстань між компресійним і маслознімним кільцями.

Ці розміри є важливими для забезпечення правильної посадки поршня у циліндрі та ефективної роботи двигуна.

Більше того, в багатьох роботах, присвячених цій проблемі, рекомендовані значення зазору Δ_c між гільзою циліндра і головкою поршня ДВЗ, як свідчить досвід автора, очевидно занижені. У зв'язку з цим розробка теоретичних основ і методики визначення оптимальних величин даних монтажних зазорів стала давно актуальною необхідністю. Її вирішення відбувається, виходячи з таких міркувань.

Значення зазору при проектуванні і розрахунку двигунів внутрішнього згоряння зазвичай визначаються, як відомо Δ_c :

$$\Delta_c = K_c D_c, \quad (1)$$

де K_c – постійне співвідношення;

D_c – номінальний діаметр циліндра або його гільзи.

При цьому передбачається, що для автомобільних карбюраторних двигунів $K_c = 0,005-0,0076$, а для дизелів – $K_c = 0,008-0,013$. Маючи це на увазі, легко отримати залежності для обчислення максимального (Δ_{cmax}), мінімального (Δ_{cmin}) і середній (Δ_{cc}) значень кліренсу, а також полів розсіювання ω_c .

$$\Delta_{cmax} = 0,007D_c; \Delta_{cmin} = 0,005D_c; \quad (2)$$

$$\Delta_{cc} = 0,006D_c; \omega_c = 0,002D_c \Delta_{cmax} = 0,013D_c;$$

$$\Delta_{cmin} = 0,008D_c; \quad (3)$$

$$\Delta_{cc} = 0,0105D_c; \omega_c = 0,005D_c$$

Розрахунки, виконані за цими формулами, показують, що зазори для дизельних двигунів виходять більшими, а для карбюраторних двигунів – меншими, ніж значення, передбачені чинними нормами. Це свідчить про те, що результати, отримані за формулами (2, 3), є лише попередніми.

Причина цього очевидна: формули отримані на основі статистичного аналізу і не враховують конструктивні особливості та режими роботи двигунів, матеріал, розміри, деформації та жорсткість їх деталей. Тобто вони визначені без врахування щонайменше шести факторів. У результаті застосовуються усереднені значення Δ по всій окружності сполучення «гільза циліндра – головка поршня».

Крім того, не враховується, що на припрацювання, технічний стан робочої поверхні гільзи циліндра, головки поршня і верхнього компресійного кільця значно впливають зазори між гільзою циліндра і головкою поршня в площині, що проходить через осі циліндрів і колінчастого вала, та в площині хитання шатуна. А також той факт, що при запуску та в усталеному тепловому режимі роботи двигуна для його надійної роботи потрібні різні за величиною початкові зазори.

Таким чином, для визначення оптимальних монтажних зазорів між гільзою циліндра і головкою поршня, необхідних для надійної роботи деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ) та двигуна в цілому, а також їх фактичні значення, необхідно розглядати за загальною методикою, що дозволить забезпечити максимально можливий ресурс роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), підвищуючи його надійність, знижуючи ризик передчасного зносу і забезпечуючи оптимальні робочі характеристики.

Література

1. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
2. «Нове в теорії експлуатаційних властивостей автомобілів та тракторів: П44 Навч. посібн./М.А. Подригало, В.В. Шелудченко – Суми.: Сумський національний аграрний університет, 2015.– 213с.
3. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. К. : КВІЦ, 2004. 174 с.

УДК663.17

О.І. Попович¹, І.І. О.В.Бохенко², Д.Д.Власіков²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГАЛЬМУВАННЯ ПРИ БЛОКУВАННІ КОЛІС

О.І. Popovych, O.V. Bokhenko, D.D. Vlasikov

BRAKING WHEN THE WHEELS LOCK

Динаміка процесу гальмування автомобіля включає фази гальмування, які характеризуються різними поєднаннями заблокованих і розблокованих коліс на різних осях. Проте, немає даних щодо врахування стрибкоподібного характеру зміни вертикальних навантажень на осі автомобіля при блокуванні коліс.

Відомо що процес гальмування двовісного автомобіля в загальному випадку складається з трьох фаз. Перша фаза характеризується розблокованими колесами на обох осях. У другій фазі колеса однієї з осей заблоковані, тоді як колеса іншої осі залишаються розблокованими. У третій фазі всі колеса автомобіля повністю заблоковані.

Коли всі колеса заблоковані одночасно, друга фаза відсутня. З точки зору забезпечення високої ефективності гальмування, стійкості та керованості автомобіля, оптимальним є режим гальмування в межах першої фази, де колеса залишаються розблокованими.

В ідеалі гальмування має відбуватися на межі першої і другої фаз, тобто на краю блокування всіх коліс. У цьому режимі сила зчеплення ваги автомобіля реалізується повною мірою при максимальному коефіцієнті зчеплення коліс з дорогою, причому цей коефіцієнт досягає максимального значення на всіх колесах.

Закон розподілу гальмівних сил між осями, який відповідає цьому гальмівному режиму:

$$\beta_{id} = b/L + \phi h/L \quad (1)$$

де b – відстань від задньої осі до проекції центру ваги на горизонтальну площину;

L – база автомобіля;

h – висота його центра мас;

ϕ – коефіцієнт щеплення коліс з опірною поверхнею;

Цей закон забезпечує одночасне приведення всіх коліс автомобіля на межу блокування, тобто їх одночасне блокування. Досягнення межі блокування передніх і задніх коліс двовісного автомобіля з колесами можливе тільки при дотриманні закону розподілу гальмівних зусиль між осями, який відповідає оптимальному балансу.

Цей баланс забезпечує рівномірний розподіл гальмівної сили таким чином, що сила зчеплення на кожній осі максимально реалізується, дозволяючи автомобілю зберігати стійкість і керованість під час гальмування.

$$\beta'_{id} = b/L + (\phi(h - r_{cb}))/L \quad (2)$$

де β'_{id} – ідеальний коефіцієнт розподілу ваги автомобіля на передню вісь;

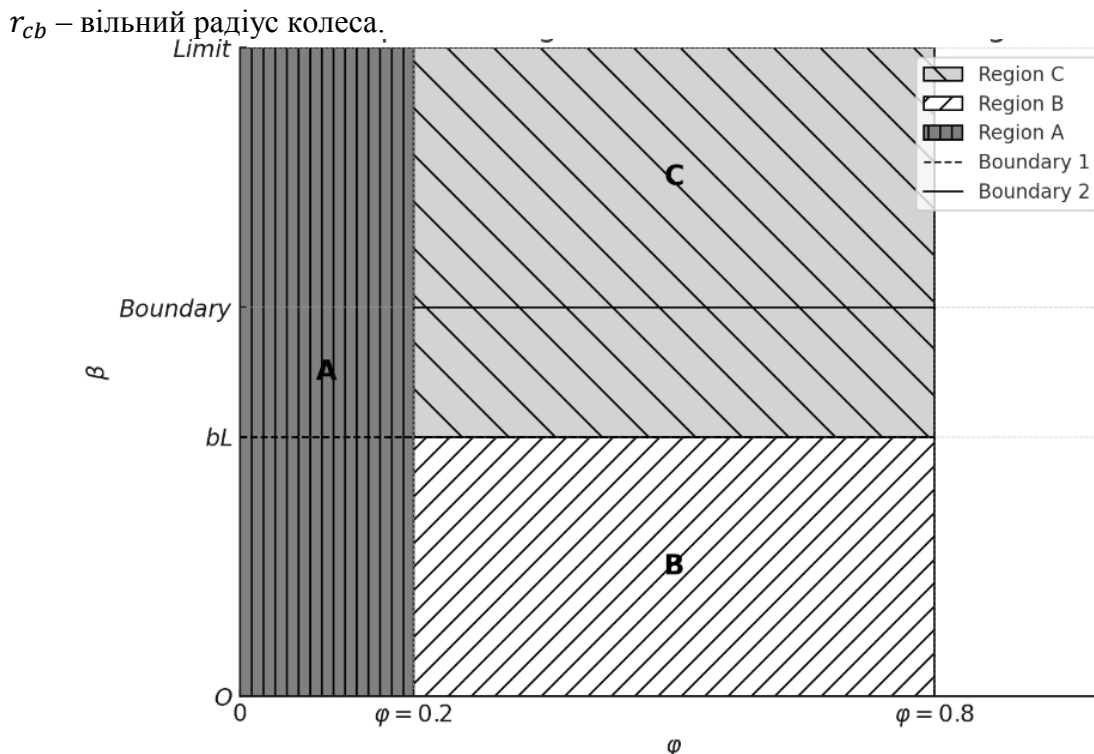


Рисунок 1. Відомі залежності ідеального коефіцієнта розподілу гальмівних сил на передню вісь автомобіля від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою: 1 – за формулою (1); 2 – за формулою (2).

Як показано на рис. 1, закони розподілу гальмівної сили між осями можуть значно відрізнятися, хоча й мають спільну основу. Зона А відповідає діапазону значень дійсного коефіцієнта розподілу гальмівної сили β_d на передню вісь, при якому першими до межі блокування будуть доведені задні колеса автомобіля. У зонах В і С значення β_d такі, що до межі блокування першими будуть доведені передні колеса.

Ці зони вказують на різні режими гальмування, що визначають динамічну поведінку автомобіля. Для забезпечення оптимального розподілу гальмівних зусиль необхідно підібрати значення, яке дозволить автомобілю максимально ефективно використовувати зчеплення коліс з дорогою, зберігаючи при цьому стабільність і керованість.

Збільшення вертикального навантаження на задню вісь при розблокуванні коліс є тим самим чинником, який підвищує стійкість автомобіля під час гальмування з антиблокувальною системою (ABS). Саме завдяки ABS підтримується оптимальний розподіл навантаження між осями, що забезпечує кращу керованість і стійкість руху автомобіля навіть при інтенсивному гальмуванні.

Література

1. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
2. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
3. «Нове в теорії експлуатаційних властивостей автомобілів та тракторів: П44 Навч. посібн. / М.А. Подригало, В.В. Шелудченко – Суми.: Сумський національний аграрний університет, 2015.– 213с.
4. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. К. : КВІЦ, 2004. 174 с.

УДК 629.017

О.Л. Ляшук, докт. техн. наук, Р.В. Хорошун; І. М. Рябій; Ю. В. Алексєєв;
В.В. Луціцький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

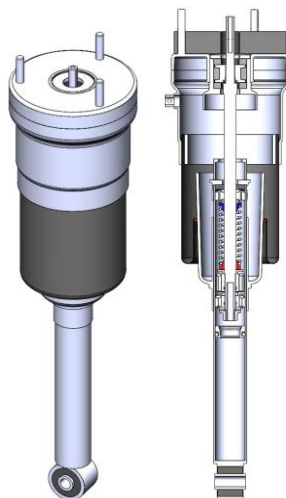
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН АМОРТИЗАЦІЙНОЇ СТІЙКИ АКТИВНОГО ТИПУ

O.L. Lyashuk, R.V. Khoroshun; I. M. Ryabiy; Yu. V. Alekseev; V.V. Lutsitsky
**THE STRESSED AND DEFORMED STATE OF THE ACTIVE TYPE SHOCK
ABSORBER**

Результати експериментальних досліджень навантаження амортизаційної стійки активного типу використано для дослідження напружено – деформованого стану (НДС) елементів цієї стійки у статичній постановці задачі шляхом комп'ютерного моделювання.

Моделювання амортизаційної стійки активного типу проводилось за допомогою засобів тривимірного моделювання програмного комплексу SOLIDWORKS, яка дозволяє проводити інженерний аналіз найрізноманітніших конструкцій за великою кількістю різних параметрів.

Дослідження НДС розробленої CAD-моделі автомобільного амортизатора (рис. 1, а) здійснювалося засобами модуля інженерного аналізу SOLIDWORKS Simulation, де на першому етапі досліджувався лише гумовий елемент. Інші елементи моделі виключено із аналізу.



а) б)
Рисунок 1. CAD-модель автомобільного амортизатора
а – вигляд у аксонометрії; б – вигляд у перетині.

Тип виконуваного розрахунку – нелінійний статичний. Метод розрахунку – FFFERPlus з активуванням параметру великих переміщень. Метод контролю параметрів моделі – за силою із застосуванням методу Ньютона – Рафсона.

Тип моделі гумового елемента – модель надпружного тіла Blatz-Ko.

Матеріал гумового елемента – гума амортизаційна з наступними характеристиками: модуль пружності 30 Н/мм², коефіцієнт теплового розширення 0.00067 К, масова щільність 1187 кг/м³, межа міцності при розтягу 13.7871 Н/мм².

Умови закріплення об'єкту дослідження – защемлення верхнього краю гумового елемента між кришкою та корпусом стійки (рис. 1, б).

Навантаження на гумовий елемент – внутрішній тиск 1,5 атм (0,151 МПа) та переміщення 20 мм юбки гумового елемента (відвороту гумового елемента, який прилягає до стійки амортизатора) (рис. 2).

Сітка кінцевих елементів – стандартна з перевіркою викривлених елементів. Глобальний розмір кінцевих елементів 5 мм з допуском 0,25 мм (рис. 3).

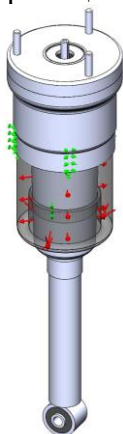


Рисунок 2. Умови закріплення та навантаження гумового елемента

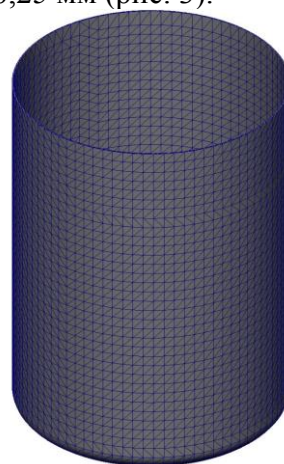


Рисунок 3. Сітка кінцевих елементів моделі елемента

За результатами комп'ютерного моделювання пружного елемента амортизаційної стійки легкового автомобіля отримано наступні результати.

Максимальні напруження $\sigma = 3,43$ МПа спостерігаються поблизу зони заземлення пружного елемента (рис. 4). Мінімальний запас міцності при цьому становить ≈ 4 (рис. 5). Максимальна деформація гумового елемента становить 0,11 (рис. 6).

Максимальне результуюче переміщення точок поверхні гумового елемента становить 12,31 мм (рис. 7).

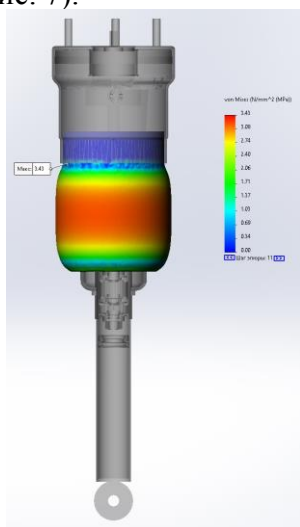


Рисунок 4. Епюра розподілу нормальних напружень

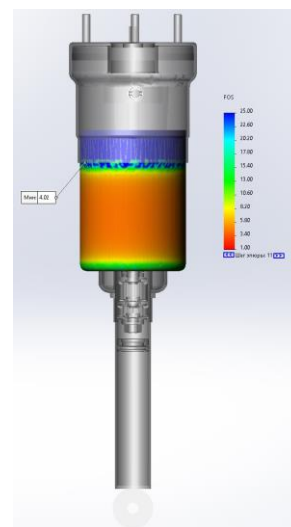


Рисунок 5. Епюра розподілу запасу міцності

Осьові (вздовж осі Y) вертикальні переміщення гумового елемента становлять: нижній край зовнішнього циліндра – 2,72 мм (вверх); юбка гумового елемента – 12,3 мм (вниз) (рис. 8).

Осьове зусилля на гумовому елементі становить 1,89 Н.

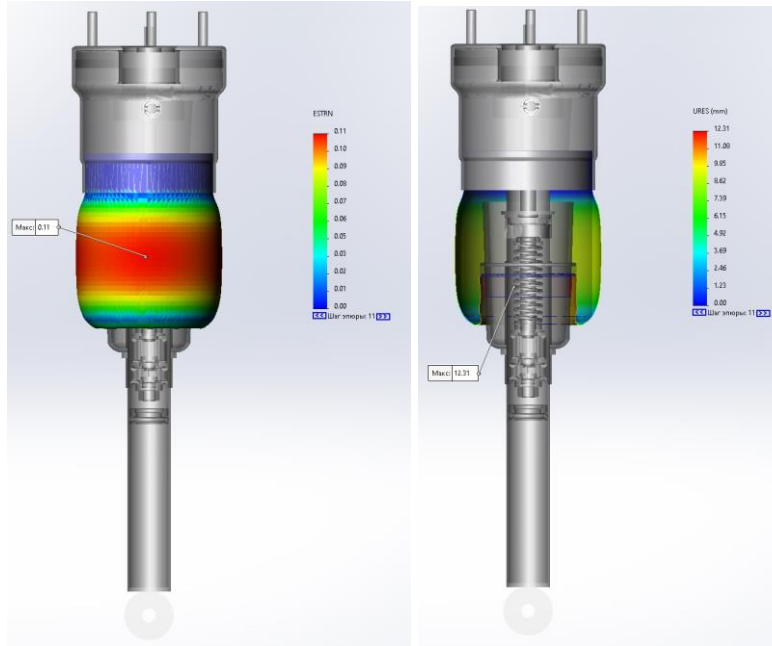


Рисунок 6. Епюра деформації гумового елемента

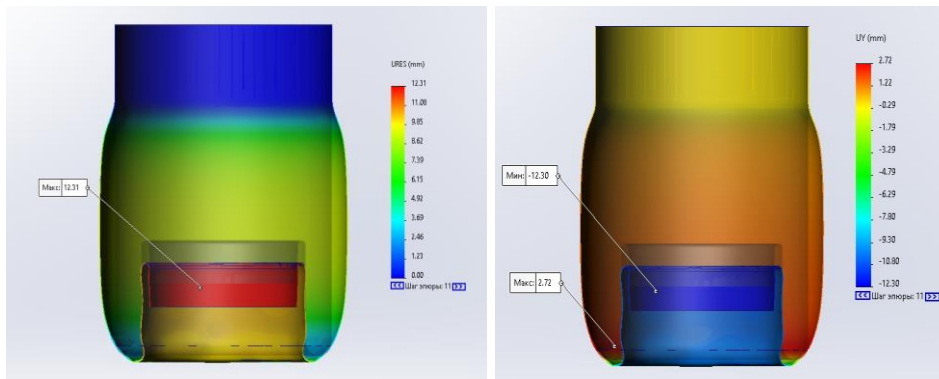


Рисунок 7. Епюри результуючого переміщення гумового елемента

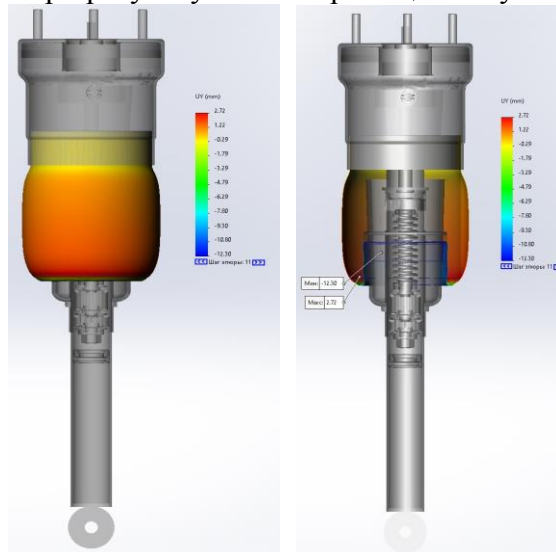


Рисунок 8. Епюри осьового переміщення гумового елемента (вздовж осі Y)

УДК 629.113

О.Л. Ляшук, д.т.н., проф.; А.П. Луцик; Р.Б. Адамик; О.Р. Адлахович
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В СЕРЕДОВИЩІ SIMSCAPE

О.Л. Lyashuk; А.Р. Lutsyk; R.B. Adamyk; O.R. Adlakhovych
MATHEMATICAL MODELING OF AUTOMOTIVE PROCESSES IN SIMSCAPE
ENVIRONMENT

Автомобілебудування є однією з основних і найбільш розвинених галузей промисловості. Точність таких розрахунків і документації залежала від багатьох суб'єктивних чинників, таких як ретельність виконання графічного зображення та обчислення математичних результатів, кваліфікація проектувальника тощо. Розглянемо особливості комп'ютерної моделі на прикладі моделі автомобіля (рис.1). Розроблена нами модель охоплює практично усі параметри автомобіля для дослідження його характеристик.

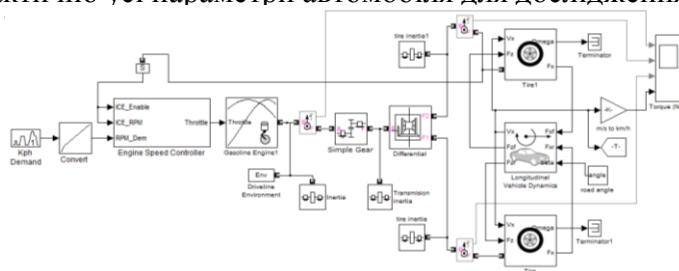
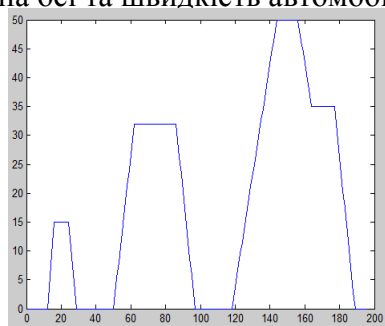


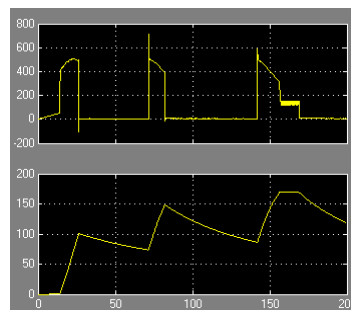
Рисунок 1. Математична комп'ютерна модель автомобіля

Основними елементами для створення моделі служать: динаміка руху, контролер швидкості двигуна, двигун, ходова частина і кузов автомобіля. Основними вхідними параметрами даної моделі є: їздовий цикл, максимальна потужність двигуна, модуль передачі диференціала, вага автомобіля та інші параметри.

Для дослідження характеристики автомобілів використовують різноманітні їздові цикли. В нашому випадку це є вхідним параметром моделі (рис.2.а). А вихідним є крутний момент на осі та швидкість автомобіля (рис.2.б).



а)



б)

Рисунок 2. Параметри комп'ютерної моделі
а – вхідні параметр, б - вихідні параметри

В порівнянні з натурним експериментом дане моделювання має певні переваги: миттєва зміна будь якого вхідного сигналу; швидке отримання вихідних сигналів та подальший їх аналіз; можливість спостереження за перебігом моделювання; малі затрати на створення моделі. Основою комп'ютерного моделювання є створення моделей які практично не відрізнятимуться від реальних автомобілів.

УДК 656

О.П. Цьонь, к.т.н., доц.; А.В. Бридун, І.Р. Каліновський

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

РОЛЬ 7R ЛОГІСТИКИ У ФОРМУВАННІ ГНУЧКИХ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК

O.P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; A.V. Brydun, I.R. Kalinovskyi

THE ROLE OF 7R LOGISTICS IN SHAPING FLEXIBLE SUPPLY CHAINS

7R логістика – це сучасна концепція управління логістичними процесами, яка спрямована на забезпечення максимальної відповідності між попитом і пропозицією товарів чи послуг. Назва "7R" відображає сім основних принципів: доставка правильного товару (Right Product), у правильній кількості (Right Quantity), у правильному стані (Right Condition), у правильне місце (Right Place), у правильний час (Right Time), правильному клієнту (Right Customer) та за правильною вартістю (Right Cost). Однак із розвитком технологій, екологічних вимог та змін у глобальних ланцюгах поставок концепція 7R розширюється, включаючи нові аспекти, які забезпечують її адаптивність до сучасних викликів.

Технологічна інтеграція стає важливим фактором ефективної логістики. Використання інтелектуальних транспортних систем (ITS) дозволяє оптимізувати маршрути доставки, знижуючи витрати часу та пального. Штучний інтелект (AI) допомагає прогнозувати попит, управляти запасами та знижувати витрати на складське зберігання. Завдяки впровадженню IoT (Інтернету речей) можна моніторити стан товарів у реальному часі, що гарантує високу якість і своєчасну доставку.

Екологічна відповідальність є ще одним важливим аспектом сучасної логістики. Використання електротранспорту або транспортних засобів з низьким рівнем викидів CO₂ сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Оптимізація упаковки дозволяє мінімізувати відходи, а принципи кругової економіки забезпечують переробку та повторне використання матеріалів. Таким чином, логістика сприяє не лише економічній, а й екологічній ефективності.

Глобалізація та локалізація вимагають врахування ризиків, пов'язаних із міжнародними поставками, включаючи митні процедури, валютні коливання та політичні чинники. Водночас локальна специфіка дозволяє забезпечувати своєчасну доставку в умовах щільної міської забудови чи віддалених регіонів, що сприяє задоволенню потреб клієнтів.

Клієнтоорієнтованість у 7R логістиці полягає у створенні максимально зручних умов для споживачів. Забезпечення прозорості процесів через трекінг доставки, персоналізація послуг та постійний зворотний зв'язок сприяють підвищенню задоволеності клієнтів. Гнучкість та адаптивність дозволяють швидко реагувати на зовнішні виклики, як-от пандемії, природні катастрофи чи зміни в законодавстві.

Аналітика та використання великих даних (Big Data) допомагають логістичним компаніям збирати та аналізувати інформацію про попит, транспортні потоки та клієнтські уподобання. Це дозволяє оптимізувати маршрути доставки, прогнозувати завантаженість транспортних мереж і виявляти проблемні зони в логістичному ланцюгу.

Таким чином, 7R логістика сьогодні виходить за рамки традиційного управління поставками. Інтеграція технологій, орієнтація на клієнта, екологічна відповідальність та стратегічне планування дозволяють створити гнучкі та ефективні логістичні системи, які відповідають викликам сучасного світу. Це забезпечує не лише досягнення основних логістичних цілей, але й сталий розвиток транспортної інфраструктури, підвищення якості послуг та зниження екологічного впливу.

УДК 656.025.6

Р.В. Хорошун; А. С. Калинюк; О.О.Ковальчук; М. Б.Колодій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, (Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПОХИЛУ ПЕРЕШКОДУ ПІД КУТОМ

R.V. Khoroshun; A. S. Kalynyuk; O.O. Kovalchuk; M. B. Kolodiy

STUDY OF VEHICLE DYNAMICS WHEN COLLISION TO AN INCLINED CROSSROAD AT AN ANGLE

Однією із експлуатаційних характеристик колісних транспортних засобів (КТЗ) є керованість [1-2]. Вона характеризує здатність змінювати напрям руху автомобіля і утримувати заданий напрям руху за рахунок дії водія на кермове колесо, що в кінцевому випадку приводить до зміни кута між вектором швидкості руху КТЗ і площиною керованих коліс. Керованість автомобіля залежить як від зовнішніх, так і внутрішніх чинників, які є в певній мірі є взаємопов'язаними.

При наїзді автомобіля, що рухається із помірною швидкістю v , парою передніх коліс на перешкоду, його кінематика та динаміка залежить від умов зіткнення коліс із перешкодою. Лінійна швидкість колеса v_C , при його прямолінійному русі, рівна швидкості автомобіля v , $v_C = v$. Зустрічаючись із перешкодою, поверхня якої в точці контакту нахилена під кутом γ , для плоскої похилої перешкоди, чи ζ , для циліндричної перешкоди, шина колеса піддається пружній деформації і змінює напрямок свого руху. Розкладемо вектор швидкості \vec{v}_{C0} в точці контакту на тангенціальну $v_{C\tau 0}$ та нормальну $v_{Cn 0}$ складові.

$$v_{C\tau 0} = v \cos \gamma; v_{Cn 0} = v \sin \gamma, \quad (1)$$

де складова $v_{Cn 0}$ визначає долю кінетичної енергії, що в результаті взаємодії переходить в енергію удару, а складова $v_{C\tau 0}$ визначає рівень залишкової кінетичної енергії власне колеса.

Розглянемо випадок тихохідного подолання перешкоди, коли в'язі дорожнього полотна на колесо переходять, практично безударно, у в'язі перешкоди на колесо і воно не втрачає контакту із поверхнею перешкоди. Оскільки колесо із підвіскою є складова автомобіля, то завдяки його інерції і силової дії підвіски на колесо його поступальна швидкість v_{Cx} буде рівна швидкості автомобіля $v_{Cx} = v$, а тангенціальна зросте до $v_{C\tau} = v / \cos \gamma$. Реакція плоскої перешкоди P_2 має складові $P_y = P_2 \cos \gamma$, спрямована на протидію частини ваги автомобіля $k_1 \bar{G}$, що припадає на колесо при повному контакті з перешкодою, та горизонтальна $P_x = P_2 \sin \gamma$, яка чинить опір руху автомобіля. Горизонтальна складова сили P_x відповідає за сповільнення автомобіля при наїзді на перешкоду та втрату прямолінійного розміщення при наїзді на перешкоду одним колесом. При цьому, зміна кінематики та динаміки автомобіля проходить за період перенесення контакту з дорожнього полотна на перешкоду. Зміна сили взаємодії $P_2 = P_2(u_2)$ при цьому, визначається зміною прогину шини u_2 в точці контакту, по мірі переходу ваги із дорожнього полотна на перешкоду.

Визначимо три точки, за якими будемо будувати квадратичну параболу. Позначимо прогин колеса автомобіля від ваги на плоскій горизонтальній поверхні $u_{10} = p_0$:

$$\begin{aligned} s_0 &= 0; \delta_0 = 0; \\ s_1 &= s(u_{20}/2); \delta_1 = u_{20}/2 = u_{10}/(2\cos^{2/3}\gamma); \\ s_2 &= \Delta x = s(u_{20}); \delta_2 = u_{20} = u_{10}/\cos^{2/3}\gamma. \end{aligned} \quad (2)$$

де s_1 - проміжна точка, а s_2 - повний шлях переходу, для випадку наїзду колеса на плоску похилу перешкоду, який згідно (3.42), (3.55) буде

$$s_2 = \frac{u_{10}\cos\gamma + u_{10}/\cos^{2/3}\gamma}{\sin\gamma}. \quad (3)$$

Оскільки парабола проходить через нульову точку системи координат, то вона матиме вид $\delta = as(s-b)$. Тут a та b параметри які підлягають визначенню:

$$a = \frac{\frac{\delta_2}{s_2} - \frac{\delta_1}{s_1}}{s_1 - s_2}; \quad b = \frac{\frac{s_2^2}{\delta_2} - \frac{s_1^2}{\delta_1}}{\frac{s_2}{\delta_2} - \frac{s_1}{\delta_1}}. \quad (4)$$

Після втрати колесом зв'язку із дорожнім полотном, тобто повного його перекочування на похилу перешкоду, прогин колеса (шини) та реакція перешкоди на колеса більше не збільшуватиметься.

На рис.1 показано функції апроксимованого прогину δ колеса (а) та реакції перешкоди \bar{P}_2 від шляху накоення при безударному наїзді колеса на перешкоду і перенесенні реакції з дорожнього полотна на похилу перешкоду із різним кутом її нахилу при початковому прогині шини на дорожньому полотні $u_1 = 0,004\text{м}$.

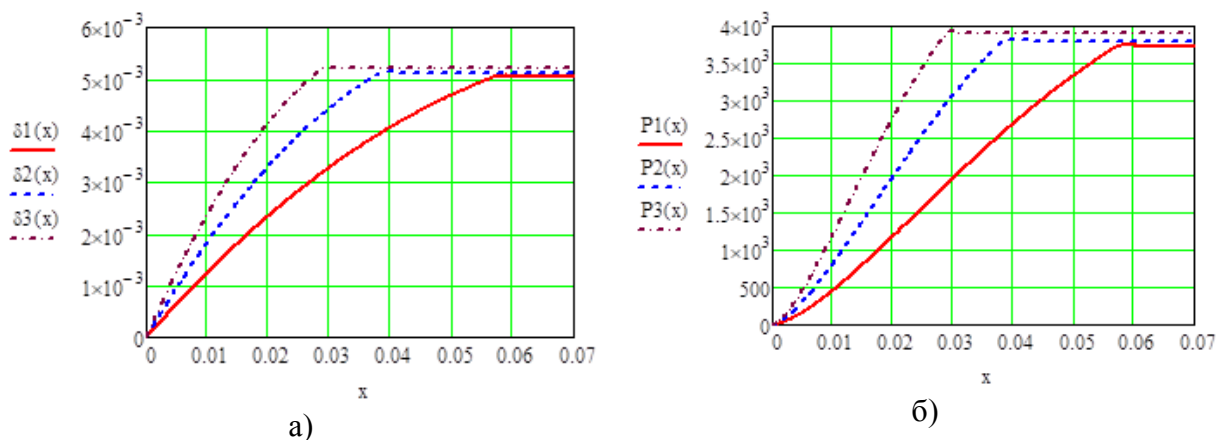


Рисунок 1 Зміна прогину δ колеса а) та реакції перешкоди P_2 від шляху проходження автомобілем похилої перешкоди установлений, відповідно, під кутом (град):
 1 - $\gamma_1=10$; 2 - $\gamma_2=15$; 3 - $\gamma_3=20$.

Література:

1. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Арістей, 2010. –155 с.

2. Грубель М.Г. Вплив відновлювальної сили пружної підвіски на колювання та стійкість руху колісних транспортних засобів/ М.Г. Грубель, Р.А. Нанівський, М.Б. Сокол. // Перспективи розвитку озброєння і військової техніки СВ: тези доповідей Міжнародної НТК. – Львів: АСВ, 2014. – С. 35.

УДК 629.017.

Р.В. Хорошун; В. В. Бойчук; В. В. Дерезицький; В. Доценко

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ВЗАЄМОДІЯ КОЛЕСА ІЗ ЦИЛІНДРИЧНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

R.V. Khoroshun; V. V. Boychuk; V. V. Derezhitsky; V. Dotsenko

STUDY VEHICLE STABILITY OF INTERACTION OF WHEEL WITH CYLINDRICAL SURFACE

Розглянемо взаємодію колеса радіусом із перешкодою у вигляді частини циліндричної поверхні (циліндричним сегментом) радіусом r_p . Розглянемо проекцію дорожнього полотна на його вертикальний поздовжній перетин і виберемо систему координат Oxy , вісь Ox , якої розмістимо горизонтально (по дорожньому полотну), в напрямку руху автомобіля, а центр O - на перетину осі Ox із вертикальною віссю симетрії перешкоди, яка проходить через центр циліндричної поверхні $C_p(x_p; y_p)$. Відповідно координати центру циліндричної перешкоди будуть $x_p = 0$ та $y_p = h - r$, де h - висота перешкоди, на рис. 1.

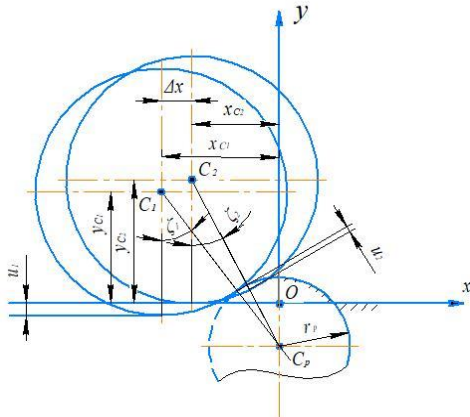


Рисунок 1 Схема наїзду колеса на перешкоду із циліндричною поверхнею

В початковий момент наїзду колеса на перешкоду все навантаження від колеса ще сприймає дорожнє полотно, а координати центра колеса будуть

$$y_{C1} = R - u_{10}; \quad x_{C1} = (R + r) \sin \zeta_1. \quad (1)$$

де r - радіус циліндричної поверхні перешкоди; ζ_1 - кут розміщення лінії центрів колеса та перешкоди.

Точка контакту E колеса із циліндричною перешкодою на проекції на площину Oxy визначатиметься кутом ζ_1 відхилення прямої, що з'єднує центри кіл колеса та перешкоди в момент контакту з перешкодою, від вертикалі.

$$\zeta_1 = \arccos[(R - u_{10} - y_p)/(R + r)]. \quad (2)$$

Із врахуванням (2) координата входження колеса в контакт із перешкодою та коли колесо покидає дорожнє полотно проходить розрив його в'язей і колесо контактує тільки з перешкодою. Відповідно центр колеса зміститься вгору на величину $\Delta y_C = u_1$, а по ходу руху на величину

$$\Delta x_C = -\sqrt{2R(r - u_{20} + y_p) + (r - u_{20})^2 - y_p^2} + \sqrt{2R(r + u_{10} + y_p) + r^2 - (u_{10} + y_p)^2}. \quad (3)$$

Отже, автомобілю, для повного переходу на перешкоду необхідно подолати шлях який рівний $s_\Delta = \Delta x_C$. За швидкості автомобіля v_C час, необхідний для наїзду колеса на перешкоду із втратою контакту із дорожнім полотном становитиме $t_\Delta = s_\Delta / v_C$.

УДК 656.025.6

Р.В. Хорошун; Є.З. Крушельницький; Д.Л. Макогнюк; Н.Я.Махно
 Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПОХИЛУ ПЕРЕШКОДУ

R.V. Khoroshun; E.Z. Krushelnytsky; D.L. Makognyuk; N.Ya. Makhno
 STUDY OF VEHICLE DYNAMICS WHEN DRIVING A SLOPED OBSTACLE

До колісних транспортних засобів малої та середньої вантажності, що експлуатуються за значних швидкостей та у складних умовах руху пересіченою місцевістю ставляться значно жорсткіші вимоги щодо їх експлуатаційних характеристик. Система підвіски таких транспортних засобів із лінійним або близьким до нього законом зміни відновлюючої сили не тільки не захищає від значних перевантажень (в т.ч. миттєвих), але й призводить до значної втоми водія чи людей при довготривалих перевезеннях. Відповідно функції апроксимованого прогину δ колеса (а) та реакції перешкоди P_2 від шляху накочення при безударному наїзді колеса на похилу перешкоду з нахилом $\gamma=15^\circ$ від початковому прогину колеса на дорожньому полотні наведена на рис. 1.

Аналогічно шукають залежність прогину шляху прогину δ колеса та реакції перешкоди P_2 від шляху накочення при безударному наїзді колеса на циліндричну перешкоду. Відповідно, вага автомобіля, що припадає на одне колесо, при перекочуванні на перешкоду перерозподіляється на сили контактної взаємодії з поверхнею дорожнього полотна P_1 та з плоскою похилою перешкодою P_2

$$P_1 + P_2 \cos \gamma = k_1 G. \quad (1)$$

Аналіз графіків залежностей зміни реакції перешкоди від біжучого шляху $x \equiv s$, яке проходить колесо при перекочуванні з дорожнього полотна на перешкоду показує, що вони близькі до лінійної залежності і їх, із врахуванням (1), можна описати як

$$P_2(x) = \frac{k_{12}G}{\Delta x_C \cos \gamma} x + \xi(x), \quad (2)$$

де G - вага автомобіля масою m_a , $G = m_a g$; $\xi(x)$ - функція, яка враховує відхилення залежності $P_2(x)$ від лінійної; k_{12} - доля ваги автомобіля, що припадає на передні колеса.

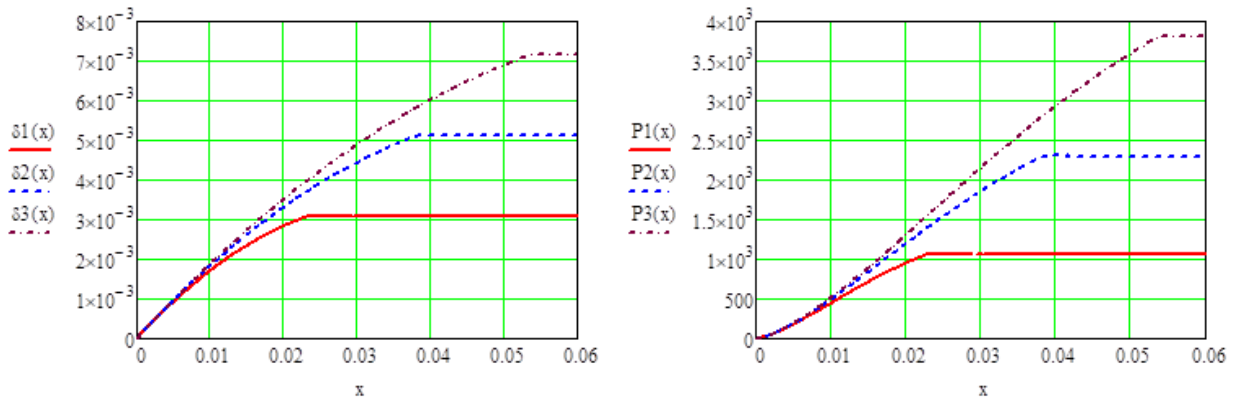


Рисунок 1. Зміна прогину δ колеса а) та реакції перешкоди P_2 від шляху проходження автомобілем похилої перешкоди при початковому прогині на дорожньому полотні

відповідно (град): 1 - $\gamma_1=10$; 2 - $\gamma_2=15$; 3 - $\gamma_3=20$

УДК 629.017

Р.М. Рогатинський, д.т.н., проф.; Р.В. Хорошун; В.М. Антонюк; В.В.Іванунь
 Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ІЗ ВЗАЄМОДІЯ КОЛЕСА ПЛОСКОЮ ПЕРЕШКОДОЮ

R.M. Rohatynskiy, Dr., Prof; R.V. Khoroshun; V.M. Antonyuk; V.V. Ivanun
 STUDY VEHICLE STABILITY DURING INTERACTION OF A WHEEL WITH A FLAT OBSTACLE

У сучасних КТЗ все частіше використовують так звану керовану (активну чи напівактивну) систему підресорювання (КСП). Розглянемо випадок наїзду автомобіля парюю передніх коліс на перешкоду у вигляді штучної нерівності (наприклад пристрою примусового зниження швидкості руху транспортних засобів) яка має вигляд площини, розміщеної під певним кутом γ (рис.1). Прийнемо, що жорсткість дорожнього полотна та перешкоди суттєво нижчі від жорсткості колеса. Тоді, при навантаженні під дією ваги автомобіля, внаслідок пружного контакту із дорожнім полотном, зовнішній радіус колеса зменшиться на величину прогину u_1 , а при наїзді на пологу перешкоду - на величину u_2 .

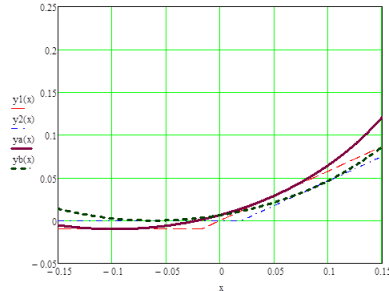
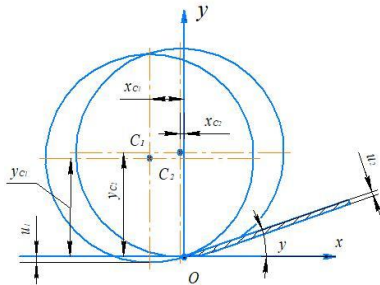


Рисунок 1. Схема наїзду колеса на плоску похилу перешкоду (а) та її комп'ютерна модель (б).

Відповідно, шлях $s = x_C - x_{C1}$, який колесо пройде від початку контакту із перешкодою до довільного проміжного значення $C(x_C; y_C)$, де біжуча довжина $s = x_C - x_{C1}$ переміщення колеса від точки x_{C1} початку контакту із площиною то біжучої точки x_C .

$$s = \frac{u_{10} \cos \gamma - u_1 \cos \gamma + \left(\frac{u_{10}^{3/2} - u_1^{3/2}}{\cos \gamma} \right)^{2/3}}{\sin \gamma} \quad (1)$$

На основі залежності (1) наведено взаємозв'язок параметрів s та u_1 при переїзді колеса зовнішнім діаметром 0.6 м із дорожнього полотна на перешкоду, для різних значень кута підйому перешкоди (а) та початкового прогину шини (б), наведено на рис 2

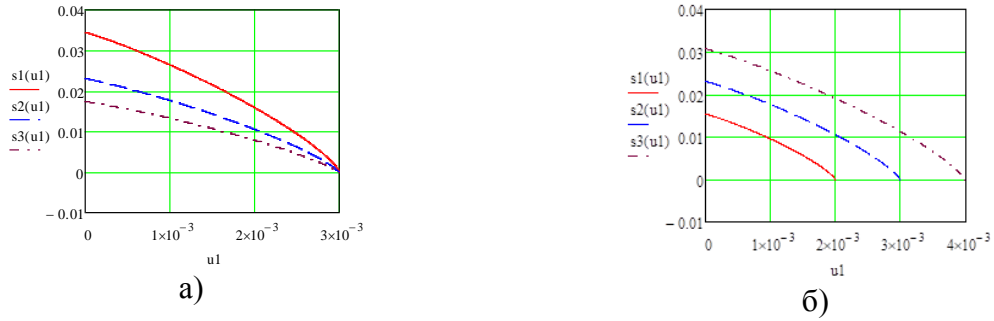


Рисунок 2. Залежність зміни шляху s_i проходження автомобілем плоскої похилої перешкоди від прогину u_1 шини на дорожньому полотні при різних її кутах нахилу (град): 1 - $\gamma_1=10$; 2 - $\gamma_2=15$; 3 - $\gamma_3=20$ (а) та різних початкових прогинах u_1 шини на дорожньому полотні (мм): 1 - $u_1=3$; 2 - $u_1=3$; 3 - $u_1=4$ (б)

УДК 629.017

Р.М. Рогатинський, д.т.н., проф.; Р.В. Хорошун; Р. І. Подусовський; Н. В. Солтис; А. М.Гордійчук

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПЕРЕШКОДИ ВІД ПРОГИНУ ШИНИ

R.M. Rohatynsky, Dr, Prof.; R.V. Horoshun; R.I. Podusovsky; N. V. Soltis;
 A. M. Gordiychuk

THE RESEARCH STABILITY A VEHICLE PASSAGE OF A CYLINDRICAL PREDELINE FROM TIRE DEFLECTION

У сучасних КТЗ все частіше використовують так звану керовану (активну чи напіваактивну) систему підресорювання (КСП). Для випадку, коли колесо частково знаходиться на дорожньому полотні, а частково на перешкоді, система рівнянь для визначення біжучих координат центра колеса мають вид

$$y_C - R + u_1 = 0; \quad (1)$$

$$x_C = -\sqrt{2R(r + u_1 - u_2 + y_p) + (r - u_2)^2 - (u_1 + y_p)^2}.$$

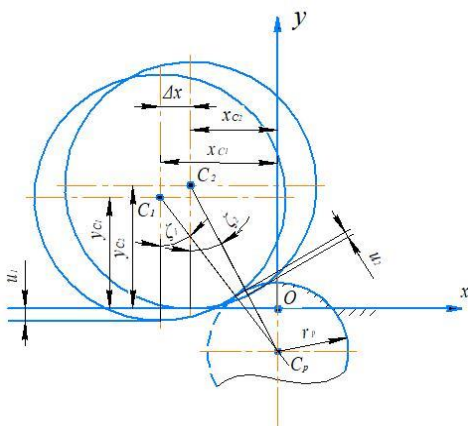


Рисунок 1 Схема наїзду колеса на перешкоду із циліндричною поверхнею

Отже, шлях $s = x_C - x_{C1}$, який колесо пройде від початку контакту із перешкодою до довільного проміжного значення $C(x_C; y_C)$, визначиться за залежністю

$$s = -\sqrt{2R(r + u_1 - u_2 + y_p) + (r - u_2)^2 - (u_1 + y_p)^2} + \sqrt{2R(r + u_{10} + y_p) + r^2 - (u_{10} + y_p)^2} \quad (2)$$

Аналогічно наїзду на плоску перешкоду, вага автомобіля, що припадає на одне колесо, становить долю k_i від ваги автомобіля, а рівняння рівності всіх сил на вісь матиме вигляд

$$P_1 + P_2 \cos \zeta = k_i G \quad (3)$$

Де ζ біжучий кут відхилення прямої, що з'єднує центри колеса та перешкоди, змінюється від ζ_1 до ζ_2 , рис. 1. Оскільки геометрія зон контакту колеса з дорожнім полотном та перешкодою циліндричної форми різняться

$$k_p r u_1^{3/2} + \lambda k_p r u_2^{3/2} \cos \zeta = k_i G. \quad (4)$$

де λ - коефіцієнт, що враховує відмінність приведених кривин тіл контакту, $\lambda = [K_K / (K_K + 1 / r_p)]^{0,5}$. На початку контакту має вид $k_p r u_{10}^{3/2} = k_i G$. Відповідно, з врахуванням умова співвідношення між параметрами u_2 та u_1 має вид

$$u_2 = \left(\frac{u_{10}^{3/2} - u_1^{3/2}}{\lambda \cos \gamma} \right)^{2/3}. \quad (6)$$

Відповідно, взаємозв'язок між шляхом центра колеса x_C та прогином шини u_1 на дорожньому полотні в перехідний період буде

$$s = \sqrt{2R(r + u_{10} + y_p) + r^2 + (u_{10} + y_p)^2} - \quad (7)$$

$$-\sqrt{2R \left[r + u_1 + y_p - \left(\frac{u_{10}^{3/2} - u_1^{3/2}}{\lambda \cos \zeta} \right)^{2/3} \right] + \left[r - \left(\frac{u_{10}^{3/2} - u_1^{3/2}}{\lambda \cos \zeta} \right)^{2/3} \right]^2} + (u_1 + y_p)^2$$

Графіки взаємозв'язку параметрів x та u_1 при переїзді колеса зовнішнім діаметром 0.6 м із дорожнього полотна на перешкоду циліндричної форми, для різних радіусів циліндричної поверхні перешкоди (а) та від початкових прогинів шини (б), наведено на рис 2. Згідно співвідношення взаємозв'язку прогинів, виразимо біжучий прогин u_1 через прогин u_2 .

$$u_1 = (u_{10}^{3/2} - \lambda u_2^{3/2} \cos \zeta)^{2/3}. \quad (8)$$

Підставляючи це значення в (2) отримуємо взаємозв'язок між переміщенням центра колеса x_C та його прогином u_2 на перешкоді

$$s = \sqrt{2R(r + u_{10} + y_p) + r^2 - (u_{10} + y_p)^2} - \quad (9)$$

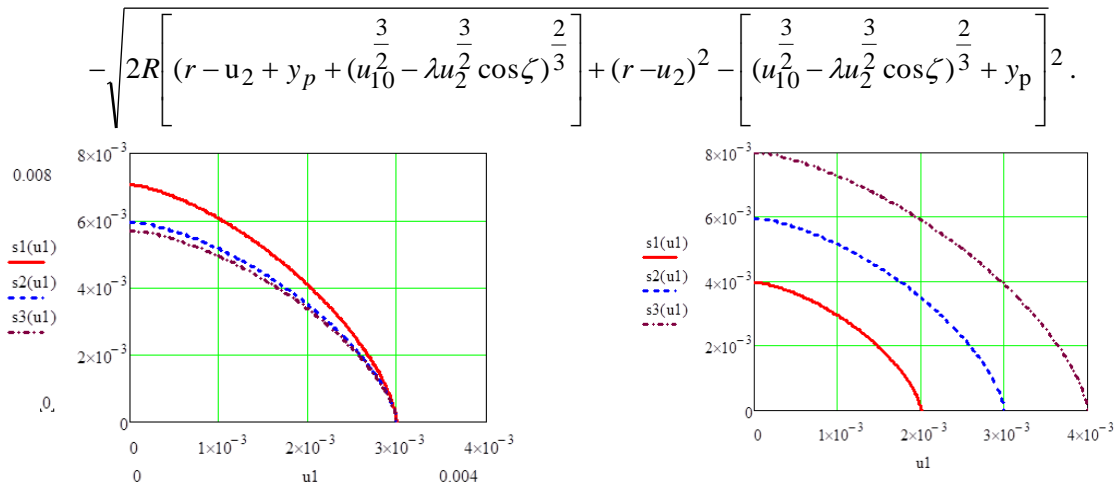


Рисунок 2. Залежність шляху проходження автомобілем циліндричної перешкоди від прогину шини на дорожньому полотні u_2 при різних радіусах перешкоди (мм): $r_1=50$; $2 - r_2=100$; $3 - r_3=200$ (а) та різних початкових прогинах u_1 шини на дорожньому полотні (мм) : (мм) : 1 - $u_1=3$; 2 - $u_1=3$; 3 - $u_1=4$ (б).

Графіки взаємозв'язку параметрів x та u_2 при переїзді колеса із дорожнього полотна на перешкоду циліндричної форми, для різних радіусів циліндричної поверхні перешкоди (а) та від початкових прогинів шини (б), наведено на рис 3.

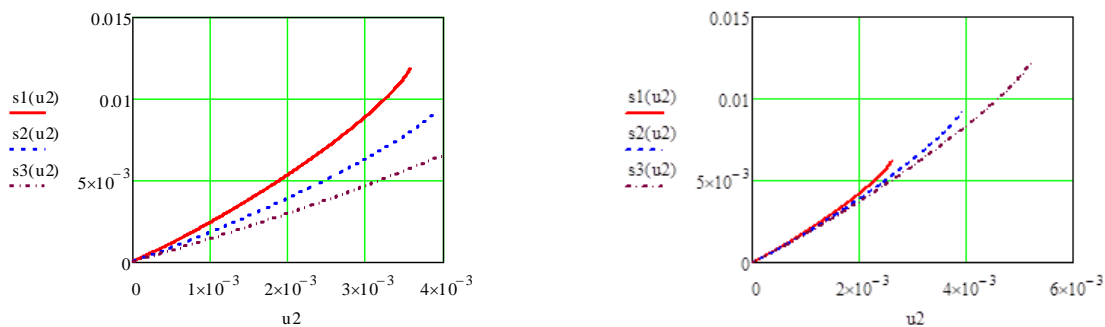


Рисунок 3. Залежність шляху проходження автомобілем циліндричної перешкоди від прогину шини на перешкоді, u_2 при різних радіусах перешкоди (мм): 1 - $r_1=50$; 2 - $r_2=100$; 3- $r_3=200$ (а)

та різних початкових прогинах u_1 шини на дорожньому полотні (мм): 1 - $u_1=3$; 2 - $u_1=3$; 3 - $u_1=4$
(б).

Аналіз отриманих залежностей та їх графічне представлення показує, що, основними факторами, які впливають на зміну прогину шин при переході на перешкоду з циліндричною поверхнею, є радіус кривини поверхні перешкоди та початковий прогин шин при її розміщені на дорожньому полотні, яке залежить від тиску в камері. А тому, для перешкод із малою кривиною циліндричної поверхні, розрахунки можна проводити за залежностями, виведеними для похилої перешкоди, прийнявши, що $\zeta = \gamma$.

УДК 656

С.С. Дуркот, П.В. Дрозд

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

МІЖНАРОДНІ АВТОБУСНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

S.S. Durkot, P.V. Drozd

INTERNATIONAL BUS TRANSPORTATION

Міжнародні автобусні перевезення відіграють важливу роль у забезпеченні мобільності населення, сприяючи розвитку економічних, культурних та соціальних зв'язків між країнами. В умовах інтеграційних процесів та зростаючої глобалізації попит на міжнародні автобусні маршрути постійно збільшується.

Міжнародні автобусні перевезення в Україні зазнали значних змін у контексті війни, що розпочалася в лютому 2022 року. Закриття авіапростору для цивільних польотів та обмеження в роботі залізничного транспорту призвели до суттєвого зростання попиту на автобусні перевезення. За перші пів року війни продаж квитків на міжнародні автобусні рейси збільшився втричі, а частка міжнародних перевезень досягла 86% від загального обсягу.

Значна частина пасажиропотоку була спрямована до сусідніх країн, зокрема Польщі, Чехії, Німеччини, Іспанії, Угорщини та Словаччини. Основними причинами поїздок стали туризм, зустрічі з близькими, службові відрядження та забезпечення власної безпеки.

Водночас, зростання попиту супроводжувалося підвищенням цін на перевезення. З лютого 2022 року міжнародні автобусні перевезення подорожчали на третину, а внутрішні - наполовину. Це було зумовлено збільшенням вартості пального та інших експлуатаційних витрат.

Для покращення ситуації Міністерство інфраструктури України ініціювало реформи, спрямовані на спрощення процедур отримання дозволів для перевізників, впровадження електронних сервісів та підвищення якості обслуговування пасажирів. Зокрема, планується створення Реєстру міжнародних автобусних маршрутів, що дозволить пасажирам отримувати детальну інформацію про легальні маршрути та купляти квитки онлайн.

Таким чином, війна в Україні суттєво вплинула на ринок міжнародних автобусних перевезень, спричинивши як зростання попиту, так і необхідність адаптації транспортної системи до нових реалій.

Міжнародні автобусні перевезення є важливим сегментом транспортної системи, забезпечуючи мобільність населення, сприяючи розвитку міжкультурних зв'язків, торгівлі та туризму. Автобусний транспорт відзначається відносною економічністю, доступністю для широких верств населення та гнучкістю маршрутів.

Статистичні дані показують, що у 2023 році найбільше пасажирів, які обирали автобусні перевезення, належали до вікових категорій 25–40 років (40%) та 18–24 років (30%). Згідно з опитуваннями, головними причинами вибору автобусного транспорту стали низька вартість (45%) та зручність прямих маршрутів (35%).

Автобусний транспорт має низку суттєвих переваг, які визначають його популярність у міжнародному сполученні. Основною перевагою є його економічність, оскільки перевезення автобусами значно дешевші порівняно з авіатранспортом чи навіть залізничними перевезеннями. Це робить автобусні маршрути доступними для широкого кола пасажирів, включаючи туристів, студентів та працівників-мігрантів. Додатковою перевагою є гнучкість маршрутів: автобуси можуть легко зупинятися у невеликих населених пунктах, що недоступно

для інших видів транспорту. Вони також не вимагають складної інфраструктури, що знижує витрати на їх організацію.

УДК 656.13:628.98

У.М. Плекан, к.е.н., доц., А.О. Кубик

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ПРИМІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТАХ В УКРАЇНІ

U.M. Plekan, Ph.D., A.O. Kubyk

ENSURING SAFETY ON SUBURBAN BUS ROUTES IN UKRAINE

Нормативно-правове регулювання в Україні закладає фундамент для підвищення безпеки на приміських автобусних маршрутах. Однак для досягнення значних результатів потрібна модернізація законодавчої бази, цифровізація процесів контролю та впровадження нових стандартів безпеки на рівні всієї країни. Нормативно-правове регулювання є основою для впровадження стандартів безпеки на приміських автобусних маршрутах. В Україні діє низка законодавчих актів та програм, спрямованих на підвищення рівня безпеки пасажирських перевезень.

Підвищення рівня безпеки на приміських автобусних маршрутах є важливим напрямом державної політики України, який вимагає системного підходу та врахування сучасних викликів. Зростання кількості дорожньо-транспортних пригод, незадовільний технічний стан автобусів, порушення графіків руху та недостатній рівень інфраструктури підкреслюють актуальність змін у цій галузі.

У контексті інтеграції України до Європейського Союзу особливої ваги набуває гармонізація національного законодавства з європейськими стандартами, що передбачає вдосконалення правил пасажирських перевезень, підвищення технічних вимог до транспорту та забезпечення кваліфікації персоналу. Держава також запроваджує низку реформ і ініціатив, спрямованих на модернізацію системи перевезень, створення зручних умов для пасажирів та покращення безпеки руху.

У 2023 році Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України ініціювало реформу автобусних пасажирських перевезень, спрямовану на підвищення якості сервісу та безпеки пасажирів. Ключовим елементом реформи стало створення єдиного онлайн-порталу для пасажирів та перевізників — autobus.gov.ua, який надає офіційну інформацію про маршрути, зупинки та розклади руху.

До основних заходів, які впливають на покращення ситуації, належать автобусна реформа, зміна підходів до ліцензування перевізників, виконання євроінтеграційних зобов'язань та впровадження міжнародних стандартів безпеки.

Виконання стандартів безпеки на приміських автобусних маршрутах вимагають відповідного контролю та відповідальності. Основними органами в даному питанні є Державна служба України з безпеки на транспорті та патрульна поліція. Державна служба України з безпеки на транспорті (Укртрансбезпека) відповідає за ліцензування перевізників, контроль технічного стану автобусів, дотримання графіків руху та норм безпеки, а також проводить перевірки перевізників та накладає штрафи за порушення. Патрульна поліція здійснює контроль за дотриманням правил дорожнього руху, швидкісного режиму, технічного стану автобусів, а також застосовує санкції до водіїв-порушників.

Проблеми у нормативно-правовому регулюванні полягають у недостатньому контролі, застарілому автопарку та недотриманні режиму праці водіїв. Обмеженість інспекторів Укртрансбезпеки ускладнює регулярні перевірки, а корупційні ризики при ліцензуванні та перевірках роблять ситуацію ще складнішою. Вказані проблеми потребують вирішення на усіх рівнях.

УДК 629.113

У.М. Плекан, к.е.н., доц., В.В. Корчевський

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

СУЧАСНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ В ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

U.M. Plekan, Ph.D., V.V. Korchevskyi

MODERN CONTROL SYSTEMS IN PASSENGER TRANSPORT AS A TOOL FOR IMPROVING TRANSPORTATION QUALITY

Системи контролю в пасажирському транспорті спрямовані на забезпечення безпеки, ефективності та якості перевезень. Сучасні технології дозволяють здійснювати контроль за технічним станом транспорту, дотриманням графіків руху, поведінкою водіїв і пасажирів. Основними типами систем контролю, що використовуються у сфері пасажирських перевезень є:

- системи GPS-моніторингу;
- системи відеоспостереження;
- системи контролю технічного стану транспорту;
- електронні системи оплати;
- системи прогнозування та управління трафіком;
- контроль режиму праці та відпочинку водіїв.

В Україні системи GPS-моніторингу транспорту набули широкого застосування, сприяючи підвищенню ефективності та безпеки перевезень.

Основними функціями системи GPS-моніторингу є:

- контроль місцезнаходження транспортних засобів у режимі реального часу;
- відстеження відхилень від маршруту та порушень графіка руху;
- аналіз швидкісного режиму.

Системи GPS-моніторингу мають суттєві переваги, адже вони підвищують дисципліну водіїв, допомагають зменшити час простоїв і затримок, оперативно реагувати на позаштатні ситуації.

Найбільш поширеними компаніями GPS-моніторингу в Україні є:

1. Benish GPS. Компанія "Беніш Джі Пі Ес Україна" пропонує комплексні рішення для GPS-моніторингу транспорту.

2. ProfGPS. Спеціалізується на розробці та впровадженні систем GPS-моніторингу транспорту.

3. FreeTrac. Надає послуги GPS-моніторингу транспорту для бізнесу та державних установ.

4. KTS-Monitoring. Є провідним європейським інтегратором систем GPS-моніторингу.

Сучасні системи часто поєднують кілька інструментів. Наприклад, GPS-моніторинг може бути інтегрований із тахографами для повного обліку режиму праці та відпочинку водіїв. У Європейському Союзі використання цифрових тахографів є обов'язковим. Це значно знизило кількість ДТП, викликаних перевтомою водіїв. В Україні деякі великі перевізники, такі як "Нова Пошта", впровадили комбіновані системи моніторингу, які включають GPS, тахографи та мобільні додатки для ефективного контролю.

Застосування тахографів, GPS-моніторингу, біометричних систем і смарт-додатків дозволяє ефективно контролювати режим праці та відпочинку водіїв, забезпечуючи безпеку руху, збереження транспорту та дотримання трудового законодавства.

УДК663.17

Ю.І. Пипко¹, В.П. Гурський², В.М. Муж²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВЗ І ТРАНСМІСІЇ ТЗ

Y.I. Pypko, V.P. Hurskyi, V.M. Muzh

RESEARCH OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE VEHICLE'S ICE ENGINE AND TRANSMISSION

При дослідженні часто використовують метод автоматичної ідентифікації параметрів автомобіля для аналізу його руху, зокрема у процесах вибігу та розгону. Ці процеси вивчаються у двох станах: коли зчеплення ввімкнене (стан 1) та вимкнене (стан 0). Для моделювання використовують такі параметри, як відносний сумарний момент внутрішніх сил опору, приведений до ведучих коліс, відносний сумарний момент інерції, також приведений до цих коліс, та відносний тяговий момент, який діє на колеса.

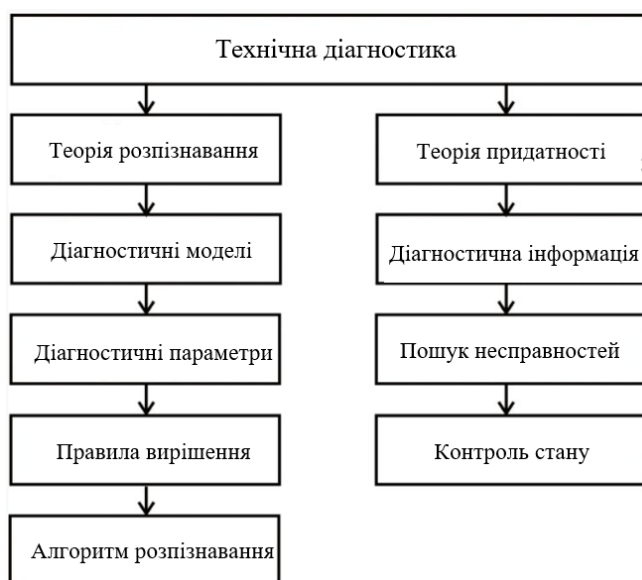


Рисунок 1. Структура технічної діагностики

Перші результати таких досліджень показали, що метод ефективний, але для повнішого висвітлення теми потрібно більш детально вивчити роботу розрахункового блоку, щоб покращити точність і практичну користь отриманих моделей.

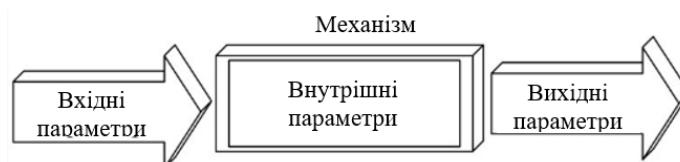


Рисунок 2. Діагностичні параметри об'єкта

Розрахунковий блок, використовуючи інформаційні параметри, отримані під час ідентифікації та вимірювань у процесах вибігу та розгону автомобіля, виконує розрахунок ключових характеристик. Зокрема, він визначає тягово-швидкісні та паливно-економічні показники двигуна, а також механічні характеристики трансмісії. Це дозволяє оцінити ефективність роботи силового агрегата і трансмісії в різних режимах експлуатації автомобіля.

Залежності відносного сумарного моменту $\overline{M}_{c(k)}^{\delta_1}$ внутрішніх опорів, приведенного до ведучих коліс для стану можна отримати за залежністю:

$$1 \left[\overline{M}_{c(k)}^{\delta_1} \right] \text{ і } 0 \left[\overline{M}_{c(k)}^0 \right], \overline{M}_{c(k)}^{1-0} = \overline{M}_{c(k)}^1 - \overline{M}_{c(k)}^0 \quad (1)$$

де $\overline{M}_{c(k)}^1$ – відносний сумарний момент внутрішніх сил опору, приведений до ведучих коліс, в автомобілі в стані 1;

$\overline{M}_{c(k)}^0$ – відносний сумарний момент внутрішніх сил опору, приведений до ведучих коліс, в автомобілі в стані 0.

Визначають характеристику механічного ККД двигуна:

$$\eta_m = 1 - \frac{\overline{M}_{c(k)}^{1-0}}{\overline{M}_{i(k)}} \quad (2)$$

Використовуючи (з відповідним перетворенням) приведені вище залежності дозволяють отримувати значення крутного моменту двигуна, які відповідають його номінальній потужності, а також відносний момент інерції всіх обертових і поступальних мас, приведених до ведучих коліс (рис.3, 4).

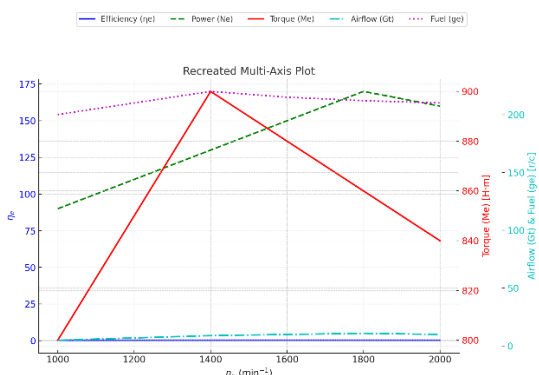


Рисунок 3. Основні характеристики ДВЗ ($N_e = 176,0$ кВт)

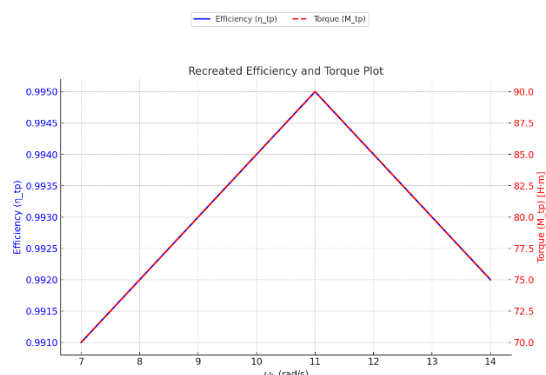


Рисунок 4. Характеристики трансмісії ($N_e = 176,0$ кВт)

Значення відносного моменту інерції обертових і поступально рухомих мас, приведенного до ведучих коліс, для автомобілів знаходяться в діапазоні 0,12...1,45. Для легкових автомобілів з колісною формулою 2x4 ці значення становлять 1,27...1,45. У легкових автомобілів з колісною формулою 4x2 значення складають 1,07...1,19. У легкових автомобілів з колісною формулою 4x4 ці значення ще менші, знаходяться в межах 0,65...0,80. Для вантажних автомобілів з колісною формулою 4x2 відносний момент інерції становить 0,23...0,37, а у вантажних автомобілів з формулами 6x4 і 6x6 – найнижчі значення в діапазоні 0,12...0,29.

Література

1. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.:Либідь, 2003. – 424 с.
2. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник / Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 118 с.
3. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність: навч. посіб.[для студ. вищ. навч. закл.] / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич - Львів : Афіша, 2004. - 492 с.

УДК 629.3

Ю.О. Мандзин, О.Б. Романюк, О.І. Захарчук

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

БЕЗПЕКА АВТОПОЇЗДІВ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ

Yu.O. Mandzyn, O.B. Romaniuk, O.I. Zakharchuk

SAFETY OF ROAD TRAINS: AN INNOVATIVE APPROACH IN THE TRANSPORTATION INDUSTRY

Забезпечення високих техніко-експлуатаційних показників і безпеки автопоїздів є пріоритетним завданням у сфері транспорту та логістики сьогодні. Численні наукові дослідження, присвячені цій проблематиці, включають питання оптимізації конструкцій автопоїздів, удосконалення систем безпеки та покращення їхньої експлуатаційної ефективності.

Одним з ключових напрямів вдосконалення техніко-експлуатаційних характеристик є застосування новітніх технологій у конструкції автопоїздів. За результатами досліджень наведених у науковій роботі [1], використання легших та міцніших матеріалів, таких як алюміній і композити, сприяє зменшенню ваги автопоїзда. Це покращує його паливну економічність і знижує навантаження на дорожнє покриття. Важливим також є оптимізація аеродинаміки, що дозволяє зменшити опір повітря та витрати палива, адже навіть 2% зниження лобового опору може забезпечити до 1% покращення паливної економічності.

Інтелектуальні системи керування відіграють важливу роль у збільшенні ефективності роботи автопоїздів. Адаптивні системи гальмування та розподілу навантаження допомагають оптимізувати процес гальмування, знижуючи ризик заносів та аварій. Згідно з науковою працею [2], впровадження таких систем може підвищити безпеку руху на 15-20%.

Значну увагу в сучасних дослідженнях приділяють цифровим рішенням для підвищення безпеки та ефективності руху автопоїздів. Наприклад, у наукових роботах розглядається застосування телематики та систем моніторингу в реальному часі, що дозволяють відстежувати стан автопоїзда, включаючи навантаження на осі, рівень зносу шин і гальмівних систем, а також стан водія. Це дозволяє не тільки оперативно реагувати на можливі несправності, але й запобігати аваріям, пов'язаним із технічними проблемами чи перевтомою водія.

Розроблені принципи підвищення стійкості руху автопоїздів у разі виникнення небезпеки втрати стійкості з бокового перекидання. Запропоновано алгоритми роботи системи динамічної стабілізації руху автопоїздів, що забезпечують запобігання перекиданню причіпної ланки при здійсненні повороту у разі перевищення критичного значення швидкості руху.

Розробка технологій для управління рухом автопоїздів на поворотах важлива для запобігання аварійних ситуацій на цих ділянках. Використання електронних систем контролю швидкості на поворотах, що автоматично знижують швидкість транспортного засобу, сприяє значному підвищенню безпеки дорожнього руху.

Література

1. Бегерський, Д. Б., Вітюк, І. В., Коваль, А. О., & Цимбал, С. В. (2024). Вплив геометричних параметрів автопоїзда на його аеродинамічні характеристики. Вісник машинобудування та транспорту, 18(2), 10–15. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-10-15>.

2. Артюх, О. М. (2023). Математичне моделювання робочих процесів колісних транспортних засобів з використанням пакету прикладних програм для вирішення завдань технічних обчислень MATLAB (Doctoral dissertation, НУ «Запорізька політехніка»).

УДК 629.331

Ю.П. Дудрак, В.М. Панюра, С.В. Довгалюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Yu.P. Dudrak, V.M. Panyura, S.V. Dovgalyuk

OPTIMIZATION OF VEHICLE TRANSMISSION PARAMETERS TO ENHANCE OPERATIONAL EFFICIENCY

Трансмiсія є важливим вузлом автомобiля, що впливає на його динамiчнi характеристики, паливну економiчнiсть та загальну надiйнiсть. Удосконалення конструкцiй автомобiлiв потребує нових методiв проєктування, якi враховують взаємозв'язок мiж масою елементiв трансмiсiї, їх передаточними числами та експлуатацiйними характеристиками автомобiля.

Однак, традицiйнi пiдходи до оптимiзацiї трансмiсiї часто є недостатньо точними, оскiльки враховують лише окремi параметри, такi як потужнiсть двигуна чи паливна економiчнiсть. Це може призводити до необгрунтованих витрат ресурсiв у процесi експлуатацiї автомобiля.

Основною метою дослiдження є розробка ефективного методу оптимiзацiї параметрiв трансмiсiї автомобiля, зокрема передаточних чисел коробки передач, для пiдвищення паливної економiчнiсть, динамiчних характеристик та зменшення витрат на виробництво й обслуговування автомобiля.

Також дослiдження спрямоване на вивчення взаємозв'язку мiж масою елементiв трансмiсiї, передаточними числами та експлуатацiйними характеристиками автомобiля. У результатi передбачено створення унiверсального алгоритму, який може бути адаптований для проєктування трансмiсiї рiзних моделей автомобiлiв.

У дослiженнi застосовують математичне моделювання, що дозволяє аналізувати взаємодiю параметрiв трансмiсiї з енергетичними витратами автомобiля. Для визначення оптимальних передатних чисел коробки передач застосовано алгоритм, заснований на таких критерiях: сила тяги: забезпечення необхідного зчеплення ведучих колiс iз дорожнiм покриттям на всiх передачах. Максимальна швидкiсть руху: досягнення допустимих значень при рiзних умовах експлуатацiї. Стiйкiсть автомобiля: забезпечення стабiльного руху на рiзних передачах, особливо на максимальних швидкостях. Прискорення: вiдповiднiсть середнього прискорення на кожнiй передачi мiнiмально допустимим значенням. Максимальний пiдйом, який автомобiль може подолати з повним навантаженням. Прохiднiсть: вiдповiднiсть умовам руху по ґрунтових дорогах.

Для обчислення передаточних чисел i енергетичних витрат використовуємо статистичнi данi та математичнi моделi, якi враховують: енерговитрати на подолання дорожнiх опорiв, вплив маси окремих елементiв трансмiсiї на загальну динамiку автомобiля, взаємозв'язок мiж передатними числами й коефiцiєнтом використання потужностi двигуна, та обчислюємо за законом геометричної прогресiї в залежностi вiд параметрiв трансмiсiї та експлуатацiйних умов.

Оптимiзацiя параметрiв трансмiсiї є ключовим iнструментом для пiдвищення експлуатацiйноi ефективностi автомобiлiв. Результати дослiжень пiдтверджують, що оптимiзованi передатнi числа сприяють зменшенню енерговитрат, пiдвищенню паливної економiчнiсть та зниженню маси елементiв трансмiсiї.

УДК 338.48:656.1:004.7

Ю.Я. Вовк, канд. техн. наук, доцент, Я.Ю. Вовк, В.Б. Заставецький, С.В. Коваль
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

MAAS ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТУРИСТИЧНИХ СЕГМЕНТІВ: ПРОСУВАННЯ ІНКЛЮЗИВНИХ МОБІЛЬНИХ РІШЕНЬ

Yu. Ya. Vovk, PhD, Assoc. Prof., Ya. Yu. Vovk, V.B. Zastavetskyi, S.V. Koval
Ternopil Ivan Pulyuj National Technical University, Ukraine

MAAS FOR SPECIALIZED TOURISM SEGMENTS: ADVANCING INCLUSIVE MOBILITY SOLUTIONS

Сучасний розвиток мобільності як послуги (MaaS) відкриває принципово нові можливості для задоволення диференційованих потреб туристів з особливими вимогами [1-2]. Дослідження продовжує попередні наукові розвідки [3-4], фокусуючись на цільових мобільних рішеннях для туристичних груп з унікальними потребами. Мета роботи полягає у комплексному аналізі технологічних та соціальних аспектів створення адаптивних мобільних платформ, здатних забезпечити максимальну інклюзивність транспортних послуг.

Трансформація транспортних систем у контексті цифрової економіки вимагає принципово нових підходів до проектування мобільних сервісів. Наше дослідження базується на концепції user-centered design, яка передбачає максимальну адаптацію технологічних рішень під індивідуальні потреби споживачів.

Дослідницький контекст.

- Ключові напрямки наукового пошуку:
- Ідентифікація бар'єрів мобільності для спеціалізованих туристичних груп
- Розробка інклюзивних технологічних моделей
- Оцінка соціально-економічної ефективності запропонованих рішень

Методологія дослідження

Дизайн дослідження

Методологічний інструментарій включав:

- Системний аналіз наукової літератури
- Глибинні інтерв'ю з експертами транспортної галузі
- Кількісне опитування туристів
- Порівняльний аналіз кейсів мобільних додатків

Цільові групи дослідження:

1. Туристи з інвалідністю
2. Літні мандрівники
3. Учасники медичного туризму
4. Сімейні групи з особливими потребами мобільності

Основні результати дослідження.

Інноваційні рішення для різних туристичних сегментів

Мобільність для осіб з інвалідністю.

Ключові технологічні інтервенції:

- Персоналізована маршрутизація з урахуванням індивідуальних обмежень
- Мультисенсорні комунікаційні інтерфейси

- Адаптивний дизайн мобільних додатків

Мобільність для літніх туристів (Таблиця 1):

Таблиця 1 – Мобільність для літніх туристів

Характеристика	Бажані функції	Технологічні рішення
Інформативність	Чіткий інтерфейс	Голосовий асистент
Простота маршруту	Мінімум пересадок	Інтегровані сервіси
Безпека	Моніторинг переміщень	Екстрена підтримка

Медичний туризм: мобільна екосистема.

Принципові характеристики мобільної підтримки:

- Неперервність транспортування між медичними закладами
- Редукція стресових станів
- Інтеграція медичного графіку з транспортуванням

Технологічні рекомендації:

1. Принципи універсального дизайну
2. Штучний інтелект для персоналізації
3. Динамічні моделі ціноутворення
4. Інтегровані платформи мобільності та охорони здоров'я

Практичне значення дослідження.

Результати мають безпосередню цінність для:

- Провайдерів транспортних послуг
 - Туристичного бізнесу
 - Розробників технологічних рішень
 - Урбаністів та плановиків мобільності
- Обмеження дослідження
- Географічні обмеження кейсів
 - Потенційні технологічні бар'єри
 - Необхідність лонгітюдних досліджень адаптації

Висновки. МaaS є трансформаційним підходом до подолання бар'єрів мобільності.

Пріоритезація інклюзивності, персоналізації та технологічних інновацій дозволить створити принципово нові мобільні екосистеми для різних туристичних груп.

Література

1. Alyavina, E., Nikitas, A., & Tchouamou Njoya, E. (2020). Mobility as a Service and sustainable travel behaviour: A thematic analysis study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 73, 362-381. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.07.004>
2. Ho, C. Q., Hensher, D. A., Mulley, C., & Wong, Y. Z. (2018). Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 117, 302-318. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.025>
3. Vovk, I., Tson, O., Vovk, Y., Vovk, Y., & Rozhko, N. (2024). Mobility as a Service for tourism: Challenges and opportunities for meeting the needs of tourists in urban environments. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 9(2), 137–149. <https://doi.org/10.14254/jstdtl.2024.9-2.10>
4. Вовк Ю.Я., Вовк І.П., Худобей Р.В., Питлик С.В., Вовк Я.Ю. Мобільність як послуга (МaaS): доцільність впровадження у малих міських або сільських районах // VI Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту. Innovative technologies for the development and efficiency of road transport”, 22-24 листопада 2023 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 250 с. - С. 105-106.

СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

621.311

В.І. Мазурок, А.М. Дребіт, Ю.Ю. Онисько, С.М. Бабюк, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЦИФРОВІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

V. Mazurok, A. Drebit, Yu. Onysko, S. Babiuk, Ph.D.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Ключові елементи систем електропостачання переводять на цифрові технології. Підстанції є невід'ємною частиною електромереж. Вони з'єднують мережі різних рівнів напруги. [1]. Цифровізація розподільних електричних мереж – це потужний тренд, який радикально змінює обличчя енергетики. Впровадження цифрових технологій відкриває нові можливості для підвищення ефективності, надійності та гнучкості енергосистем.

Технологія, що дозволяє перейти до відкритої платформи даних, було названо "Smart grid" - "розумна мережа". Ця інтелектуальна технологія управління допомагає значно полегшити управління та експлуатацію розподільчих електричних мереж «Розумна мережа» включає комплекс технологічних процесів, інформаційних технологій, які утворюють цілу інтелектуальну систему електропостачання, створену для передачі електроенергії від виробника до споживача [2].

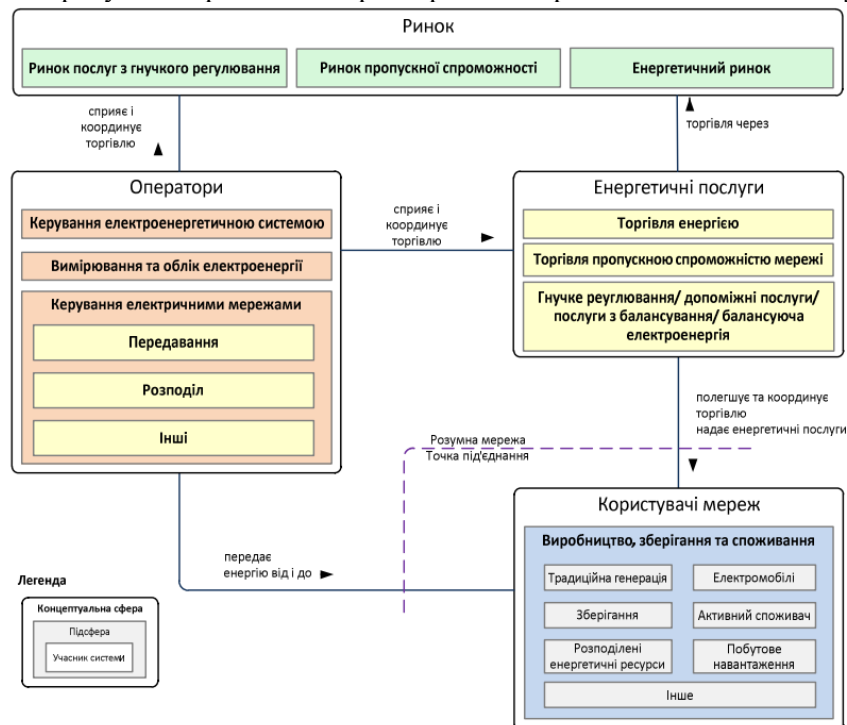


Рисунок 1 – Реалізація цифровізації електричних мереж. Європейська концептуальна модель Smart Grid

Цифрова підстанція є ключовим компонентом мережі. Під цим терміном мається на увазі автоматизована підстанція, на якій у режимі єдиного часу взаємодіють цифрові інформаційні та керуючі системи. Цифрова підстанція може функціонувати без присутності постійного чергового персоналу

Цифрова підстанція – це не просто об'єкт. Це комплекс заходів та технологій, що дозволяють перевести частину функцій підстанції в цифровий формат. Для чого? Щоб оптимізувати експлуатацію підстанції. З точки зору компанії «Сіменс», цифрову підстанцію необхідно розглядати з трьох сторін.

- Цифрове управління - це управління на рівні процесів
- Моніторинг стану - означає використання даних, що отримуються від підстанції з метою оптимізації експлуатації

- Кібербезпека – забезпечення цифрової безпеки рішень

Цифровізація розподільчих електричних мереж є дуже важливою в даний час, основними аспектами можна назвати наступні:

- підвищення ефективності – цифрові інструменти дозволяють оптимізувати роботу мереж, зменшити втрати електроенергії та підвищити загальну ефективність енергосистеми;
- покращення надійності – реальний час моніторинг стану мережі дозволяє своєчасно виявляти та усувати несправності, зменшуючи тривалість відключень;
- гнучкість – цифрові мережі здатні адаптуватися до змінних умов роботи, таких як поява нових джерел енергії або зміна споживання;
- інтеграція відновлюваних джерел енергії; цифрові технології спрощують інтеграцію розподіленої генерації в енергосистему, сприяючи розвитку "зеленої" енергетики;
- створення нових послуг – цифрові мережі відкривають нові можливості для створення інноваційних послуг, таких як "розумний дім", "електромобільність" та інші.

Розумна мережа має безліч потенційних переваг, порівняно зі звичайною енергією. Безпека, надійність та можливість віддаленого управління роблять її надзвичайно бажаною. Переваги інтелектуальної мережі порівняно із звичайною мережею:

- Інтелектуальна мережа робить всю електромережу безпечнішою.
- Інтелектуальна мережа забезпечує найкраще управління енергією.
- Знижує втрати при передачі та розподілі електроенергії, а також її розкрадання.
- Дає можливість віддаленої діагностики та усунення несправностей.
- Покращує інтеграцію розподілених енергетичних ресурсів.
- Дає користувачам більший контроль над споживанням електроенергії.

Виклики та перспективи

Незважаючи на численні переваги, цифровізація мереж пов'язана з рядом викликів, таких як:

- Захист цифрових систем від кібератак є одним з пріоритетних завдань.
- Впровадження цифрових технологій вимагає значних інвестицій.
- Необхідність розробки єдиних стандартів для забезпечення сумісності різних систем.

Цифровізація розподільчих електричних мереж – це не просто технологічний тренд, а необхідний крок для створення сучасної, ефективної та стійкої енергетичної системи. Вона відкриває нові можливості для розвитку енергетики, покращення якості життя людей та збереження довкілля.

Література

1. Siemens Xcelerator – прискорюйте цифрову трансформацію. Цифрові підстанції майбутнього. URL: <https://www.siemens.com/ua/uk/kompaniya/realizovani-proekty/infrastructure/tsyfrovi-pidstantsiyi-maybutnoho.html> (дата звернення: 30.10.2024)

2. Блінов І., Денисюк С. Цифрова трансформація в електроенергетиці. Інститут електродинаміки Національної академії наук України - Просто ще один сайт на WordPress. URL: https://ied.org.ua/files/Blinov_CIGRE.pdf (дата звернення: 30.10.2024).

3. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. — 2012. — № 5. — С. 52–67.3.

621.311

В.І. Ракочий, А.З. Стасів, С.М. Бабюк, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СУЧАСНИЙ СТАН ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

V. Rakochyi, A. Stasiv, S. Babiuk, Ph.D.

CURRENT STATE OF ELECTRICAL NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION

Розподілена генерація – це процес виробництва електроенергії безпосередньо біля місця споживання, зазвичай з використанням відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, вітрові турбіни) або інших локальних генераторів (газові турбіни, біогазові установки) [1].



Рисунок 1 – Модель мережі з розподіленою генерацією.

В даний час поширення розподіленої генерації обумовлено: зростанням тарифів на технологічне приєднання, невеликими термінами введення в експлуатацію, можливістю вирішення розвитком роздрібних ринків електроенергії та ін., когенерація (синхронна генерація) на різних видах палива, малі ГЕС, що підключаються в основному до електричних мереж напругою 10 кВ, а також енергосистеми, що ізолювано працюють з розподіленою генерацією (ІРЕС).

Наявність розподіленої генерації суттєво змінює схемно-режимні властивості електроенергетичних систем (ЕЕС) і, передусім, раніше пасивних розподільчих електричних мереж.

Використання застосовуваних у централізованих енергосистемах технологій планування та управління режимами в електричних мережах з розподіленою генерацією та ІРЕС недоцільно, так, як вони базуються на докладній цифровій моделі ЕЕС, що відображає топологію мережі, параметри всіх елементів, що веде до зростання розмірності завдань, ускладнення системи управління, а також важко забезпечується в умовах недостатньої автоматизації розподільчих електричних мереж.

Недоцільність застосування традиційних технологій в електричних мережах з розмежованою генерацією та ізолювано працюючих розподілених енергосистемах робить актуальним та необхідним розробку та впровадження цілого комплексу нових технологій, що забезпечує сприятливі умови для інтеграції розподіленої генерації до існуючих

Розподілена генерація в електричних мережах 10 кВ стає все більш поширеним явищем, змінюючи традиційну модель централізованого виробництва електроенергії. Цей перехід має значний вплив на структуру, управління та експлуатацію енергосистем.

- Зростання кількості джерел РГ: Активне впровадження відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, вітрові турбіни) та інших локальних генераторів (наприклад, когенераційні установки) призводить до значного збільшення кількості точок введення електроенергії в мережу.

- Зміна профілю навантаження: РГ дозволяє споживачам виробляти частину необхідної електроенергії самостійно, що змінює характер споживання та згладжує пікові навантаження.

- Підвищення вимог до якості електроенергії: Інтеграція РГ в мережу вимагає забезпечення високої якості електроенергії.

- Складність управління мережею: Збільшення кількості розподілених джерел енергії ускладнює управління мережею та вимагає нових підходів до планування та диспетчеризації.

- Необхідність розвитку інтелектуальних мереж: Для ефективного управління мережами з РГ необхідно впроваджувати інтелектуальні системи управління, які дозволяють об'єднувати різноманітні джерела даних та приймати оптимальні рішення в реальному часі.

Основними перевагами розподіленої генерації можна назвати наступні:

- Збільшення енергетичної ефективності: скорочення втрат електроенергії при передачі, підвищення надійності електропостачання.

- Зменшення викидів парникових газів: заміна традиційних джерел енергії на відновлювані.

- Підвищення енергетичної незалежності: зменшення залежності від централізованих джерел енергії.

- Створення нових бізнес-моделей: можливість продажу надлишкової електроенергії в мережу.

Згідно з опитуванням World Energy Council [3], більше 50% експертів енергетичної сфери з усього світу очікують зростання частки розподіленої генерації мінімум на 15% від загальної встановленої потужності у своїх країнах до 2025 року. Тому, варто відмітити перспективи розвитку розподіленої генерації:

- розвиток мікро- та міні-мереж; створення автономних енергетичних систем на основі РГ.

- використання електромобілів як додаткового джерела енергії для мережі.

- стимулювання виробництва та споживання електроенергії.

Розподілена генерація є одним з ключових трендів сучасної енергетики. Вона відкриває нові можливості для підвищення ефективності та надійності енергосистем, а також сприяє децентралізації енергетики та переходу до більш стійкої енергетичної системи.

Література

1. Чернюк А.М., Кирисов І.Н., Черевик Ю.О. Аналіз перспектив розвитку систем розподіленої генерації електроенергії в Україні. [Електронний ресурс]. / А.М. Чернюк, І.Н. Кирисов, Ю.О. Черевик // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки: Енергетика. – Том 32 (71) № 3, 2021, С. 239-246. URL: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.3/36>.

2. Кириленко О. В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах / Кириленко О. В., Павловський В. В., Лук'яненко Л. М. // Технічна електродинаміка. Електроенергетичні системи та установки. – 2011. – № 1. С. 46–53.

3. Економічна правда. Чому Україні варто розвивати розподілену генерацію. Економічна правда. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/10/2/720089/> (дата звернення: 30.10.2024).

621.311

Т.І. Долішній, А.З. Стасів, С.М. Бабюк, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

T. Dolishnii, A. Stasiv, S. Babiuk, Ph.D.

WAYS TO INCREASE THE RELIABILITY OF ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORKS

Надійність розподільчих електричних мереж є ключовим фактором у забезпеченні стабільного електропостачання. Це особливо актуально у світлі зростаючих вимог до енергетичної стабільності та ефективності. Надійність електропостачання є критично важливим фактором для сучасного суспільства. Перебої в електропостачанні можуть призводити до значних економічних збитків, соціальних проблем та навіть загрожувати безпеці людей. Тому пошук ефективних шляхів підвищення надійності розподільчих електричних мереж є актуальним завданням [1,2].

Одним із шляхів підвищення надійності роботи розподільчих електричних мереж є впровадження наступних організаційно-технічних заходів [3].

1. Впровадження нових технологій. Використання передових технологій, таких як «розумні мережі» або «smart grid», дозволяє оптимізувати керування енергоресурсами і швидко реагувати на аварійні ситуації.

2. Модернізація інфраструктури. Старіння обладнання є однією з головних причин зниження надійності мереж. Інвестиції у модернізацію інфраструктури можуть значно підвищити стабільність електропостачання.

3. Профілактичне обслуговування. Регулярні технічні огляди та профілактичне обслуговування дозволяють виявляти та усувати потенційні проблеми на ранніх стадіях.

4. Оптимізація керування активами. Ефективне управління активами дозволяє максимально використовувати наявні ресурси та планувати необхідні оновлення обладнання з мінімальними витратами.

Підвищення надійності розподільчих електричних мереж вимагає комплексного підходу, що включає впровадження нових технологій, модернізацію інфраструктури, регулярне технічне обслуговування та оптимізацію управління активами.

Зазвичай надійність залежить від великої кількості факторів випадкового і невідповідного характеру. Засоби та методи зміни кількісних характеристик цієї властивості електричних мереж дуже різноманітні.

На практиці під час експлуатації електричних мереж як технічних систем ставиться завдання зміни показників надійності у бік підвищення її рівня.

Одним із основних методів підвищення надійності електричних мереж – виявлення найбільш ненадійних частин системи передачі та розподілу енергії та зміна рівня надійності внаслідок введення різних форм надмірності:

- резервування;
- вдосконалення конструкцій та матеріалів;
- технічне обслуговування;
- захисту та автоматизації.

- встановлення компенсуючих та регулюючих пристроїв, що підвищують якість напруги тощо.

У розподільчих мережах підвищення надійності спрямоване створення:

- раціональних схем електричних з'єднань (схем розподільчих пристроїв підстанцій);

- оптимальне насичення розподільчої мережі автоматичними пристроями та пристроями АВР;

- насичення мережі автоматичними комутаційними апаратами;
- установки регулюючих та компенсуючих реактивну потужність пристроїв у споживачів;
- обладнання підстанцій пристроями телевимірювання та телемеханізації;
- автоматизації оперативних перемикачів у складних мережах;
- вдосконалення релейного захисту та автоматики;

У повітряних та кабельних мережах підвищують надійність:

- введення пристроїв пошуку пошкоджень;
- скорочення тривалості аварійних ремонтів;
- забезпеченням ремонтних баз запчастинами електроустановок;
- оптимізації профілактичних ремонтів, оглядів, заміна частин, що зносилися.

Вище перелічені методи вимагають значних матеріальних витрат. Велике значення має вдосконалення схем розподільчих мереж та розподільчих пристроїв підстанцій.

Щоб забезпечити нормальну роботу кожної категорії споживачів, необхідно використовувати різні заходи, спрямовані на підвищення надійності електропостачання.

До цих заходів належать:

- скорочення радіусів розподільчих ліній електропередачі,
- приєднаних до одного джерела живлення;
- створення двостороннього живлення магістральних ліній від різних джерел

(Мережеве резервування);

- секціонування та автоматичне повторне включення ділянок мережі.

Основним завданням рішення, яке необхідне для створення ефективного управління надійністю електричних мереж є забезпечення інноваційного розвитку галузі.

Література

1. Бабюк С. М. Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання / С. М. Бабюк, Я. В. Пліс // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 82–83.

2. Бабюк, С. М., Красножоний, О. В., Барило, В. П., & Брич, Б. В. (2020). Фактори, що впливають на надійність електропостачання. Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 84-85.

3. Бондаренко Р. В. Підвищення надійності функціонування розподільних електричних мереж / Р. В. Бондаренко, О. М. Довгалюк, Г. В. Омеляненко, О. Є. Піротті, Т. В. Сиромятнікова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2018. - Вип. 195. - С. 69-71. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2018_195_25

621.311

А.З. Стасів, С.І. Романюк, І.М. Сисак, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

A. Stasiv, S. Romaniuk, I. Sysak, Ph.D.

REDUCTION OF ELECTRICAL ENERGY LOSSES IN THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Зниження втрат електричної енергії в системі електропостачання промислового підприємства є важливим аспектом для підвищення ефективності енергоспоживання та зменшення витрат на електроенергію. Це дозволяє зменшити навантаження на електричну мережу, знизити витрати на обслуговування та ремонт, а також підвищити економічну ефективність промислового підприємства в цілому.

Є багато шляхів зниження втрат електричної енергії в системі електропостачання [2]. Оптимізацію схеми електропостачання можна поставити на перше місце. Її можна досягти за рахунок модернізації трансформаторних підстанцій - використання трансформаторів з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД); вдосконалення розподільних мереж - оптимізація конфігурації кабельних та повітряних ліній для зменшення протяжності кабелів і, відповідно, зниження втрат енергії в лініях передачі; установки автоматичних комутаційних пристроїв - для покращення управління електричною мережею та швидкого реагування на нештатні ситуації, що допомагає знизити втрати енергії [2].

Ще одним шляхом зниження втрат електричної енергії в системі електропостачання є вибір енергоефективних споживачів [2]. Його можна досягти шляхом переходу на енергоефективні двигуни - використання асинхронних двигунів з регулюванням швидкості дозволяє знизити втрати енергії в електричних машинах; покращення освітлення - заміни традиційних ламп на світлодіодні (LED) або інші енергоефективні системи освітлення для зменшення споживання електроенергії.

Також потрібно відмітити управління навантаженням і споживанням енергії. Досягається шляхом впровадження систем автоматизованого управління (SCADA) для моніторингу й оптимізації споживання енергії в реальному часі; застосуванням технології активної компенсації реактивної потужності - дозволяє зменшити втрати енергії, пов'язані з індуктивними навантаженнями в системі.

Наступним шляхом зниження втрат електричної енергії в системі електропостачання є покращення якості електричної енергії [1]. Досягається за рахунок фільтрації вищих гармонічних складових - використання фільтрів для усунення високочастотних гармонічних складових, які можуть спричинити додаткові втрати енергії в електричних мережах; регулюванням напруги - підтримка стабільної напруги в межах номінальних значень дозволяє знижувати втрати через підвищення чи зниження напруги, що може привести до додаткових втрат енергії.

Ще одним шляхом зниження втрат електричної енергії в системі електропостачання є використання відновлювальних джерел енергії [2]. Досягається за рахунок інтеграції сонячних панелей або вітрогенераторів - для зниження навантаження на центральну енергомережу та використання власної енергії.

Відмічаємо також планування технічного обслуговування та модернізацію обладнання. Досягається шляхом регулярного технічного обслуговування трансформаторів, ліній електропередач, електричних машин та іншого обладнання для забезпечення їх високої енергоефективності; оновлення старих енергосистем, щоб зменшити втрати, пов'язані з застарілим обладнанням.

Навчання персоналу також займає важливе місце. Проведення тренінгів для працівників з управління енергоспоживанням, оскільки грамотне використання енергії знижує ймовірність неефективних витрат.

Впровадження цих заходів дозволяє значно знизити втрати електричної енергії, зменшити витрати на її постачання, покращити енергетичну ефективність і знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

Література

1. Конспект лекцій з дисципліни “Електропостачання промислових і муніципальних об’єктів” для студентів 5-го курсу денної та заочної форм навчання за ОП 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ.- 2024. - Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>

2. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 436 с. ISBN 978-966-553-833-2

621.311

А.Л. Стефанюк, А.А. Гуменюк, А.З. Стасів, І.М. Сисак, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПІДСТАНЦІЇ

A. Stefaniuk, A. Humeniuk, A. Stasiv, I. Sysak, Ph.D.

INCREASING THE TECHNICAL RELIABILITY OF THE SUBSTATION

Підвищення технічної надійності підстанції - це процес забезпечення її безперебійної та ефективної роботи з мінімальними ризиками відмов або аварійних ситуацій. Це важливий аспект в енергетичній інфраструктурі, особливо в даний час при постійних ракетних атаках країни-агресора росії, оскільки підстанції є ключовими елементами для трансформації і передачі електричної енергії [1].

Щоб забезпечити високу надійність трансформаторної підстанції, необхідно враховувати ряд факторів та впроваджувати відповідні заходи.

Перше, що потрібно відмітити – це оцінка стану електрообладнання [5]. Потрібно проводити регулярний моніторинг та діагностику електрообладнання (в тому числі стану трансформаторів, розподільних пристроїв, захисту та автоматизації) з використанням сучасних технологій. Це допоможе вчасно виявити несправності. Також потрібно проводити інспекції та тестування. Проведення періодичних перевірок із заміром параметрів роботи електрообладнання, таких як температура, вібрація, напруга, сила струму є обов'язковими.

По друге, потрібно проводити модернізацію обладнання. До цього пункту можна віднести заміну застарілих елементів - встановлення більш сучасних технологій та компонентів, що мають підвищену надійність та здатність працювати в екстремальних умовах. Також потрібно проводити вдосконалення захисту - встановлювати більш надійні захисні пристроїв, що дозволяють оперативно реагувати на надзвичайні ситуації (перевантаження, короткі замикання). Важливим аспектом є автоматизація - впровадження систем автоматичного регулювання та управління, що дозволяють знижувати людський фактор та оперативно реагувати на зміни в стані трансформаторної підстанції.

Також потрібно запобігати аваріям. Це можна досягти за рахунок надійної системи живлення - використання резервних джерел живлення для забезпечення стабільної роботи трансформаторної підстанції в разі відмови одного з джерел живлення [1, 2, 3]. Потрібно налагоджувати зв'язок з іншими трансформаторними підстанціями за рахунок створення можливості для швидкого переключення на резервні лінії або трансформаторні підстанції у випадку неполадок. Також потрібно підвищувати енергоефективність - оптимізувати процеси управління енергоспоживанням, що зменшує навантаження на обладнання та знижує ймовірність його відмови.

Важливим пунктом є впровадження новітніх технологій. Це може бути встановлення інтелектуальних систем - систем, що дозволяють здійснювати попередження про можливі аварії та прогнозувати збої в роботі за допомогою аналізу даних в реальному часі; використання датчиків для моніторингу стану важливих компонентів трансформаторної підстанції на відстані.

Потрібно не забувати про підготовку персоналу. Навчання і тренування забезпечують постійне підвищення кваліфікації персоналу трансформаторної підстанції

для забезпечення високого рівня реагування на надзвичайні ситуації та швидкої ліквідації несправностей. Симуляції аварійних ситуацій за допомогою різного роду тренажерів забезпечують проведення тренувань для оперативного реагування на можливі аварії.

Ремонт і обслуговування також підвищують технічну надійність підстанції. Це досягається за рахунок прогнозованого технічного обслуговування - складання графіків регулярного обслуговування та ремонту для усунення можливих дефектів на ранніх етапах; ремонту після аварій - розробки плану швидкого реагування для відновлення роботи трансформаторної підстанції після аварій.

Важливим є аналіз та планування. Для прикладу, аналіз відмов дає змогу вивчити причини і наслідки попередніх відмов або аварій на трансформаторній підстанції для того, щоб уникнути їх у майбутньому. Оцінка технічних і фінансових ризиків для кожного елемента трансформаторної підстанції з метою визначення пріоритетів для інвестицій у надійність також є важливим пунктом.

Потрібно відмітити питання управління навантаженням. Балансування навантажень за рахунок розподілу навантаження між різними лініями та трансформаторами для уникнення перевантаження окремих елементів є важливим [4].

Підвищення технічної надійності підстанції дозволяє забезпечити стабільну і безперервну роботу електричної мережі, що є критично важливим для енергетичної інфраструктури.

Література

1. Купчик, В. О., Сердюк, Т. Т., Головачук, Г. І., Волосинецький, Р. Б., Мовчан, Л. Т., & Сисак, І. М. (2022). Підвищення надійності та пропускну здатності трансформаторних підстанцій. Матеріали X I Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 80-81.
2. Бацюра, Є. В., Шинькар, Р. І., Ухін, А. Р., Костецький, П. Б., Осадчук, С. В., & Сисак, І. М. (2021). Забезпечення надійності системи електропостачання промислових об'єктів. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 9-10.
3. Романишен, О. В., Клименко, Д. Р., & Сисак, І. М. (2020). Підвищення надійності системи електропостачання. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 128-128.
4. Конспект лекцій з дисципліни “Електропостачання промислових і муніципальних об'єктів” для студентів 5-го курсу денної та заочної форм навчання за ОП 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ.- 2024. - Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>
5. А.В. Журахівський С.В. Казанський Ю.П. Матеєнко О.Р. Пастух. «Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж», підручник, Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017

УДК 621.311:620.92

Б.В. Кухарець, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
Україна

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОТЕДЖНОГО БУДИНКУ

B.V. Kukharets, V.I. Hetmaniuk, I.V. Beliakova Ph.D., assoc. prof.

DEVELOPMENT OF AN AUTONOMOUS ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR A COTTAGE BUILDING

Автономне енергозабезпечення котеджного будинку стає дедалі актуальнішим через зростання цін на енергоресурси, нестабільність централізованого енергопостачання та підвищену увагу до екологічних аспектів споживання енергії. Розробка такої системи включає використання сучасних технологій відновлюваної енергетики, ефективних методів зберігання енергії та інтелектуальних систем керування. Мета автономної системи – забезпечити енергетичну незалежність, економічну вигоду та екологічну безпеку.

Для системи автономного забезпечення будинку використовуються такі відновлювальні джерела енергії: сонячні панелі як основний елемент для перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію, вітрогенератори як допоміжне джерело енергії, особливо актуальне у регіонах із високою вітровою активністю, генератори на біомасі як резервний варіант, який може забезпечити енергію у періоди недостатнього виробництва сонячними чи вітровими установками.

Системами зберігання енергії є акумуляторні батареї, які забезпечують накопичення енергії для використання вночі або у періоди відсутності сонця чи вітру, та гібридні системи зберігання, які поєднують акумулятори із водневими паливними елементами для збільшення тривалості автономної роботи.

Інтелектуальна система моніторингу та керування споживанням енергії дозволяє оптимізувати використання доступних ресурсів. Вона контролює роботу всіх компонентів системи, забезпечуючи ефективність і надійність. Інтеграція з технологіями "розумного будинку" дозволяє автоматизувати процеси, наприклад, увімкнення енергоємних пристроїв у періоди максимальної генерації.

При розробці автономної енергосистеми потрібно оцінити щоденні та сезонні потреби у електроенергії та теплі, визначити найбільш енергоємні пристрої для оптимізації їх роботи, розрахувати площі сонячних панелей, потужності вітрогенераторів та ємності акумуляторів відповідно до енергетичних потреб будинку, врахувати кліматичні умови.

Система автономного енергозабезпечення котеджного будинку є перспективним рішенням для забезпечення стабільного енергопостачання, економічної вигоди та збереження екології. Розробка таких систем вимагає ретельного аналізу потреб і правильного підбору компонентів, але у результаті забезпечує енергонезалежність і комфорт для мешканців.

Література

1. Возняк О.Т. Енергетичний потенціал сонячної енергетики та перспективи його використання в Україні / О.Т. Возняк, М.С. Янів // Вісн. Нац. Ун-ту «Львів. Політехніка.» Теорія і практика буд-ва. – 2010. – № 664.

2. Сонячна домашня електростанція для приватного будинку [Режим доступу]: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213138817300358#preview-section-introduction>.

УДК 623.17.38

Б.Я. Оробчук, к.т.н., доц.; Н.І. Дідик

(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО НАВЧАЛЬНОГО СТЕНДУ НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕЛЕ REF-615

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc.; N. Didyk

DEVELOPMENT OF A LABORATORY TRAINING STAND BASED ON THE REF-615 MICROPROCESSOR RELAY

Сучасні електроенергетичні системи характеризуються безперервністю в часі виробництва та споживання електроенергії, швидкістю протікання електромагнітних впливів, що виникають при ушкодженнях електроустаткування. І а цьому випадку необхідну якість і надійність електропостачання можна забезпечити застосуванням пристроїв релейного захисту і протиаварійної автоматики. Такі пристрої призначені для швидкої автоматичної локалізації пошкодженого електрообладнання або лінії системи електропостачання, автоматичного відновлення напруги на неушкоджених ділянках і запобігання ненормальним режимам [1].

На кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя було розроблено лабораторний стенд на базі мікропроцесорного реле REF-615, який є сучасним інструментом для вивчення релейного захисту та електроавтоматики. Система стенду розроблена у вигляді макету захисту реальної комірки 10 кВ (вводу або фідера), що дозволяє імітувати та досліджувати широкий спектр аварійних ситуацій і режимів роботи. Завдяки програмуванню та моделюванню захисту, максимально наближеному до реальних умов експлуатації, стенд надає унікальні можливості для навчання, практичного закріплення знань і тестування алгоритмів роботи релейного захисту. Такий підхід сприяє глибокому розумінню принципів функціонування систем захисту, а також допомагає освоїти роботу з сучасним обладнанням, що є важливим елементом підготовки фахівців у галузі електроенергетики [2].

Розробка лабораторного стенда на базі мікропроцесорного реле REF-615 розпочалася з ідеї створення навчального обладнання, яке максимально точно відтворює умови роботи релейного захисту на реальних підстанціях. Мета полягала в тому, щоб забезпечити студентам можливість повного занурення в практичну роботу з релейним захистом з урахуванням усіх особливостей та специфіки цього процесу в умовах реальних об'єктів енергетики [3].

Першим етапом стала розробка концепції стенда. Базуючись на функціях захисту комірки 10 кВ (вводу або фідера), було вирішено створити макет, що включає основні елементи, такі як вимикач, система пружинного приводу, струмові та напругові кола, мнемосхему, сигнальні індикатори та допоміжні реле. Особливу увагу приділили деталям, що дозволяють імітувати положення візка вимикача, увімкнення заземлюючих ножів, а також реєстрацію й аналіз аварійних подій.

Схема стенда розроблялася з урахуванням потреб навчального процесу. Наприклад, клемники дозволяють зручно подавати імітовані сигнали струму та напруги, пере-віряти роботу захистів за різними параметрами, а також тестувати алгоритми роботи автоматики. Особливістю стенда стало використання мікропроцесорного реле REF-615, що забезпечує

високу гнучкість у налаштуванні функцій захисту, включаючи макси-мальний струмовий захист, струмову відсічку, захисти по напрузі та частоті [4].

Завершальним етапом стала інтеграція мнемосхеми для візуалізації стану обладнання, встановлення кнопок для імітації аварійних подій, а також програмування функцій автоматичного повторного ввімкнення, блокувань та діагностики. Кожен елемент стенда ретельно тестувався для забезпечення коректної роботи в реальних умовах експлуатації.

Таким чином, лабораторний стенд не лише відповідає реальним умовам роботи енергетичних об'єктів, але й дає можливість студентам експериментувати з налаштуваннями, вивчати динаміку роботи захисту та закріплювати знання на практиці.

Лабораторний стенд складається з мікропроцесорного реле REF-615, макета вимикача 10 кВ із системою пружинного приводу, мнемосхеми, сигнальних ламп, кнопок для імітації аварійних ситуацій, струмових і напругових кіл, а також допоміжних реле та перемичок для налаштувань (рис. 1).

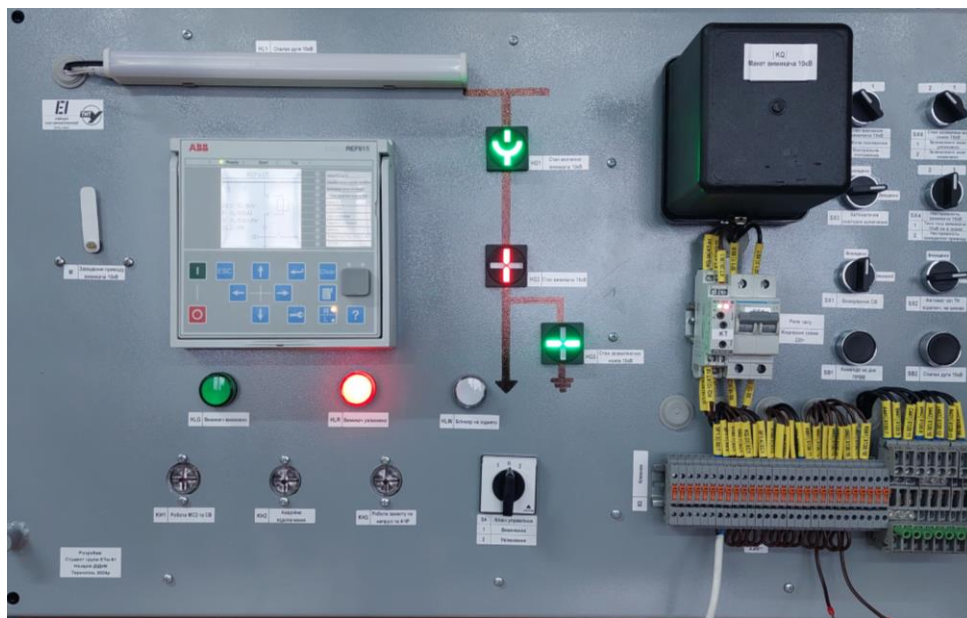


Рисунок 1. Вигляд лабораторного стенда на базі мікропроцесорного реле REF-615

Стенд виконує функції релейного захисту, включаючи максимальний струмовий захист, струмову відсічку, захист по напрузі, автоматичне повторне ввімкнення, а також імітує аварійні ситуації для аналізу роботи захисту.

Література

1. Рубаненко О.Є. Релейний захист та автоматика електричних станцій : електрон-ний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Рубаненко О. Є., Рубаненко О.О., Гунько І.О. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 1251с.
2. Оробчук Б., Баран М. Комплексний лабораторний стенд на базі програмованого логічного контролера / XXVII міжнародна науково-практична конференція MicroCAD-2019 "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Національ-ний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" – Том 2, С.101 - 2019
3. Оробчук Б., Дудін С. Адаптація блоку цифрової телеметрії до навчального тренажера системи диспетчерського керування / VII Міжнародна наук.-техн. конф. «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи»: Тернопіль, 2024 р. – С. 67-68
4. Серія 615. Технічне керівництво. Режим доступу: https://library.e.abb.com/public/66cff450b54c48d58c677b8fc298d1ff/RE_615_tech_758991_RUa.pdf

УДК 623.17.38

Б.Я. Оробчук, к.т.н., доц.; О.Р. Балящук

(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ВІДХИЛЕННЯМ НАПРУГИ

В. Orobchuk, Ph.D., Assoc.; O. Balyashchuk

RESEARCH OF THE STATE OF ELECTRICITY QUALITY BY VOLTAGE DEVIATION

На даний час має місце значне використання технологічного обладнання, яке генерує нелінійне навантаження в електричних мережах, а це, в свою чергу, піднімає питання щодо електромагнітної сумісності та контролю якості електроенергії. Підтримка параметрів якості електроенергії на визначеному рівні позитивно впливає на роботу електрообладнання, збільшує його експлуатаційний ресурс, збільшує енерго-ефективність електромереж, оскільки в цьому випадку спостерігається зменшення втрат активної та реактивної потужності [1].

В цій роботі виконано дослідження стану якості електричної енергії на ПРАТ «Птахофабрика Тернопільська» із застосуванням приладу "Ресурс-UF2М", який може вимірювати параметри напруги включно з основними показниками якості електроенергії, а також параметри сили струму, потужності та енергії змінного струму [2]. На рис. 1 приведена схема підключення приладу, яка була використана для дослідження стану якості електроенергії на підприємстві.

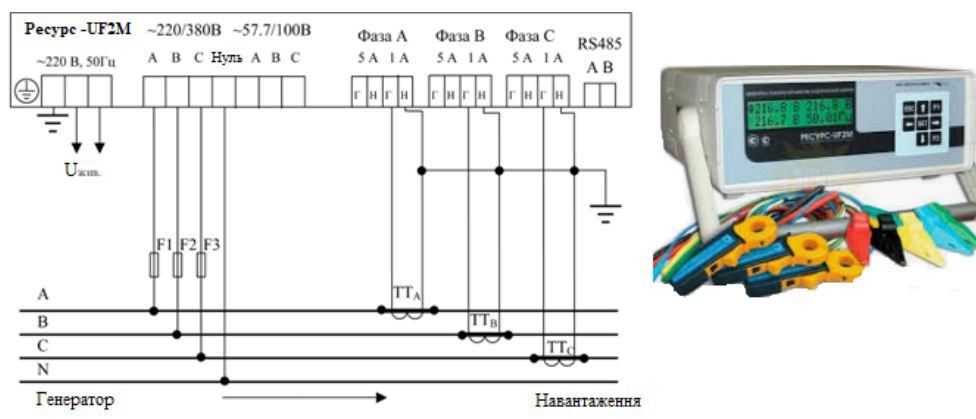


Рисунок 1. Схема вимірювання напруги і струму приладом «Ресурс-UF2М»

Процес вимірювання здійснювався на відхідній лінії трансформаторної підстанції і на ввіді до пташника (рис. 2).

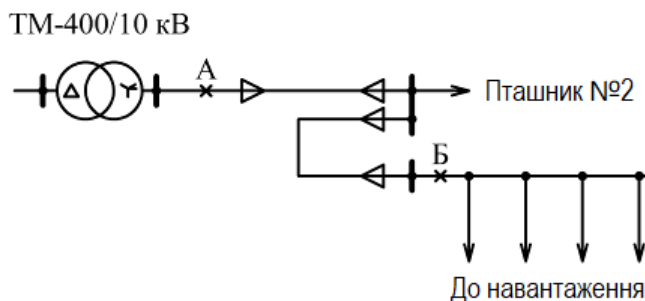


Рисунок 2. Визначення місця дослідних вимірювань

Для дослідження стану якості електроенергії були виконані аналітичні методи та готові табличні дані, розраховані за допомогою приладу "Ресурс-UF2М". Графіки відхилення напруги у точках А і Б приведені на рис. 3.

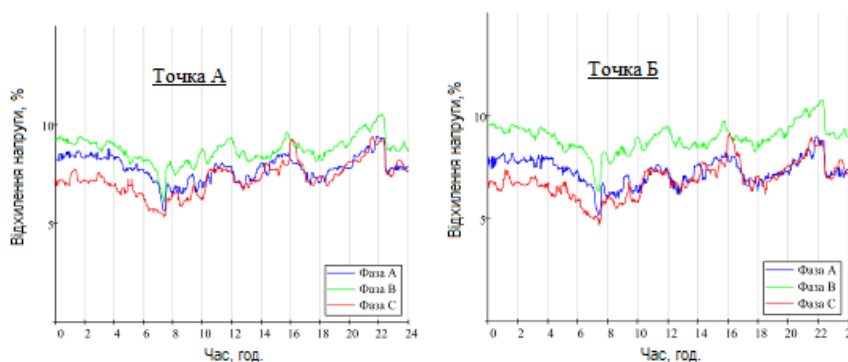


Рисунок 3. Графіки відхилення напруги у фазах (точки А і Б)

Гістограми відхилення напруги у точках А і Б приведені на рис. 4.

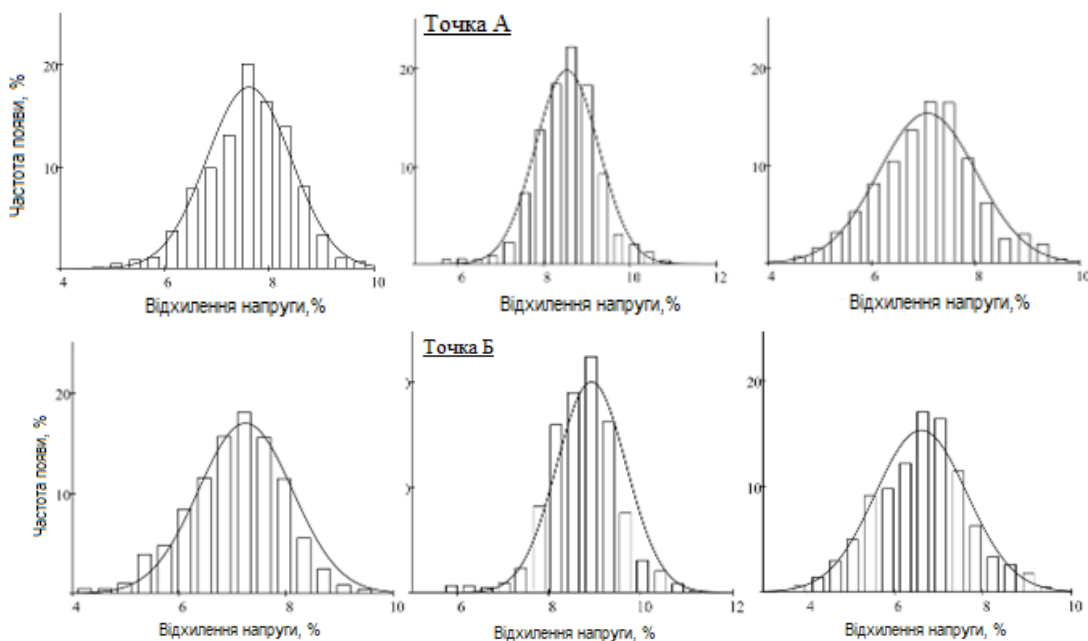


Рисунок 4. Гістограми відхилення напруги у фазах (точки А і Б)

Аналізуючи результати отриманих розрахунків, можна сказати, що середнє відхилення напруги у точці Б, якщо її порівнювати з точкою А, зменшується непомітно, але середньоквадратичне відхилення у точці Б є трохи вищим.

Література

1. Бурбело М.Й. Електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в системах електропостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Бурбело М.Й. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 159 с.

2. Оробчук Б., Микуляк В., Волос Р. Зниження втрат електроенергії в розподільних мережах при застосуванні накопичувачів енергії. / VII Міжнародна науково-технічна конференція „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи”: Тернопіль, 2024 р. – С. 61-62

УДК 623.17.38

Б.Я. Оробчук, к.т.н., доц.; С.В. Сирота

(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ В МЕРЕЖІ З РЕЗИСТИВНИМ ЗАЗЕМЛЕННЯМ НЕЙТРАЛІ

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc.; S. Syrota

RESEARCH OF INTERPHASE-TO-PHASE FLASHES IN A NETWORK WITH RESISTIVE NEUTRAL GROUNDING

На даний час широке розповсюдження знайшла система ізольованої нейтралі та система компенсованої через дугогасильний реактор нейтралі розподільних мереж. Така система має суттєву перевагу, оскільки навіть при однофазному замиканні на землю можна протягом деякого часу здійснювати електропостачання споживачів не вимикаючи при цьому пошкоджену ділянку електричної мережі. Але варто зазначити, що ця перевага іноді супроводжується негативними явищами, тому доцільніше виконувати модернізацію системи заземлення нейтралі розподільчих мереж за допомогою резистивної або комбінованої системи [1].

Для дослідження цієї системи було проведено аналіз схеми ПС «Промислова» АТ «Тернопільобленерго» та вибрано середньостатистичну лінію з чотирма розподільчими трансформаторами ТМ-400/10 і трансформатором на підстанції ТДН-10000/110. Схема цієї мережі приведена на рис. 1.

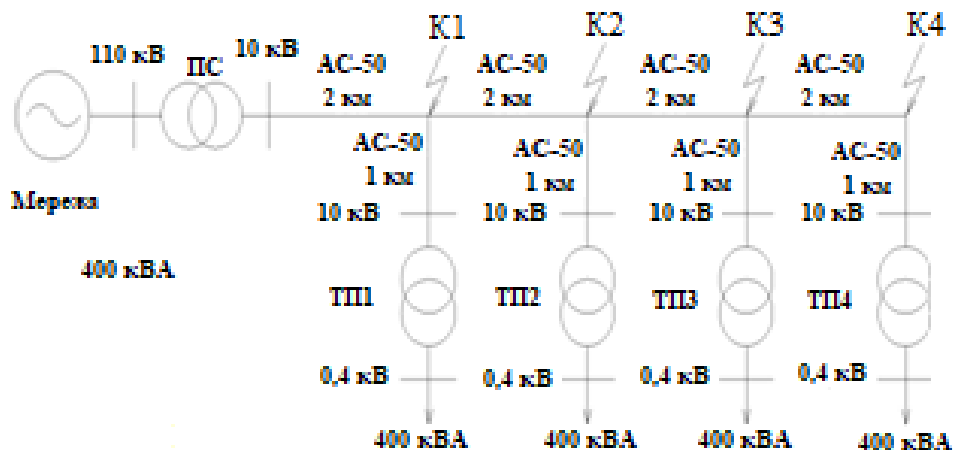


Рисунок 1. Схема досліджуваної електричної мережі

Апріорі приймаємо, що в досліджуваній електричній мережі уже забезпечено необхідний ступінь резервування та автоматизації розподільних електричних мереж, а також систем електропостачання та технологічних процесів. На основі цього здійснено вибір опору низькоомного заземлення нейтралі, який передбачає можливість процесу відключення ділянок мережі, що зазнали пошкодження [2]. Величина опору заземлення нейтралі рівна 10 Ом, а це дозволяє в селективному режимі здійснювати відключення однофазного замикання на землю за мінімально можливий час. Загальний емнісний струм електричної мережі I_m рівний 0,38 А. Величина струму $I_{за}$, яку генерує резистор у нейтралі

при однофазному замиканні на землю через перехідний опір (100 Ом) у точці К4, буде рівна 65 А.

$I_{3a} \geq I_m$, $I_{3a} > I_{m.з}$ – отже, умови виконуються.

На основі отриманих результатів проведених досліджень було розроблено блок-схему визначення виду міжфазних замикань для мережі, який приведено на рис. 2, та залежності функції $J(U, I)$ від опору заземлення R_g (рис. 3).



Рисунок 2. Блок-схема визначення виду міжфазних пошкоджень досліджуваної мережі

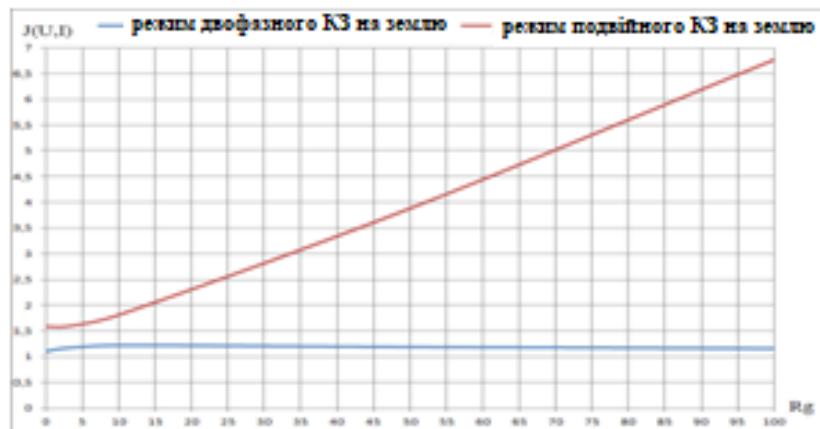


Рисунок 3. Графік залежності функції $J(U, I)$ від величини опору R_g

Аналіз отриманого графіка дозволяє зробити висновок, що досліджувати режими з $R_g > 100$ Ом немає доцільності, так як графіки режимів двофазного короткого замикання на землю та подвійного короткого замикання на землю розходяться.

Література

1. Романовський В.І. Аналіз замикань на землю в мережах 6 кВ для вибору оптимального способу заземлення нейтралі / В.І. Романовський, С.М. Лебедка // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 1. – С. 101-104.
2. Оробчук Б., Братковський Н, Семенюк В. Дослідження перехідних процесів при замиканнях на землю // VI Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». - Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя 2017 р.

УДК 536.24

В. С. Закордонець, к.ф.-м.н., доц., М. В. Кобаль, К. Ю. Шуба

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ КОНВЕРТЕР НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

V. Zakordonets, Ph. D.; Assoc. Prof., M. Kobal, K. Shuba

THERMOELECTRIC CONVERTER LOW-POTENTIAL THERMAL ENERGY

В природі існують великі запаси розсіяної низькопотенціальної теплової енергії, яку можна використати для енергетичних потреб. Джерела низькопотенціальної теплової енергії можна поділити на два типи: природні та техногенні. До природних належать: природна вода, повітря, ґрунт, сонячна радіація та ін.. До техногенних: повітря систем вентиляції, систем охолодження технологічних процесів, стічні води та води, які використовуються в різноманітних системах охолодження. Енергетичний та температурний рівень низькопотенціальних джерел наведено в таблиці.

Таблиця

Вид джерела низькопотенціальної теплової енергії					
Природні джерела	Енергетичн. рівень (Мвт)	Температ. рівень (°C)	Техногенні джерела	Енергетичн. рівень (Мвт)	Температ. рівень (°C)
Поверхнева вода	0,9-51,6	4 - 18	Стічна вода	0,3 - 90	10 - 17
Ґрунтова вода	1-2	6 - 15	Технічна вода	2,4 - 10,6	15 - 30
Геотермальна вода	0,29-3	35 - 80	Технолог. вода	39,5 - 54,9	40 - 70
Повітря	0,3-18,4	-5 - 25	Повітря	10 - 38,4	25 - 50
Ґрунт	0,1-5,9	4 - 12			
Сонячна радіація	0,1-150	25 - 75			

Для роботи будь-якої теплової машини потрібна наявність нагрівача, охолоджувача і робочого тіла. В низькопотенціальних перетворювачах теплової енергії в якості нагрівача можна вибрати природну воду, повітря, ґрунт, сонячну радіацію, атмосферне повітря а в якості охолоджувача глибинні шари води (річок, озер, морів і океанів). В традиційних теплових машинах корисну роботу отримують при збільшенні об'єму робочого тіла.

На жаль, перетворити в корисну роботу можна не все тепло, а лише певну частину. Ефективність низькопотенціальної теплової енергії можна оцінити розрахувавши її ексергію.

$$E = Q_h (1 - T_h / T_c),$$

де Q_h - теплова потужність, яку отримала теплова машина від нагрівача, Q_c - теплова потужність, яку теплова машина передала охолоджувачу, T_h - температура нагрівача, T_c - температура охолоджувача.

Термоелектричний конвертор (ТЕК) є твердотільною тепловою машиною, в якій роль робочого тіла виконує електронний газ. В ТЕК виконання роботи відбувається в результаті генерації термоелектричного струму. При цьому, як впливає із другого начала термодинаміки, електрична потужність

$$W = (Q_h - Q_c) - \Delta U,$$

є різницею між підведеною тепловою енергією і зміною внутрішньої енергії електронного газу.

В запропонованому ТЕК викорисовується короткозамкнутий термоелектричний генератор (КОТЕГ) який має велику площу термоелементів та малий внутрішній електричний опір. В результаті цього, при низькій напрузі генерації (соті долі вольта), та малому опорі навантаження генерується струм в кілька десятків ампер. Вироблений струм тут же споживається, перетворюючись в корисну роботу. Переваги КОТЕГ очевидні. По - перше, це підвищує термодинамічний ККД термоелектричного генератора внаслідок відсутності втрат в комутаційних та ізоляційних шарах. По - друге, різко знижується вартість робіт на комутацію сотень і тисяч термоелементів для отримання напруги хоча б в кілька десятків вольт для живлення споживачів [1].

Література

1. Zakordonets V.S. Short-circuited semiconductor thermoelectric engine. / V.S.Zakordonets, V.A. Stefansky // Journal of Thermoelectricity. №4, 2003. P. 13-19.

УДК 621.3

В.В. Зиц, Д.В. Коробчук, П.І. Богач, Я.О. Філюк, канд. техн. наук,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СВІТЛОДІОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ: МАЙБУТНЄ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

V.V. Zytz, D.V. Korobchuk, P.I. Bohach, Y.O. Filiuk, Ph.D

LED TECHNOLOGIES: THE FUTURE OF INTELLIGENT AND ECOLOGICAL LIGHTING

Світлодіодні технології, драйвери та системи керування освітленням стали основою сучасного освітлювального обладнання. Їхній розвиток відкрив нові горизонти для енергозбереження, комфорту й ефективності. Ці рішення поєднують у собі високотехнологічні напівпровідникові елементи, складну електроніку й інтелектуальне програмне забезпечення, що робить їх невід’ємною частиною сучасного світу. Світлодіоди вирізняються тривалим терміном служби, що досягає десятків тисяч годин. Вони є надійними, безпечними та екологічними, оскільки не містять ртуті чи інших шкідливих речовин.

Унікальна конструкція світлодіодів дозволяє використовувати їх у найрізноманітніших дизайнерських рішеннях. Вони забезпечують широкий спектр кольорів і можливість створення динамічних освітлювальних ефектів. Ця технологія активно застосовується у побуті, на виробництвах, у міському освітленні та навіть у медицині. Однак для їхньої стабільної та ефективної роботи необхідні спеціальні електронні пристрої – драйвери.

Драйвери для світлодіодів виконують важливу функцію – вони забезпечують стабільне живлення світлодіодів, які є дуже чутливими до змін напруги й струму. Без драйвера світлодіод може перегрітися або вийти з ладу через перевищення струму. Окрім захисту, драйвери мають і додаткові можливості. Наприклад, вони дозволяють регулювати яскравість світла (диммування), підтримувати роботу з різними протоколами керування, такими як DALI чи Zigbee, і навіть адаптуватися до складних умов експлуатації.

Сучасні системи керування освітленням пропонують ще більше можливостей для оптимізації та автоматизації. Вони складаються з контролерів, датчиків руху чи освітленості, а також програмного забезпечення, що дозволяє централізовано керувати усією мережею світильників. Такі системи надають користувачам змогу змінювати інтенсивність світла, створювати різні сценарії освітлення, автоматично підлаштовуватися під зовнішні умови або навіть контролювати освітлення через мобільні додатки. Попри очевидні переваги, впровадження світлодіодів і систем керування супроводжується певними викликами. Одним із них є висока початкова вартість обладнання, яка, хоч і компенсується тривалим терміном служби й економією енергії, все ж може бути бар’єром для масового використання. Крім того, різноманітність стандартів і протоколів ускладнює інтеграцію різних систем між собою.

Однак ці труднощі поступово долаються завдяки прогресу у сфері штучного інтелекту та розвитку нових технічних стандартів. Очікується, що у майбутньому системи освітлення стануть ще більш інтелектуальними, автоматизованими й орієнтованими на користувача.

Таким чином, дослідження драйверів, світлодіодів і систем керування освітленням демонструє величезний потенціал для трансформації підходів до енергоспоживання, створення комфортних умов для життя та забезпечення стійкості довкілля. Це не просто технології – це частина нашого сучасного та майбутнього світу.

УДК 621.316

В.В. Маланчук, В.І. Гетманюк, І.М. Сисак к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

V.V. Malanchuk, V.I. Hetmaniuk, I.M. Sysak Ph.D., assoc. prof.

ADVANCED ENERGY EFFICIENCY RESIDENTIAL OBJECTIVES OF THE UTILITY STATE

Одним із ключових напрямків відновлюваних джерел енергії є сонячна енергетика, яка використовує сонячне випромінювання для виробництва електроенергії, тепла та інших видів енергії. Ефективність фотоелектричних станцій залежить від регулярного моніторингу стану обладнання, швидкої ідентифікації несправностей і проведення профілактичних заходів. Одним із засобів, які здатні підвищити енергоефективність та надійність роботи сонячних електростанцій (СЕС), є безпілотні літальні апарати (БПЛА). БПЛА обладнані сучасними сенсорами і камерами, стають незамінними інструментами для оптимізації роботи СЕС, дозволяючи значно підвищити їхню продуктивність і знизити експлуатаційні витрати.

Безпілотні літальні апарати можна використовувати для реалізації різноманітних важливих завдань на фотоелектричних станціях. БПЛА, оснащені тепловізорами, дозволяють виявляти дефекти сонячних панелей, такі як перегрів або ділянки пошкодження, які призводять до втрати енергії. Тепловізійний аналіз дозволяє швидко і точно визначити проблемні зони без необхідності зупинки станції. Завдяки використанню високоякісних камер, дрони проводять візуальний огляд панелей на наявність механічних пошкоджень, забруднень або слідів зношення. Це особливо актуально для великих станцій, де ручний огляд є складним і тривалим процесом. БПЛА створюють точні 3D-карти територій сонячних електростанцій, що допомагає оцінити стан інфраструктури та оптимізувати розміщення обладнання. Крім панелей, дрони можуть перевіряти кабелі, інвертори, опорні конструкції та інше обладнання СЕС.

Використання дронів сприяє зменшенню втрат енергії, що дозволяє збільшити рентабельність СЕС. Крім того, регулярний моніторинг знижує необхідність у великих ремонтних роботах, тим самим зменшуючи витрати. Екологічний ефект полягає в підвищенні ефективності відновлюваних джерел енергії, що сприяє зниженню залежності від викопного палива.

Проте, попри численні переваги, використання БПЛА має свої недоліки, зокрема висока вартість обладнання для дронів, потреба у кваліфікованих операторах для роботи з БПЛА, обмеження польотів дронів у нашій країні.

Безпілотні літальні апарати є ефективним інструментом для підвищення ефективності роботи фотоелектричних станцій. Їхнє використання дозволяє суттєво знизити витрати, підвищити продуктивність та забезпечити довгострокову надійність СЕС. Інтеграція цих технологій сприяє сталому розвитку відновлюваної енергетики.

Література

1. Pereira, R., Costa, M. Real-time monitoring of solar installations using drone technology: Benefits and challenges. *Renewable Energy Technology*, – 2022. –56(4). – P.102-113.
2. Patel, S., Green, D. Future trends in drone technology for solar site management: Implications for industry and policy. *Journal of Energy Innovations*. – 2023.– 7(2). – P.201-215.

УДК 621.3

В.В. Пляшевський, І.І. Ухач, Я.О. Філюк, канд. техн. наук,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

V.V. Pliashevskiy, I.I. Ukhach, Y.O. Filiuk, Ph. D

USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR HOUSEHOLD CONSUMERS

Альтернативні джерела енергії стали важливим аспектом сучасного розвитку, особливо в умовах зростаючого попиту на енергію, необхідності зменшення викидів парникових газів та пошуку рішень для енергетичної безпеки. Для побутових споживачів такі джерела енергії, як сонячна енергія, вітрова, геотермальна та біомаса, можуть забезпечити ефективність, економічність і екологічність.

Сонячна енергія — одна з найпоширеніших альтернативних технологій для домашнього використання. Фотогальванічні панелі перетворюють сонячне світло на електрику, яка може використовуватися для освітлення, опалення або заряджання акумуляторів. Сучасні сонячні системи досягають високої ефективності (до 22% для побутових панелей), а інновації у зберіганні енергії, як-от літій-іонні батареї, дозволяють накопичувати надлишкову енергію для подальшого використання. Головна перевага сонячної енергії — її незалежність від традиційних джерел енергії, що дозволяє знижувати витрати на електроенергію. Однак, сонячна енергія залежить від кліматичних умов та географічного розташування, що може обмежити її ефективність у регіонах із недостатньою кількістю сонячних днів.

Домашні вітрові турбіни є ще одним рішенням для альтернативного енергопостачання. Невеликі турбіни, які встановлюються у дворі чи на дахах будинків, здатні генерувати електрику для приватного господарства. Сучасні моделі турбін можуть працювати навіть за помірної швидкості вітру (3–5 м/с), а їхній термін служби сягає 20–25 років. Хоча вітрові турбіни мають великий потенціал, вони підходять не для всіх місцевостей. Ефективність значно залежить від середньорічної швидкості вітру в конкретному регіоні.

Одним із ключових напрямів у використанні альтернативних джерел енергії є підвищення їх енергетичної ефективності. Це досягається завдяки оптимізації споживання енергії та інтеграції різних технологій у гібридні системи. Такі рішення дозволяють максимізувати використання природних ресурсів.

Одним із важливих компонентів гібридних систем є використання "розумних" технологій, які автоматично регулюють розподіл енергії:

- Енергетичні монітори аналізують споживання енергії і допомагають зменшувати витрати.
- Автоматизація розподілу енергії дозволяє направляти енергію до найбільш пріоритетних завдань, наприклад, забезпечення освітлення чи роботи холодильника в умовах обмежених ресурсів.

Альтернативні джерела енергії для побутових споживачів є перспективним шляхом до енергетичної незалежності, зменшення впливу на навколишнє середовище та зниження витрат. Хоча кожен вид енергії має свої переваги й обмеження, їхнє комбінування та впровадження сучасних технологій забезпечують доступність і ефективність навіть у складних умовах. Розвиток інфраструктури та державні програми підтримки сприяють масовому впровадженню цих рішень, що важливо для сталого розвитку суспільства.

УДК 621.314.58:615.477

В.І. Крочак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТОПОЛОГІЙ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ У МЕДИЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

V. Krochak

PECULIARITIES OF USING DIFFERENT TOPOLOGIES OF SWITCHING DC-DC POWER CONVERTERS IN MEDICAL EQUIPMENT

Імпульсні перетворювачі постійного струму (DC-DC) відіграють ключову роль у забезпеченні стабільного електроживлення медичних пристроїв, таких як діагностичні прилади, монітори життєвих функцій, хірургічне та терапевтичне обладнання. Актуальність дослідження обумовлена стрімким розвитком медичних технологій та зростаючими вимогами до систем електроживлення, що використовуються у критично важливих вузлах обладнання. У цій роботі розглянуто специфіку застосування різних типів DC-DC перетворювачів у медичній техніці, враховуючи їхні електричні параметри, електромагнітну сумісність та конструктивні особливості. Дослідження спрямоване на вдосконалення систем електроживлення медичного обладнання, що сприятиме підвищенню їх ефективності та безпеки.

Імпульсні перетворювачі постійного струму що застосовуються у медичному обладнанні, повинні відповідати високим вимогам стандартів України і ЄС щодо електробезпеки, основний з яких це ДСТУ EN 60601-1 – "Медичне електричне обладнання. Частина 1: Загальні вимоги до безпеки", який є національним еквівалентом EN 60601-1. Виконання норм цього стандарту щодо електроізоляції та рівня електромагнітних завад є складним технічним викликом при проектуванні імпульсних перетворювачів, що розглядається в чисельних наукових працях. У роботі [1] проведено огляд сучасних топологій імпульсних перетворювачів, зазначено, що для медичного застосування відповідними можуть бути топології з гальванічною розв'язкою (isolated). Робота [2] описує імпульсні перетворювачі для високовольтного живлення медичного рентгенівського обладнання, де за основу приймаються топології з гальванічною розв'язкою. У [3] описане керування вентиільним (BLDC) електромотором для медичного застосування за допомогою імпульсного перетворювача без гальванічної розв'язки (non isolated). Робота [4] розглядає використання імпульсного перетворювача без гальванічної розв'язки для живлення медичних приладів з низькою потужністю споживання.

У Таблиці 1 пропонується перелік найбільш поширених сучасних топологій імпульсних перетворювачів постійного струму і їх можливе застосування у медичному обладнанні.

Таблиця 1 – Топології імпульсних перетворювачів і їх можливе застосування

Топологія імпульсного перетворювача	Гальванічна розв'язка	Електромагнітні завади	Можливе застосування у медичному обладнанні
Понижувальний (Buck)	Немає	Високі	Службове електроживлення мікросхем, пристроїв з низькою потужністю і напругою живлення
Підвищувальний (Boost)	Немає	Високі	Електроживлення специфічних пристроїв з низькою потужністю і відносно невисокою вхідною напругою (напр. мікромотори)
Топологія імпульсного перетворювача	Гальванічна розв'язка	Електромагнітні завади	Можливе основне застосування у медичному обладнанні
Понижувально-підвищувальний (Buck-Boost)	Немає	Високі	Вторинне електроживлення обладнання за умов, коли вхідна напруга співрозмірна з вихідною
Чука (Cuk)	Немає	Помірні	Службове електроживлення мікросхем, пристроїв з низькою потужністю і напругою живлення
З несиметрично навантаженою первинною індуктивністю (SEPIC)	Немає	Помірні	Вторинне електроживлення обладнання за умов, коли вхідна напруга співрозмірна з вихідною
Зворотноходовий (Flyback)	Є	Помірні	Вторинне електроживлення обладнання, що потребує середніх і великих рівнів потужності, або високих напруг живлення (напр. рентген-апарати)
Прямоходовий (Forward)	Є	Помірні	Вторинне електроживлення обладнання, що потребує середніх і великих рівнів потужності, або високих напруг живлення (напр. рентген-апарати)

Отже, для переважної більшості задач у медичному обладнанні рекомендовано використовувати топології імпульсних перетворювачів, що забезпечують гальванічну розв'язку між входом і виходом, такі як прямоходові і зворотноходові. Ці топології при належному проектуванні здатні забезпечити вимоги електробезпеки за стандартом ДСТУ EN 60601-1. Причому існують задачі, при яких від імпульсного перетворювача гальванічна розв'язка не вимагається, оскільки забезпечується іншими елементами у медичному пристрої (наприклад, трансформаторами). В таких випадках виникає можливість використати інші топології, що можуть бути більш ефективними, компактними та надійними. Варто відмітити, що прямоходові і зворотноходові імпульсні перетворювачі доцільніше використовувати при більших рівнях споживаної потужності медичного обладнання.

Література

1. ALHAJ OMAR F. DC-DC Dönüştürücülerin Kapsamlı Analizi ve Değerlendirilmesi: Gelişmeler, Uygulamalar ve Zorluklar. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 2023. URL: <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1357849> (date of access: 24.11.2024).
2. Cavalcante F. High output voltage series-parallel resonant DC-DC converter for medical X-ray imaging applications: doctoral dissertation. Florianópolis, 2006. 194p. URL: https://www.ams-publications.ee.ethz.ch/uploads/tx_ethpublications/Fabiana.Cavalcante.051216.pdf (date of access: 24.11.2024).
3. Siddharthan S. T., Gnanavadeivel J., Christa S. T. J. Enhancement of Power Quality Using Luo AC-DC Non Isolated Converter Fed BLDC Motor Drive for Medical Applications. *2020 7th International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS)*, Chennai, India, 23–24 July 2020. 2020. URL: <https://doi.org/10.1109/icsss49621.2020.9202076> (date of access: 24.11.2024).
4. Step down DC/DC converter for micro-power medical applications / M. R. Miguez et al. *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*. 2016. Vol. 89, no. 3. P. 531–539. URL: <https://doi.org/10.1007/s10470-016-0835-9> (date of access: 24.11.2024).

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

В.П. Коваль, канд. техн. наук, доц.; П.М. Зінь

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НИЗЬКОНАПІРНИХ МІКРОГЕС НЕВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ З ТРУБНИМИ ОСЬОВИМИ ГІДРОТУРБІНАМИ

V.P. Koval, Ph.D., Assoc. Prof.; P.M. Zin

INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF LOW PRESSURE SMALL HYDRO POWER PLANTS WITH TUBE AXIAL HYDROTURBINES

Мала гідроенергетика є однією з ключових галузей відновлюваної енергетики й у доцільності її подальшого розвитку за умов військового стану і знищення ворожими ракетно-дроновими атаками лівової частки енергогенерувальних потужностей України нікого, мабуть, переконувати не потрібно. Збільшення частки малої гідроенергетики в енергетичних балансах країн і громад сприяє також переходу до сталого розвитку та відверненню глобальної екологічної кризи завдяки заміщенню енергії, яку видобувають з викопних видів палива (з викидами у довкілля парникових газів), екологічно чистою енергією, що невинно відновлюється (завдяки надходженню сонячного випромінювання до поверхні Землі) і під час вироблення якої відсутня емісія CO₂.

На сьогоднішній день в Україні на рівні державного стандарту діє така класифікація ГЕС невеликої потужності: 1) мікроГЕС – потужності $P \leq 200$ кВт; 2) мініГЕС – потужності $200 < P \leq 1000$ кВт; 3) малі ГЕС – потужності $1000 < P \leq 10000$ кВт. У нашій країні, переважна частина території якої є рівнинною з наявністю в основному лише малих і середніх річок, успішно функціонує велика кількість низьконапірних (до 5 метрів водяного стовпчика) мікроГЕС невеликої потужності (до 100 кВт). Ще більшу кількість таких ГЕС можна спорудити. На сучасному етапі розвитку їх оснащують здебільшого відносно дешевими трубними осьовими гідротурбінами. Однак дуже часто енергоефективність мікроГЕС на базі цих турбін є неприйнятно низькою: повний ККД коливається біля позначки 30 %, а ККД гідротурбін, якими вони оснащені, ледь сягає 70 %. Зазначені показники є незадовільними, вони спричиняють недовиробництво значних обсягів (до 20 – 30 %) електроенергії та недоотримання аналогічної частки доходів від її продажу. Відтак підвищення енергоефективності низьконапірних малих ГЕС невеликої потужності з трубними осьовими гідротурбінами є актуальною задачею.

З огляду потенційних інвесторів низьконапірні малі ГЕС невеликої потужності є найменш привабливими з причини високих капітальних витрат, відносно малого виробітку електроенергії та незначних доходів від її продажу. Високі капітальні витрати пояснюються насамперед високою вартістю гідротурбін. Це є причиною надто повільного залучення коштів у відповідну галузь. Відтак створення відносно дешевих (з огляду економіки) і високоефективних (з огляду технічних характеристик) гідротурбін для таких ГЕС є актуальною задачею, вирішення якої стане основою для підвищення енергоефективності й економічної привабливості зазначених ГЕС.

Сучасні низьконапірні малі ГЕС невеликої потужності оснащують переважно трубними осьовими гідротурбінами. З урахуванням зазначеного варто приділяти основну увагу підвищенню енергоефективності саме цього виду турбін. Вони бувають трьох типів: 1) без регулювання; 2) з одинарним регулюванням (можна змінювати кутове положення або

напрямних, або робочих лопатей); 3) з подвійним регулюванням (можна змінювати кутове положення як напрямних, так і робочих лопатей). Турбіни без регулювання є найдешевшими і найбільш надійними, однак вони не можуть підлаштовуватися під витрату води у річці. Турбіни з одинарним регулюванням (з можливістю зміни кутового положення напрямних лопатей) можуть частково підлаштовуватися під витрату води у річці, але за рахунок деякого зниження ККД. Крім того, вони дорожчі від турбін першого типу в середньому на 30 %. Турбіни з подвійним регулюванням можуть у дуже широкому діапазоні підлаштовуватися під витрату води у річці (від витрати води 100 % до витрати води 15 %) практично без зниження ККД, але вони дорожчі від турбін першого типу в середньому у 2, а то й у 3 рази. З урахуванням того, що низьконапірна мала гідроенергетика на базі малопотужних ГЕС є малоприбутковим бізнесом на межі рентабельності, інвестори, з тим щоб такі ГЕС були більш рентабельними і термін їх окупності не перевищував 7 років, змушені встановлювати на них трубні осьові гідротурбіни першого типу з вирішенням проблеми регулювання витрати води малою гідроелектростанцією за рахунок розміщення у її машинній залі не однієї, а двох або більше таких турбін – з однаковими або з різними діаметрами робочих коліс.

Вирішення проблем енергоефективності низьконапірної гідроенергетики з генерувальними об'єктами потужності до 100 кВт дозволить суттєво підвищити рівень енергетичної безпеки України у цей непростий час, коли енергетична інфраструктура нашої держави зазнає таких частих (ледь не щоденних), регулярних, масованих і потужних ракетно-шахедних атак країни-терориста росії, яких ще не переживала (і, сподіваємося, не переживатиме) енергоінфраструктура жодної країни світу.

Література

1. Тарасенко М.Г., Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Шляхи прискорення темпів розвитку малої гідроенергетики в Україні / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2014, Вип. 4, Сс. 56–61.
2. Тарасенко М.Г., Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Переваги і проблеми кількісного розвитку малої гідроенергетики та шляхи їх розв'язання / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2014, Вип. 2, Сс. 31–39.
3. M. Zin, V. Koval, M. Tarasenko, I. Sysak. Creation and substantiation of the matrix for model series of tubular propeller turbines for small hydropower plants / Scientific Journal of TNTU, No 109 (1), Pp. 24–32.
4. М. Зінь. Технічне й екологічне обґрунтування вибору типорозмірів гідротурбін для низьконапірних малих ГЕС / Енергетика: економіка, технології, екологія, 2022, Вип. 4, Сс. 94–101.
5. М. Зінь, Ю. Підгайний. Перспективи розвитку енергетики у Тернопільській області / Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи». – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024, С. 100.
6. М. Зінь, Ю. Підгайний. Особливості роботи мережевих мікроГЕС в умовах тотального або часткового блекауту енергосистеми України / Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. – Тернопіль: В-во ТНТУ, 2022, С. 98.
7. Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Сучасні тенденції розвитку малих ГЕС в Україні / Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, м. Тернопіль, В-во ТНТУ, 2020, С. 203.
8. M. Zin. The ratio of diameters of turbine impellers of small hydroelectric power plants / IV International Scientific-Technical Conference "Actual problems of renewable power engineering, construction and environmental engineering" (Kielce, Poland), 2020, V.2, Pp. 162, 163.

УДК 628.987

В.П. Судомир, Я.М., Осадца, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ВИМІРЮВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ФОТОКАМЕР

V.P. Sudomyr, Ya.M. Osadtsa, Ph.D., Assoc. Prof.

LIGHTING PARAMETERS MEASUREMENT AND MONITORING OF EXTERNAL LIGHTING SYSTEMS USING DIGITAL PHOTOCAMERAS

Ефективність зовнішнього освітлення залежить від точного контролю його фотометричних параметрів, які визначають якість та рівномірність освітлення територій, що у свою чергу сприяє комфорту та безпеці на дорогах, громадських просторах і промислових об'єктах.

У процесі експлуатації систем зовнішнього освітлення важливо забезпечувати контроль їхніх фотометричних параметрів, зокрема таких як яскравість, рівномірність освітлення та колірну температуру, що залишається складним завданням. Найвні методи, що передбачають ручне вимірювання, є трудомісткими, малоєфективними для масштабних систем, особливо в умовах великих міст або інфраструктурних об'єктів, і не забезпечують можливості оперативного моніторингу або моніторингу у реальному часі.

Тому виникає завдання, котре полягає в автоматизації вимірювання та моніторингу світлотехнічних параметрів систем зовнішнього освітлення з можливістю отримання та обробки даних в режимі реального часу. Використання пристроїв для автоматизованого дистанційного вимірювання фотометричних параметрів, дає змогу знизити витрати на обслуговування, мінімізувати людський фактор у процесі вимірювання, оперативно реагувати на зміни у параметрах освітлення та забезпечити стабільну відповідність параметрів освітлення сучасним вимогам, а також проводити аналіз даних для подальшого вдосконалення систем зовнішнього освітлення.

Одним із перспективних напрямів є використання приладів на основі багатоелементних матричних фотоперетворювачів, якими є цифрові фото- та відеокамери. Це дозволить отримувати дані щодо світлотехнічних параметрів поверхонь, котрі стосуються систем освітлення, по отриманих зображеннях шляхом їх подальшої обробки та аналізу. Впровадження такої технології вимірювання та моніторингу потребує вирішення ряду завдань, котрі полягають у наступному:

1. Встановлення залежностей між світлотехнічними характеристиками досліджуваних поверхонь та вихідними сигналами матричних фотоперетворювачів. Це передбачає градування матричних фотоперетворювачів та пристроїв на їх основі відносно яскравості досліджуваних поверхонь, а також отримання методики розрахунку яскравості по отриманих зображеннях поверхонь.

2. Визначення впливу спектральних характеристик випромінювання напівпровідникових та розрядних джерел світла на результати вимірювань.

3. Визначення оптимального формату цифрових зображень досліджуваних поверхонь.

4. Визначення параметрів фотокамер (час затримки затвору, площа вхідного отвору об'єктива, формат представлення зображень), при яких можна було б з необхідною точністю проводити вимірювання.

5. Розробка алгоритмів та програмного забезпечення, за допомогою яких можна було б виконувати розрахунок світлотехнічних параметрів по отриманих зображеннях освітлених поверхонь, а також отримувати візуалізацію розподілу світлотехнічних параметрів на цих поверхнях та їх відповідності нормативним вимогам.

УДК 621.311.6

В.Р. Федчишин, В.Л. Дунець, канд. техн. наук, доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТЕХНІКИ 16-CPSK У ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

V.R. Fedchyshyn, V.L. Dunets, PhD

PERFORMANCE OF 16-CPSK TECHNIQUE IN DATA TRANSMISSION

Сучасні бездротові системи зв'язку стикаються з проблемами завад, які знижують якість передачі даних. Використання 16-CPSK модуляції з хаотичними генераторами дозволяє значно підвищити стійкість сигналу до завад, забезпечуючи кращу безпеку та надійність зв'язку. Реалізація цих систем на базі FPGA додає гнучкості та продуктивності, що важливо для задач реального часу.

Метою дослідження є розробка та аналіз системи 16-CPSK модуляції в поєднанні з хаотичними генераторами для підвищення стійкості бездротових комунікацій до завад. Використання FPGA як основи забезпечує високу швидкість обробки, гнучкість та адаптивність, що є критично важливими для сучасних систем зв'язку. Такий підхід дозволяє реалізувати складні алгоритми у реальному часі, зберігаючи компактність і енергоефективність апаратури. Однак, поряд із перевагами, виникають певні недоліки:

1. Складність розробки:

Інтеграція хаотичних генераторів із модуляційною схемою на FPGA потребує глибокого математичного моделювання і точного налаштування, оскільки хаотичні сигнали мають нелінійну природу.

2. Ресурсозатратність:

Для реалізації системи на FPGA необхідна велика кількість логічних блоків, DSP-модулів та пам'яті, що може обмежувати використання менш потужних FPGA у проєкті.

3. Складність синхронізації:

Для успішної передачі та прийому даних необхідно забезпечити ідеальну синхронізацію між передавачем і приймачем, оскільки будь-які похибки можуть призводити до значних втрат сигналу.

4. Обмежена масштабованість:

Хоча FPGA забезпечують гнучкість, у системах із дуже високою пропускнуою здатністю їхня продуктивність може виявитися менш ефективною у порівнянні з ASIC-реалізаціями.

Незважаючи на ці виклики, система 16-CPSK модуляції з хаотичними генераторами має значний потенціал для створення стійких до завад комунікаційних технологій, що можуть бути адаптовані до вимог сучасних і майбутніх бездротових мереж.

Література

1. Wang, Z.; Qi, G.; Sun, Y.; van Wyk, B.J.; van Wyk, M.A. A new type of four-wing chaotic attractors in 3-D quadratic autonomous systems. *Nonlinear Dyn.* 2010, 60, 443–457.
2. Liu, L.; Guo, R. Control problems of Chen–Lee system by adaptive control method. *Nonlinear Dyn.* 2016, 87, 503–510.

УДК 621.315

Д. А. Шворак ст. гр. ЕТм-61, М. С. Наконечний к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ РЕГУЛЮВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

D. Shvorak, M. Nakonechnyi

METHODS OF REGULATING ASYNCHRONOUS MOTORS

Асинхронні двигуни є ключовим компонентом електротехнічних систем, що знаходять широке застосування в різних галузях індустрії та побутового використання. Їх висока надійність та ефективність зумовлюють широке використання, але одночасно виникає потреба в розробці та вдосконаленні методів регулювання частоти обертання, щоб вони відповідали вимогам сучасних технологічних виробництв.

Одним із найбільш сучасних і ефективних способів регулювання асинхронних двигунів є зміна частоти живлення. Цей метод ґрунтується на використанні спеціальних пристроїв — перетворювачів частоти. Перетворювачі дозволяють плавно змінювати частоту та напругу живлення двигуна, що забезпечує точний контроль швидкості обертання. У цьому випадку також часто використовується метод $U/f = \text{const}$, за якого підтримується співвідношення між напругою і частотою для збереження оптимального магнітного потоку. Векторне керування є ще одним ефективним підходом: воно дозволяє регулювати потокозчеплення і струм ротора окремо, забезпечуючи високу точність навіть за змінних навантажень. Цей метод є енергоефективним і застосовується в електротранспорті, насосах, вентиляційних системах та інших пристроях.

Ще одним поширеним методом є регулювання напруги живлення. У цьому випадку швидкість обертання змінюється шляхом збільшення чи зменшення напруги, яка подається на обмотки статора двигуна. Такий спосіб зазвичай реалізується за допомогою тиристорних регуляторів напруги. Хоча цей метод простий і недорогий, його ефективність є значно нижчою порівняно з частотним регулюванням, адже зі зниженням напруги зменшується ККД двигуна. Через це його частіше застосовують для малих двигунів, наприклад, у вентиляторах чи простих насосах.

Для двигунів із фазним ротором часто застосовується метод введення змінного опору в роторне коло. Додавання резисторів до схеми змінює ковзання двигуна, що впливає на швидкість обертання. Цей метод є простим і доступним, однак він має значні втрати енергії через нагрівання резисторів і тому використовується переважно у кранах або конвеєрних лініях.

Ще одним способом є зміна кількості полюсів статора. У цьому випадку використовуються спеціальні обмотки, які дозволяють перемикає кількість пар полюсів, що впливає на синхронну швидкість обертання. Цей метод дозволяє регулювати швидкість без втрат енергії, проте регулювання є дискретним, а не плавним. Його використовують у ліфтах, верстатах і конвеєрах. У деяких випадках для досягнення оптимального результату використовують комбіновані підходи. Наприклад, регулювання частоти живлення може поєднуватися із застосуванням редукторів для адаптації обертального моменту до конкретних вимог обладнання. Це забезпечує широкий діапазон регулювання та високу гнучкість у використанні.

Кожен із методів регулювання асинхронних двигунів має свої переваги та недоліки. Сучасні електричні способи, такі як частотне регулювання, є найбільш енергоефективними та точними, що робить їх популярними в багатьох сферах — від електротранспорту до промислового обладнання. Простіші методи, такі як регулювання напруги чи опору в роторному колі, залишаються актуальними для обмежених застосувань із невисокими вимогами до енергоефективності.

УДК 621.3

I.S. Zavisha, Y.O. Filiuk, канд. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРІВ У СУЧАСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

I.S. Zavisha, Y.O. Filiuk, Ph.D

INNOVATIVE APPROACHES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF TRANSFORMER WINDINGS IN MODERN ENERGY SYSTEMS

Обмотки трансформаторів є критично важливим елементом електроенергетичної системи. Вони забезпечують перетворення електричної енергії на різних етапах її передачі та розподілу. Через складні умови експлуатації трансформаторів, а також зростаючі вимоги до їхньої надійності, енергоефективності та екологічності, дослідження обмоток залишається актуальним завданням для інженерів і науковців.

Сучасні суспільства дедалі більше залежать від надійності енергосистем. Трансформатори є основними компонентами цих систем, і їхні несправності можуть призвести до значних економічних втрат, а також порушення роботи промислових підприємств і критичної інфраструктури. Їх дослідження має велике значення для забезпечення надійності, довговічності й ефективності трансформаторів.

Для оцінки стану обмоток застосовують різноманітні методи дослідження:

- Електричні випробування. Вимірювання опору обмоток, індуктивності та коефіцієнта трансформації дозволяє оцінити їхню працездатність.
- Теплові дослідження. Інфрачервоні камери використовуються для визначення перегріву в окремих зонах.
- Акустична емісія. Цей метод дозволяє виявляти часткові розряди в ізоляції.

Робота трансформаторів супроводжується впливом багатьох зовнішніх факторів, які можуть негативно позначатися на стані обмоток. До таких факторів належать:

Перегрів. Зростання температури внаслідок високих струмів навантаження може призвести до деградації ізоляції та провідників.

Електродинамічні сили. Короткі замикання або перехідні процеси створюють значні механічні навантаження на обмотки.

Вологість. Вода або волога можуть погіршити діелектричні властивості ізоляції, збільшуючи ризик пробіів.

Старіння матеріалів. З плином часу ізоляція втрачає свої характеристики, що може спричинити відмову трансформатора.

Застосування сучасних технологій створює нові можливості для підвищення ефективності досліджень трансформаторів, а саме:

- Розумні трансформатори. Установка сенсорів та інтелектуальних систем моніторингу дозволяє оперативно виявляти несправності та прогнозувати відмови.
- Цифрове моделювання. Комп'ютерне моделювання магнітних, теплових та механічних процесів допомагає краще розуміти поведінку обмоток у різних умовах експлуатації.
- Автоматизація обслуговування. Дані з систем моніторингу дозволяють перейти від традиційного до прогностичного обслуговування, що знижує ризики аварій.

Дослідження обмоток трансформаторів є важливою складовою забезпечення стабільності енергосистем. Розробка нових матеріалів, вдосконалення методів аналізу й впровадження сучасних технологій діагностики сприяють підвищенню надійності трансформаторів та зменшенню витрат на їх обслуговування.

621.311

К.М. Сахнюк, А.З. Стасів, О.А. Буняк, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МАЛИХ ГЕС

K. Sakhniuk, A. Stasiv, O. Buniak, Ph.D.,

ENSURING RELIABILITY OF WORK OF SMALL HYDROELECTRIC STATION

На сьогодні відбувається постійне зростання використання малої генерації як відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) для споживачів ізольованих систем, розвиток концепції “Smart Grid”, до складу якої входять засоби розподіленої генерації, діючі електричні мережі та споживачі електроенергії [1].

Для електропостачання ізольованого регіону необхідно розглядати два варіанти: зведення малої електричної станції у споживача або зведення повітряних ліній електропередачі (ЛЕП) та встановлення понижувальної трансформаторної підстанції. Але для забезпечення електроенергією невеликих населених пунктів, будівництво повітряних ЛЕП часто є проблематичним. Тому, для вирішення даної проблеми пропонується будівництво малих гідроелектростанцій на річках, що знаходяться поблизу.

Малі гідроелектростанції (ГЕС) є ефективною та однією з екологічно чистих видів генерації. Для підвищення енергоефективності таких станцій необхідно вдосконалити методики їх проектування.

Як варіанти підвищення надійності малих ГЕС у складі енергетичних комплексів, актуальним є дослідження варіантів використання відновлювальних джерел енергії ВДЕ при проектуванні.

У відповідності з методикою проектування малих гідроелектростанцій з відновлюваними джерелами енергії та проведеним аналізом використання додаткової генерації в схемах власних потреб малих ГЕС встановлено необхідність проведення імітаційного моделювання ізольованої енергосистеми, до складу якої входить мала ГЕС з різними варіантами схем електропостачання власних потреб, на базі програмного комплексу MatLab Simulink.

Проведені дослідження імітаційного моделювання в середовищі MatLab Simulink для варіантів з додаванням додаткової генерації у вигляді ВДЕ задовольняє критеріям стійкості системи, тому що відхилення багатьох параметрів є нижчі, ніж у варіанта з класичною схемою електропостачання власних потреб малої ГЕС.

Для забезпечення надійної роботи схеми електропостачання споживачів власних потреб станції та резервування живлення запропоновано використовувати джерело із застосуванням вітрової генерації (варіант приєднання із вставкою постійного струму).

Прийняті технічні рішення щодо впровадження ВДЕ в схему власних потреб малої ГЕС, автоматизації технологічного процесу та дистанційного керування, а саме: застосування вітроенергетичної установки з ортогональною турбіною, полікристалічних сонячних панелей для ФЕП, системи моніторингу основного та допоміжного обладнання, конструкції органів регулювання частоти та напруги гідроустановки із використанням крокових двигунів, інтелектуальних лічильників електроенергії з елементами протиаварійної автоматики.

Література

1. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах / Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. // Техн. електродинаміка. – 2011. – №1. – С.46-53.

УДК 621.311.6

М.Б. Слабковський; Л.В. Хвостівська, к.т.н, доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДІОДНИЙ КЛАСТЕРНИЙ П'ЯТИСТУПІНЧАСТИЙ ІНВЕРТОР

M.B. Slabkowski, L.V. Khvostivska, PhD

DIODE-CLAMPED FIVE-LEVEL INVERTER

Діодний кластерний п'ятиступінчастий інвертор (ДКП) є перспективним рішенням для перетворення електричної енергії, яке поєднує високу ефективність та простоту конструкції [1]. Основою роботи інвертора є каскадна топологія з використанням п'яти ступенів, де кожен ступінь забезпечує формування багаторівневого вихідного сигналу із низьким рівнем загального гармонічного спотворення (THD).

Особливістю п'ятиступінчастої конструкції є оптимальний баланс між кількістю компонентів і якістю вихідного сигналу. Застосування діодів у кожному ступені дозволяє ефективно керувати струмом і мінімізувати електромагнітні завади. Використання п'яти рівнів напруги забезпечує плавну форму вихідного сигналу, що є важливим для застосувань у системах із чутливими електронними пристроями.

Унікальність п'ятиступінчастого ДКП полягає у його здатності забезпечувати високоякісне перетворення енергії за умов помірної складності конструкції. Це робить його ефективним рішенням для сучасних систем живлення, де важливі як економічність, так і енергетична ефективність. В таблиці 1 наведено порівняння параметрів існуючих топологій різних інверторів.

Таблиця 1. Показники ККД та коефіцієнту рівня загального гармонічного спотворення різних топологій інверторів

№ п/п	Тип інвертора	THD%	ККД, %
1	Діодний кластерний (ДКІ)	2.5	96.8
2	Каскадний H-мостовий інвертор	3.1	94.5
3	Інвертор із діодними обмежувачами	2.8	95.2
4	Модулярний багаторівневий	2.4	95.8

Як свідчать дані, наведені у таблиці 1, діодний кластерний п'ятиступінчастий інвертор демонструє конкурентні показники загального гармонічного спотворення (THD) на рівні 2.5% і високий коефіцієнт корисної дії (96.8%), перевершуючи більшість альтернативних топологій [2, 3] за простотою конструкції.

Схема діодного кластерного п'ятирівневого інвертора показана на рисунку 1, яка включає плечі мостової схеми 1 (жовте поле) та 2 (блакитне поле). Плече мостової схеми 1 генерує три рівні напруги u_{BO} через почергове комутування ключів Q_1-Q_4 , а плече мостової схеми 2 генерує три рівні напруги u_{AO} через почергове комутування ключів Q_5-Q_6 . Віднімання двох три-рівневих напруг дозволяє отримати п'ятирівневу вихідну напругу u_{AB} .

Згідно з вищевказаним, формула для обчислення u_{AB} виглядає наступним чином:

$$u_{AB}=u_{AO}-u_{BO} \quad (1)$$

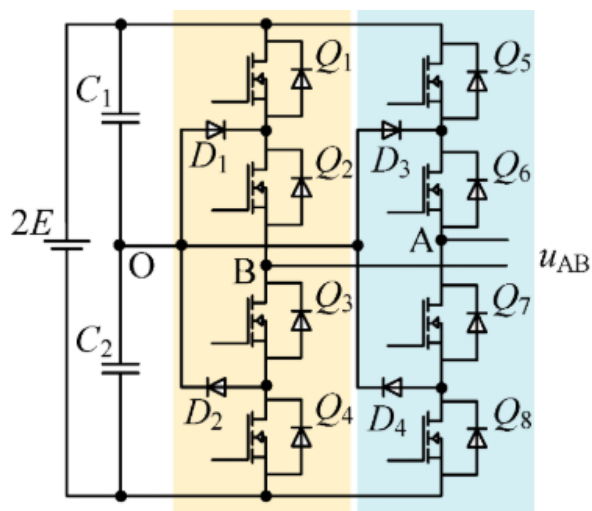


Рисунок 1. Схема діодно-класпованого п'ятирівневого інвертора

Для плеча мостової схеми 1 та плеча мостової схеми 2 форми сигналів їх вихідних напруг u_{BO} та u_{AO} можуть бути виражені за допомогою розкладу Фур'є наступним чином:

$$\begin{cases} u_{BO}(t) = \sum_{n=2k-1}^{\infty} \frac{4E}{n\pi} \sin \frac{n\theta}{2} \cos(n\omega t - \frac{n\theta}{2}) \\ u_{AO}(t) = \sum_{n=2k-1}^{\infty} \frac{4E}{n\pi} \sin \frac{n\theta}{2} \cos(n\omega t - \frac{n\theta}{2} - n\varphi) \end{cases}, \quad (k = 1, 2, 3 \dots) \quad (2)$$

де n - порядок гармоніки, t - час роботи системи, а ω - робоча кутова частота інвертора. Тоді, згідно з рівняннями (1) і (2), п'ятирівнева вихідна напруга може бути обчислена як:

$$u_{AB}(t) = \sum_{n=2k-1}^{\infty} \frac{8E}{n\pi} \sin \frac{n\theta}{2} \sin(\frac{n\varphi}{2}) \sin(-n\omega t + \frac{n\theta}{2} + \frac{n\varphi}{2}) \quad (3)$$

З виразу (3) видно, що при заданій вхідній постійній напрузі інвертора його вихідна напруга залежить від робочого циклу (θ) вихідної напруги двох плечей мостової схеми та фазової різниці (φ) між двома плечами.

Література

1. Mehta, P.; Sahoo, S.; Bharadwaj, P. Fault Tolerant High-Frequency Multilevel Inverter for Wireless EV Charging. NJ, USA, 2023; с. 1–6.
2. Lee, E.-J.; Lee, K.-B. Modulation Methods based on Phase-Shifted PWM for H- Bridge Multilevel Inverters. Seoul, Republic of Korea, 15–19 November 2020; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2020; с. 189–193.
3. J. Rodríguez, J. S. Lai and F. Z. Peng, "Multilevel inverters: A survey of topologies controls and applications", IEEE Trans. Ind. Electron., с. 724-738, 2002.

УДК 628.931

М.В. Білик, Ю.О. Загурський, Я.М., Осадца, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

M.V. Bilyk, Yu.O. Zahurskyi, Ya.M. Osadtsa, Ph.D., Assoc. Prof.

REQUIREMENTS FOR LIGHTING SYSTEMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Основною задачею систем освітлення приміщень будівель навчальних закладів є забезпечення комфортних умов для навчального процесу, а також сприяння здоров'ю учнів та працюючого персоналу. Основні вимоги до систем освітлення приміщень навчальних закладів полягають у наступному.

1. Забезпечення нормованих значень необхідних світлотехнічних параметрів. Такими параметрами є середня освітленість горизонтальних робочих або умовно робочих поверхонь, вертикальна освітленість, циліндрична освітленість, показник дискомфорту, корельована колірна температура джерел світла, відсутність пульсацій мінімальна освітленість та нерівномірність розподілу освітленості на рівні підлоги (для систем аварійного освітлення евакуаційного освітлення).

2. Економічність та енергоефективність систем освітлення можна досягти за рахунок:

- використання джерел світла із високою світловою віддачею;
- застосування світлових приладів із оптимальною кривою сили світла щодо висоти приміщення, а також їх розташування;
- застосування сполученого (суміщеного) освітлення;
- використання світлових приладів із значенням коефіцієнта активної потужності не нижче, ніж 0,8.
- регулювання освітлення за окремими зонами приміщення;
- керування роботою світлових приладів та джерел світла із застосуванням датчиків руху (для автоматичного вимикання світлових приладів в порожніх приміщеннях), засобів регулювання споживаної потужності освітлювальними установками залежно від потреби;
- автоматизації обліку споживаної електричної енергії;
- дотримання умов експлуатації (чистка світлових приладів та заміна джерел світла, в яких завершився термін служби).

3. Безпека освітлювальних систем полягає у:

- під'єднанні світлових приладів, а також засобів їх вмикання відповідно до діючих норм;
- відсутності шуму при роботі освітлювальних установок.

4. Надійна робота систем освітлення, котра забезпечується стійкістю до коливання напруги (забезпечується використанням світлових приладів із широкою межею споживаної напруги), а також наявністю резервних джерел живлення як освітлювальних установок в цілому, так і їх окремих елементів (світлові прилади із блоками аварійного живлення).

5. Екологічність, котра досягається використанням джерел світла, котрі не потребують спеціальних засобів утилізації.

Врахування цих вимог при розробці проектів будівництва нових та реконструкції існуючих будівель закладів освіти дасть змогу забезпечити необхідний мікроклімат у приміщеннях та забезпечити мінімальні затрати на експлуатацію систем освітлення.

УДК 621.31

М.В. Невідомський; М.Б. Копит; П.М. Якимчук; М.А. Горлачук; І.А.Войтович
(Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ І РОЛЬ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

M.V. Nevidomskyi; M.B. Kopyt; P.M. Yakymchuk; M.A. Horlachuk; I.A.Voitovych

PERSPECTIVES OF THE ELECTRICITY SECTOR DEVELOPMENT AND THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

У наш час кожна людина прагне досягти енергетичної незалежності. Найпоширенішим способом досягнення цієї мети є використання відновлюваних джерел енергії. Прогнозується, що до 2050 року світовий попит на енергію зросте на 11% - 18%. Більша частина цього зростання припадатиме на країни з економікою, що розвивається, де зростання населення і зміцнення середнього класу призведе до збільшення попиту на енергію. Переміщення виробничої промисловості з розвинених країн до країн, що розвиваються, ще більше змістить попит до цих країн. Розвиток країн, що розвиваються, зокрема країн АСЕАН, Індії та Близького Сходу, має вирішальне значення, оскільки, за прогнозами, на ці регіони припадатиме від 66 до 95% зростання попиту на енергію до 2050 року, в залежності від сценарію. У країнах з розвинутою економікою, а також у Китаї, загальний попит, за прогнозами, вирівняється в коротко- та середньостроковій перспективі. Однак є кілька чинників, які можуть вплинути на траєкторію попиту в різних регіонах. У Сполучених Штатах промислове відродження стимулюватиме зростання попиту за рахунок електрифікації, тоді як в Європі, навпаки, тривала деіндустріалізація призведе до зниження попиту в регіоні.

Між 2023 і 2050 роками споживання електроенергії може зрости більш ніж удвічі за повільних сценаріїв енергетичного переходу, і майже втричі - за швидких сценаріїв. Це порівняно із загальним зростанням енергоспоживання на 21% за той самий період. Прогнозується, що до 2050 року електроенергія стане найбільшим джерелом енергії за всіма сценаріями, причому споживання зростатиме як у традиційних секторах (наприклад, електрифікація будівель), так і в нових секторах (таких як центри обробки даних, електромобілі та «зелений» водень). Серед цих секторів попиту найбільш вражаючим є розвиток штучного інтелекту (ШІ) і пов'язаний з ним бум центрів обробки даних. Вплив, який ШІ може мати на майбутній попит на енергію, може суттєво відрізнятись залежно від траєкторій зростання його численних застосувань, а також від траєкторій розвитку інших технологій.

Споживання електроенергії на транспорті може зростати приблизно на 10% на рік завдяки збільшенню проникнення електромобілів. За прогнозами, до 2050 року на частку електромобілів з акумуляторними батареями припадатиме більша частина світових продажів легкових автомобілів, порівняно з 13% на сьогоднішній день.

У короткостроковій перспективі національні та місцеві органи влади повинні оперативно реагувати на стрімке зростання попиту на енергію шляхом диверсифікації джерел енергії. У довгостроковій перспективі вони повинні одночасно вирішувати питання стабільності та екологічності енергетичних об'єктів [1]. Тут енергетичний мікс визначається як «група різних первинних джерел енергії, з яких виробляється вторинна енергія для

прямого використання, наприклад, електроенергія» [2]. Таким чином, відновлювані джерела енергії [3][4][5], слід розглядати як важливий компонент національних планів енергетичного балансу. Короткострокові енергетичні плани, як правило, використовують відновлювані джерела як додаткові джерела енергії, тоді як довгострокові плани спрямовані на заміщення традиційних джерел енергії відновлюваними джерелами [6]. Це означає величезний перехід, який може спричинити глибокі зміни в структурі енергетичної галузі. Таким чином, використання традиційних джерел енергії (наприклад, нафти і газу) буде скорочуватися, в той час як використання відновлюваних джерел енергії буде розширюватися. Хоча впровадження відновлюваних джерел енергії в якості заміників або додаткових джерел енергії вже деякий час стоїть на порядку денному декількох країн, процес впровадження відбувається відносно повільно.

Роль відновлюваних джерел енергії на національному економічному ринку є важливим питанням для уряду. Сприяючи споживанню відновлюваної енергії, ми можемо створити стійку модель споживання та виробництва, вільну від екологічних проблем у довгостроковій перспективі. Більше того, перехід до сталих джерел енергії не лише сприяє економічному зростанню, але й покращує якість довкілля в довгостроковій перспективі [7].

Використання відновлюваних джерел енергії може призвести як до диверсифікації, так і до трансформації світової енергетики.

Отже використання відновлюваних джерел енергії є однією з найважливіших складових сталого розвитку, що дає раціональний економічний, екологічний та соціальний ефект. Розвинені країни усвідомлюють необхідність скорочення викидів від процесів спалювання енергетичного палива та пошуку альтернативних джерел енергії. Підтримка розвитку використання відновлюваних джерел енергії стала дуже важливим завданням для України та світу в цілому.

Література

1. Said, Z., Alshehhi, A. A., & Mehmood, A. (2018). Predictions of UAE's renewable energy mix in 2030. *Renewable energy*, 118, 779-789.
2. Kolhe, M. R., & Khot, P. G. (2018). Optimal energy mix: A tool for judicious use of energy sources to mitigate the related problems. *IMPACT Int. J. Res. Humanit. Arts Lit.*, 6, 41-60.
3. Коваль В. П. Енергетична ефективність систем позиціонування плоских сонячних панелей / В. П. Коваль, Р. Р. Івасечко, К. М. Козак // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2015. – № 3. – С. 2-10
4. Коваль В.П. Автоматизована вимірювальна установка для дослідження електричних характеристик фотоелектричних модулів / В.П. Коваль, Б.Я. Оробчук, Я.М. Осадца, Л.М. Костик // Вісник Хмельницького національного університету – 2022. - №5. – С.168–173
5. Коваль В. П. Використання суперконденсаторів у енергоустановках / В. П. Коваль, Я. О. Філюк, А. М. Смучок // Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій—, 25-26 листопада 2015 року — Т. : ТНТУ, 2015 — Том 2. — С. 105.
6. Cîrstea, S. D., Moldovan-Teselios, C., Cîrstea, A., Turcu, A. C., & Darab, C. P. (2018). Evaluating renewable energy sustainability by composite index. *Sustainability*, 10(3), 811.
7. Roles of trilemma in the world energy sector and transition towards sustainable energy: A study of economic growth and the environment

621.311

М.М. Жуковський, О.А. Буняк, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ НЕВІДПОВІДНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ ДВИГУНІВ

M.Zhukovskiy, O. Buniak, Ph.D.,

THE IMPACT OF INCONFORMITY OF ELECTRICITY QUALITY INDICATORS ON THE RELIABILITY OF OPERATION OF MOTORS

В якості робочих механізмів серед динамічного електричного обладнання широкого використання набули асинхронні двигуни (АД), що працюють від трифазної мережі, частка яких перевищує 60 %. АД відрізняються простою конструкцією, надійністю та високою ефективністю, а їх виробництво, експлуатація та ремонт значно легші в порівнянні з іншими типами електродвигунів [1].

Зменшення терміну служби асинхронних двигунів та, відповідно, надійності при несинусоїдальності та несиметрії напруги пов'язане в першу чергу з тепловим старінням ізоляції, через підвищення температури обмотки статора. Опір зворотної послідовності асинхронного двигуна в рази менший, ніж опір прямої послідовності. Тому, навіть невелика несиметрія напруги спричиняє значну несиметрію струмів, що викликає додатковий нагрів і прискорене старіння ізоляції обмотки статора. При несинусоїдальності напруги виникає перегрів через додаткові втрати активної потужності в обмотках статора, ротора та в сталі [2].

На сьогодні при проектуванні та дослідженні асинхронних двигунів найефективнішим методом теплового розрахунку при сталих теплових режимах є метод еквівалентних теплових схем, який зводиться до аналізу лінійної ланки з використанням відомих алгебраїчних методів. Недоліком цього методу є складність визначення теплових провідностей і розрахунку системи рівнянь при великій кількості параметрів в еквівалентній схемі [3].

Запропоновано узагальнену теплову модель, яка враховує лише три основні джерела тепла: електричні втрати в обмотці статора, на роторі та втрати в сталі. За тепловою схемою заміщення розраховано середнє перевищення температури обмотки статора АД, яка характеризує тепловий стан двигуна з точки зору надійності, очікуваного терміну служби та перевантажувальної здатності.

Для оцінки можливості використання означеної моделі проведений тепловий розрахунок двигунів серії 4А з потужностями 1,1 кВт, 2,2 кВт та 3 кВт за класичною методикою [3] проектування асинхронних машин. Отримані результати підтвердили коректність узагальненої теплової моделі та можливість застосування на практиці.

Література

1. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1: навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 388 с.
2. Надійність та діагностика електрообладнання: навчальний посібник / В.М. Казак, Б.І. Доценко, В.П. Кузьмін [та ін.]. – К.: НАУ, 2013. – 280 с.
3. Проектування електричних машин : навч. посіб. / Д.В. Ципленков, О.Б. Іванов, О.В. Бобров, В.В. Кузнецов, В.В. Артемчук, М.О. Баб'як ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2020. – 408 с.

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь¹, канд. техн. наук, доц.; Ю.Б. Підгайний²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

² Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РЕГІОНУ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ З РЕГУЛЯРНИМИ МАСОВАНИМИ РАКЕТНО-ДРОНОВИМИ АТАКАМИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

M.M. Zin, Ph.D., Assoc. Prof.; Y.B. Pidhainyi

MODELS OF ELECTRICITY SUPPLY TO THE REGION OF UKRAINE DURING THE WAR WITH REGULAR MASSIVE MISSILE AND DRONE ATTACKS ON ENERGY INFRASTRUCTURE

Українська енергетична інфраструктура за умов війни зазнає серйозних руйнувань внаслідок влучань по ній ворожих ракет, бомб, снарядів і дронів-камікадзе. Це вимагає переналаштування її на військові рейки, з тим щоб вона була менш вразливою до наслідків ймовірних попадань ворожими засобами нападу. Традиційне енергопостачання має всі шанси відійти у минуле. При цьому всі його позитивні сторони, безперечно, потрібно зберегти.

Наприкінці третього року великомасштабної російсько-української війни нарешті всі зрозуміли, що централізована енергетика під час військового стану є фатальною. Будь який великий і потужний енергетичний об'єкт стає першочерговою ціллю для агресора і терориста, що володіє другим у світі (за потужністю) ядерним потенціалом. Відтак перше, що потрібно зробити в енергетиці – децентралізація. Ми не можемо собі дозволити, щоб і надалі один ворожий дрон-камікадзе Шахед-136 з 40 кг вибухівки (або ракета з тою чи іншою масою тротилу) безперешкодно вражав один (або навіть два чи більше, якщо вони знаходяться на відстані декількох метрів один біля другого) високовольтний знижувальний автотрансформатор потужності 125 або 250 МВА, який живить певну сукупність громад з населенням орієнтовно 1 млн. людей. Замість нього потрібно встановити у різних місцях, на великій відстані один від одного, наприклад, 5 автотрансформаторів потужності 25 або 50 МВА відповідного класу напруг, кожний з яких буде забезпечувати електрикою групу громад з населенням приблизно 200 тис. людей. У випадку виходу з ладу (під впливом тих чи інших форс-мажорних обставин) одного з таких автотрансформаторів всі інші будуть працювати, і завдяки подальшому тимчасовому перерозподілу живлення від перетворювальних потужностей, які знаходяться у робочому стані, всі громади з населенням 1 млн. людей зможуть бути забезпеченими на 80 % електроенергією. Це трохи гірше, ніж на 100 %, але набагато краще, ніж на 0 %.

Друге – сучасні системи накопичення енергії (СНЕ) великої ємності і потужності. Такі системи потрібні для того, щоб максимально ефективно використовувати потенціал електростанцій (насамперед сонячних (СЕС) і вітряних (ВЕС)), які «живляться» від нестабільних за потужністю і часом відновлюваних енергетичних джерел (сонячного випромінювання, кінетичної енергії вітру та ін.). В Україні є дуже багато сонячних і вітряних електростанцій, і, незважаючи на військовий стан, їх встановлені потужності продовжують зростати. Загальна потужність електростанцій України, що використовують відновлювані джерела енергії, є співмірною як за потужністю, так і за виробленням

електроенергії з потенціалом декількох атомних енергоблоків. Кожна СЕС і ВЕС, на нашу думку, повинна бути оснащена системою накопичення енергії відповідної ємності і потужності. Наприклад, ВЕС потужності 100 МВт мала б мати СНЕ ємності 700 МВт·год і потужності 30 МВт. Тобто за повної відсутності вітру і відповідно повної відсутності генерації ВЕС її СНЕ за умови повного (100 %) заряду батареї акумуляторів могла б віддавати споживачам 30 МВт потужності протягом приблизно однієї доби. Це дорого, але того варте. Перехід від традиційної до відновлюваної енергетики – це глобальна тенденція, і чим швидше Україна його здійснить, тим на вищих щаблях світового розвитку опиниться її економіка, тим кращий приклад вона покаже іншим країнам і тим більше буде шансів для відвернення глобальної екологічної катастрофи.

Третє – енергетичні острови. В Україні потрібно створити декілька десятків енергетичних островів, кожний з яких за форс-мажорних обставин міг би функціонувати незалежно від інших. Наприклад, у певній адміністративній одиниці або групі громад з населенням приблизно 1 млн. чоловік є певні потужності генерації (насамперед з відновлюваних джерел), когенерації та накопичення енергії. І якщо ця адміністративна одиниця буде одночасно й енергетичним островом, то вона зможе сама себе забезпечувати власною електроенергією постійно або протягом якогось часу, навіть будучи повністю відключеною від Об'єднаної енергосистеми України. Тобто енергетичний острів за звичайних умов повинен працювати паралельно з об'єднаними енергосистемами України і Європейського Союзу, а за форс-мажорних обставин – автономно, забезпечуючи споживачів лише енергією власного виробництва без взаємодії (або з частковою взаємодією) з будь-якими іншими енергетичними системами чи островами.

Література

1. Тарасенко М.Г., Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Шляхи прискорення темпів розвитку малої гідроенергетики в Україні / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2014, Вип. 4, Сс. 56–61.
2. Тарасенко М.Г., Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Переваги і проблеми кількісного розвитку малої гідроенергетики та шляхи їх розв'язання / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2014, Вип. 2, Сс. 31–39.
3. M. Zin, V. Koval, M. Tarasenko, I. Sysak. Creation and substantiation of the matrix for model series of tubular propeller turbines for small hydropower plants / Scientific Journal of TNTU, 2023, No 109 (1), Pp. 24–32.
4. М. Зінь. Технічне й екологічне обґрунтування вибору типорозмірів гідротурбін для низьконапірних малих ГЕС / Енергетика: економіка, технології, екологія, 2022, Вип. 4, Сс. 94–101.
5. М. Зінь, Ю. Підгайний. Перспективи розвитку енергетики у Тернопільській області / Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи». – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024, С. 100.
6. М. Зінь, Ю. Підгайний. Особливості роботи мережевих мікроГЕС в умовах тотального або часткового блекауту енергосистеми України / Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. – Тернопіль: В-во ТНТУ, 2022, С. 98.
7. Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Сучасні тенденції розвитку малих ГЕС в Україні / Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя. – Тернопіль, В-во ТНТУ, 2020, С. 203.

621.311

М.С. Голуб'юк, А.З. Стасів, І.М. Сисак, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

M. Holubiuk, A. Stasiv, I. Sysak, Ph.D.

AUTOMATED COMPLEX OF DETERMINATION OF ELECTRICITY QUALITY INDICATORS

Підвищенню якості електричної енергії (ЯЕЕ) в останні роки приділяють більше уваги, так як вона може впливати на величину споживання електроенергії, надійність електрозабезпечення, технологічний процес виробництва і справність споживачів електроенергії.

Погіршення економічних показників функціонування систем електропостачання (СЕП) через погіршення ЯЕЕ від допустимих значень обумовлюється такими чинниками: скороченням терміну служби електричного обладнання; зростанням втрат активної потужності; зниженням продуктивності електротехнічного обладнання; підвищенням собівартості випущеної продукції. Для вирішення цих питань необхідно проводити енергетичний аудит по контролю ЯЕЕ у СЕП по наступних питаннях:

- вибрати контрольні пункти;
- визначити гранично допустимі значення показників ЯЕЕ в контрольних пунктах [1];
- вибрати тривалість контрольних вимірювань;
- визначити необхідну періодичність контролю.

ЯЕЕ впливає на технологічний процес промислового виробництва та на якість продукції, яка випускається даним підприємством [2]. Вона залежить не тільки від електричної системи живлення, але й від промислових споживачів, оскільки на сучасних підприємствах існує велика кількість спеціальних електричних приладів, які знижують ЯЕЕ. До таких відносяться потужні електричні печі, регульовані вентильні перетворювачі, магнітні підсилювачі з нелінійними вольт-амперними характеристиками і т.д.

Застосування в народному господарстві нових технологічних процесів, пов'язаних з використанням потужного несиметричного, нелінійного і швидкозмінного навантаження викликає різке погіршення показників ЯЕЕ.

Наслідком зниження ЯЕЕ є збільшення втрат потужності і електроенергії у мережах електричних систем і підприємств, а також в електрообладнанні (трансформаторах, конденсаторах, верстатах і т.д.), зменшення пропускної здатності мереж, погіршення технологічних процесів.

Питання ЯЕЕ потребують детального вивчення процесів і явищ, які при цьому мають місце. Особливо великі труднощі виникають із-за відсутності необхідних вимірювальних приладів у електричних мережах і за зміни методів вимірювання. Це пов'язано з впливом випадкового характеру навантаження, що в свою чергу потребує використання статистичних і надсучасних приладів вимірювання і відповідної обробки отриманої інформації.

Література

1. ДСТУ EN 50160:2014 «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності».
2. Конспект лекцій з дисципліни «Електропостачання промислових і муніципальних об'єктів» для студентів 5-го курсу денної та заочної форм навчання за ОП 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ.- 2024. - Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>

УДК 621.855

Мимрик О. – студент групи ТР-302

Науковий керівник: Недошитко Л.М. , викладач-методист

(Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж»

Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНВЕРТОРНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ В ПЕРІОД МАСОВИХ ВІДКЛЮЧЕНЬ СВІТЛА

Mymryk O. – student of TR-302 group

Scientific supervisor: Nedoshytko L.M. , teacher-methologist

(Separate structural division «Ternopil Vocational College» of Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine)

RESEARCH OF INVERTER SYSTEMS OF UNINTERRUPTED POWER SUPPLY DURING MASS POWER OUTAGES

Системи безперебійного живлення стали дуже популярними під час масових вимкнень світла, а особливо під час війни. Завдяки ним можна жити електроенергією приватний будинок, квартиру чи навіть цілу багатоповерхівку. Встановлення такої системи допоможе не тільки забезпечити себе світлом під час блек-аутів, а й стати прибутковою справою адже держава може купувати таку електроенергію за програмою «Зелений тариф». За останні декілька років популярність таких систем значно зросла і вже не є новизною для багатьох людей. Хоча важко заперечити, що ця система полегшує життя людини, тому що можна не перейматися, що вимкнуть світло адже система БЖ автоматично при відключенні перемикає живлення з мережі на акумулятори, які в свою чергу заряджаються від мережі(коли є світло) чи від сонячних панелей.

І зазвичай при вимкненнях світла акумулятори не встигають повністю розрядитися, а надлишок електроенергії можна з легкістю продати. Варто зазначити, що використання такої системи може бути в декілька разів вигіднішим аніж живленням від електромережі.

Розглянемо схему підключення системи безперебійного живлення, яка зображена на рисунку 1. Система складається з таких основних елементів:

- Інвертор напруги - це пристрій, який перетворює постійний струм (DC) від батареї або сонячної панелі в змінний струм (AC), який використовується для живлення побутових приладів.
- Сонячна батарея містить каскад панелей сонячних батарей, які за допомогою шарнірних з'єднань кріпляться до нерухомих основ. Кожна панель сонячної батареї виконана з вікнами для пропускання світлових променів під робочу поверхню панелей, а профіль вікон може мати круглу, квадратну або іншу форму
- Трансформаторна підстанція (ТП) - електрична підстанція, яка призначена для трансформування електричної енергії в мережі змінного струму та для розподілу електроенергії.
- Система моніторингу для сонячної електростанції - це система, що дозволяє слідкувати за роботою інвертора та компонентами сонячної електростанції збудованої на його базі в реальному часі та швидко реагувати на помилки в їх роботі.

В ролі системи моніторингу можуть виступати спеціальні контролери, монітори або звичайний телефон з встановленим додатком.

- Власне навантаження - це звичайні побутові прилади якими ми користуємося, телевизор, пральна машина, холодильник, котел і т. д.

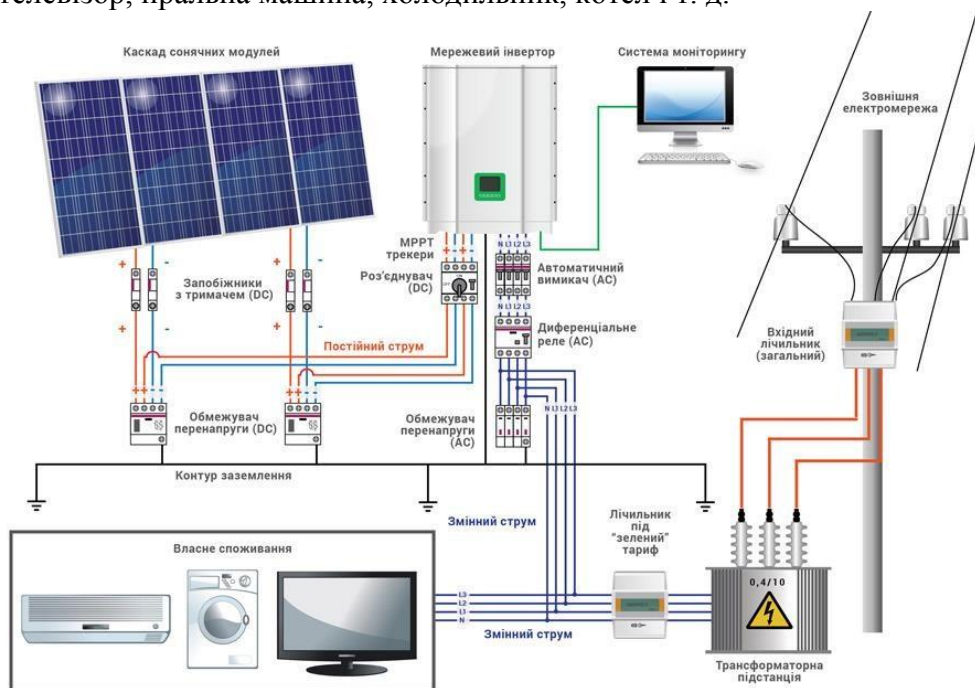


Рисунок 1. Схема підключення системи ДБЖ.

Цікавим прикладом для даного дослідження є багатоповерхівка в місті Київ. Мешканці самостійно встановили таку систему безперебійного живлення і тепер будинок повністю автономний. Він може сам забезпечувати себе електроенергією при масових відключеннях. Під час відключень електроенергії в будинку доступні всі комунікації, такі як: вода, світло та навіть ліфт яким можна сміливо користуватися. Після вдалого впровадження системи безперебійного живлення мешканці сусідніх будинків також почали цікавитися такою ідеєю.

Під час дослідження систем безперебійного живлення я зробив висновки, що система БЖ може значно полегшити життя людей, а також стати гарною та прибутковою бізнес ідеєю.

Література

1. Системи електроживлення електронної апаратури. Конспект лекцій для студентів спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації 8(7).050802 «Електронні системи». - К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 180 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [1. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21710/1/Power_Supply_Systems.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21710/1/Power_Supply_Systems.pdf)
2. Використання безперебійної системи живлення в багатоповерхівці. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [1. https://patrioty.org.ua/ecomomic/rosiiskioibrstily-ne-zavada-u-kyievi-u-deiakukh-budynkakh-bilshe-ne-vumykatumut-svitloshcho-tam-vyhadaly--u-chomu-sekret-531328.html](https://patrioty.org.ua/ecomomic/rosiiskioibrstily-ne-zavada-u-kyievi-u-deiakukh-budynkakh-bilshe-ne-vumykatumut-svitloshcho-tam-vyhadaly--u-chomu-sekret-531328.html)
3. Як влаштована мережева сонячна електростанція? [Електронний ресурс]. Режим доступу: [1. https://solar-tech.com.ua/ua/kak-ustroena-setevaya-solnechnayastanciya-2018-11-18.html](https://solar-tech.com.ua/ua/kak-ustroena-setevaya-solnechnayastanciya-2018-11-18.html)
4. Опис та переваги систем безперебійного живлення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [1. https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/2024/howwe-managed-autonomous-work-amid-rolling-blackouts](https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/2024/howwe-managed-autonomous-work-amid-rolling-blackouts)
5. Основні поняття про інвертор. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [1. https://lanmarket.ua/news/invertor-yak-dzherelo-bezperebijnogo-zhivlennyav-budinku/](https://lanmarket.ua/news/invertor-yak-dzherelo-bezperebijnogo-zhivlennyav-budinku/)

УДК 621.31

Н.С. Лясковець, Я.М. Осадца, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

РОЛЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ

N.S. Liaskovets, Ya.M. Osadtsa, Ph.D., Assoc. Prof.

THE ROLE OF ENERGY STORAGE SYSTEM IN THE ELECTRIC POWER SYSTEM

Основною вимогою, котра висувається до електростанцій, котрі генерують електричну енергію в електричну мережу є їх так звана паралельність роботи у складі об'єднаної енергетичної системи, котра полягає в забезпеченні централізованого оперативного диспетчерського управління. Такі електростанції по мірі необхідності (за потребою диспетчерських служб) повинні бути готовими до часткового або повного обмеження генерування потужності в енергосистему. Це передбачає за собою підвищену складність, особливо на електростанціях негарантованої потужності, тобто на електростанціях, які для виробництва електричної енергії використовують нестабільні природні енергоресурси. В результаті цього для таких електростанцій притаманними є обмеженість або зовсім відсутності можливостей регулювання потужностей у відповідності із заданими добовими графіками [1].

До таких електростанцій відносяться: фотоелектричні, вітрові, гідроелектростанції малих потужностей, біогазові електростанції. Для таких електростанцій необхідною є відповідність кількості виробленої електроенергії прогнозованому рівню, а перевищення рівня максимально можливого небалансу може призвести до розбалансування об'єднаної енергетичної системи та до негативних фінансових наслідків для підприємств-виробників електричної енергії.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є використання систем накопичення електричної енергії. На даний час системи накопичення електричної енергії є найбільш оптимальними і універсальними системами для зберігання електроенергії і забезпечення стабільності, особливо при нестабільній роботі енергосистеми в сучасних реаліях.

Існують такі технології систем накопичення енергії які включають в себе механічні (гідроакумулюючі (PHS), на основі стисненого повітря (CAES), гравітаційні, махові), хімічні (електроліз водню), електрохімічні (акумуляторні накопичувачі енергії, проточні акумулятори), електричні (суперконденсаторні), термічні (акумуляування теплоти і холоду). Рішення про те, яка технологія є найбільш зручною і максимально ефективною, залежить від питань розташування, отримання економічної вигоди, потреби та переваг її застосування.

Однією з найбільш прогресивних технологій зберігання електричної енергії є акумуляторні системи накопичення енергії. Використання акумуляторних накопичувачів дозволяє забезпечити масштабованість, гнучкість, ефективність використання. Велике різноманіття типів акумуляторних накопичувачів вимагає детального аналізу їх переваг та недоліків, а також визначення можливості їх застосування на електростанціях альтернативної енергетики.

Література

1. Про затвердження Норм технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище: наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 04.08.2014 р. № 543. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0543732-14#Text>

УДК 621.311

О.В. Демчук, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КОТЕЛЬНОЇ

O.V. Demchuk, V.I. Hetmaniuk, I.V. Belyakova Ph.D., assoc. prof.

DEVELOPMENT OF A BOILER ROOM ELECTRICITY ACCOUNTING SYSTEM

Десятиліттями в містах і великих населених пунктах, створювалась розгалужена система котельних для централізованого теплозабезпечення та гарячого водопостачання, що забезпечувала близько 85 % потрібної теплової енергії. На сьогодні більшість котельних перебуває у комунальному підпорядкуванні, з відомих причин, у тому числі екологічних, працює на природному газі, завдяки чому доля газу у витратах палива на теплопостачання перевищує 75 %.

Наша кваліфікаційна робота присвячена розробці системи обліку електричної енергії для комунального підприємства «Тернопільміськтепло-комуненерго» що займається виробництвом теплової енергії. В кваліфікаційній роботі передбачено забезпечення оперативного моніторингу споживання, виявлення витрат енергії та оптимізація енерговитрат на котельні по вул. Галицька, 40 у м. Тернополі.

Використання автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії на котельні по вул. Галицька, 40 дозволить нам :

- здійснювати точне вимірювання кількості спожитої електричної енергії;
- досягати максимальної економії електроенергії;
- використовувати інтегровані та розрахункові дані, а також погодинні графіки;
- підвищити оперативність управління режимами електроспоживання;
- зменшити обсяг збору, обробки отриманих даних;
- провести оптимізацію режимів електроспоживання;
- забезпечити моніторинг споживання електричної енергії.

Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії дозволить здійснювати як тривале, так і короткочасне прогнозування споживання електроенергії, регулювання перетікання реактивної електроенергії.

І основне, це питання вартості електроенергії. Якщо підприємство має системи погодинного обліку електроенергії, тобто є споживачем так званої категорії «А», то воно має можливість впливати на вартість електроенергії щодня. Такі системи погодинно фіксують реальні обсяги споживаної електроенергії конкретного споживача та щоденно відправляють дані до операторів системи. У такому випадку вартість електроенергії залежить від графіку споживання протягом доби. Нарахування вартості за спожиту електроенергію здійснюється на підставі фактичної погодинної вартості закупівлі електроенергії постачальником. І за рахунок дешевшого тарифу в нічний період доби кінцевий тариф нижчий.

Література

1. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації: монографія / І. В. Хоменко, О. А. Плахтій, В. П. Нерубацький, І. В. Стасюк. – Харків: НТУ «ХПІ», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 132 с.
2. Рожков П. П. Контроль та облік електричної енергії: конспект лекцій / П. П. Рожков, С. Е. Рожкова. – Харків: нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 107 с.

УДК 628.987

О.М. Федорак, І.І. Зюбак, Я.М., Осадца, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

O.M. Fedorak, I.I. Ziubak, Ya.M. Osadtsa, Ph.D., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR LIGHTING SYSTEMS IN HEALTHCARE BUILDINGS

До систем освітлення та електропостачання медичних закладів висуваються особливі вимоги, котрі обумовлені високими стандартами безпеки, надійності, ефективності та комфортності для пацієнтів та медичного персоналу. Задоволення цих вимог є критично важливим для забезпечення належного рівня надання медичних послуг, ефективності лікувальних процедур і безпеки в умовах непередбачуваних ситуацій.

Проектування систем освітлення та електропостачання будівель закладів охорони здоров'я необхідно виконувати, виходячи з [1], котрі в свою чергу вимагають задоволення вимог, наведених в Правилах улаштування електроустановок, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б В.2.5-82.

Відповідно до [1] проектування систем робочого освітлення необхідно виконувати, дотримуючись вимог, наведених ДСТУ EN 12464-1. Основними регламентованими світлотехнічними параметрами згідно цього стандарту є:

- мінімальна середня освітленість робочої поверхні, значення якої варіюється в межах від 5 лк на рівні підлоги (нічне освітлення та освітлення спостереження) до 1000 лк на рівні операційного поля;

- індекс блискавості UGR , значення якого не повинні перевищувати 22 (місця загального користування), 19 (медичні, процедурні кабінети, операційні зали) та 16 офтальмологічні кабінети;

- мінімальне значення коефіцієнта рівномірності освітленості U_0 , котре становить від 0,40 (місця загального користування) до 0,70 (лабораторії з контролем кольору);

- індекс передачі кольору, котрий повинен становити 80 або 90 залежно від типу приміщення.

Проектування систем аварійного освітлення необхідно виконувати у відповідності з ДБН В.2.5-28, згідно із якими для окремих приміщень будівель лікувальних закладів необхідно передбачати: освітлення шляхів евакуації та резервне освітлення (застосовується для забезпечення звичайної діяльності без суттєвих змін). Видами евакуаційного освітлення є: антипанічне, освітлення шляхів евакуації зон підвищеної небезпеки. Нормованими світлотехнічними параметрами систем освітлення шляхів евакуації є мінімальна освітленість на поверхні підлоги (становить в межах від 0,5 лк для антипанічного освітлення до 15 лк при освітленні зон підвищеної небезпеки) та коефіцієнт нерівномірності освітлення, що визначається відношенням максимальної освітленості до мінімальної. Для всіх видів евакуаційного освітлення цей коефіцієнт не повинен перевищувати 40:1. Час роботи систем освітлення шляхів евакуації повинен становити не менше, ніж 1 год. При цьому час, за який має бути забезпечено 50 % нормованої освітленості становить 5 с, а 100 % – 60 с.

Література

1. ДБН В.2.2 – 10:2022. Заклади охорони здоров'я. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2022.– 67 с.

УДК 621.391

О.П. Трухан, Ю.Б. Паляниця, канд. техн. наук, доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КЛЮЧІВ ШИФРУВАННЯ В МЕРЕЖАХ TETRA ДЛЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

O.P. Truhan, Y.B. Palaniza, PhD.

MATHEMATICAL MODEL OF ENCRYPTION KEYS IN TETRA NETWORKS FOR TELECOMMUNICATION SYSTEMS

У даній роботі досліджується методика впровадження математичної моделі ключів шифрування для забезпечення безпеки зв'язку в мережах TETRA. Зокрема, реалізується наскрізне шифрування (E2EE) з використанням механізму Over The Air Keying (OTAK), що дозволяє автоматизувати розподіл ключів без фізичного доступу до пристроїв. У межах проекту здійснено системне тестування, виявлення дефектів, а також оптимізацію параметрів передачі ключів у середовищі з високим навантаженням.

Запропоноване рішення найбільш оптимально інтегрується з системами, що використовують стандарт GMR (GEO Mobile Radio Interface). Воно може бути застосоване в мережах із геостационарними супутниками (GEO), що оперують у Ku- та Ka-діапазонах, оскільки вони забезпечують високу пропускну здатність для сигналізації OTAK.

Також система може працювати з іншими телекомунікаційними стандартами, наприклад, DVB-S2X для ширококомовлення та VSAT для фіксованого зв'язку, що дозволяє адаптувати рішення до спеціалізованих потреб, таких як навігаційні системи або віддалені мережі.

Модуляції та методи передачі

Для забезпечення стійкості передачі використовуються сучасні схеми модуляції:

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) для базової надійності;

8PSK (8 Phase Shift Keying) для підвищеної пропускну здатності;

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) для зменшення інтерференції між каналами.

Для підвищення точності та надійності передачі даних у телекомунікаційних мережах з шумами можуть бути використані методи синфазного виявлення радіосигналів, що базуються на спеціалізованих алгоритмах та комп'ютерних інструментах [4].

Результати дослідження

Створено математичну модель розподілу ключів у мережах TETRA.

Виявлено та усунуто понад 10 критичних дефектів у процесі інтеграції рішення OTAK.

Збільшено ефективність передачі ключів, що дозволило масштабувати мережу до тисяч активних користувачів.

Результати свідчать про доцільність впровадження механізму OTAK для захищеного зв'язку у великих мережах.

Література

1. Stallings, W., Brown, L. Computer Security: Principles and Practice. Pearson Education, 2008.
2. Airbus Defence and Space. Security features in TETRA systems. 2015.
3. ETSI. TETRA standardization documentation. 2016.
4. https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=_80WiBwAAAAJ&citation_for_view=_80WiBwAAAAJ:SeFeTyx0c_EC

УДК 621.855

Попович М. - студент групи ЕА-224 Науковий керівник: Недошитко Л.М. , викладач-методист

(Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж"
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя,
Україна)

СОЛЯЧНІ БАТАРЕЇ В ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ.

Popovych M. - student of EA-224 group Scientific supervisor: Nedoshitko L.M. , teacher-methodologist

(Separate structural division "Ternopil Vocational College" of Ternopil
National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine)

SOLAR PANELS IN PUBLIC TRANSPORT: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES.

Енергетична криза та екологічні виклики стимулюють пошук альтернативних джерел енергії. Використання сонячних батарей у громадському транспорті є одним із перспективних способів зменшити шкідливі викиди та залежність від викопного палива. Інтеграція сонячних технологій у транспортні системи сприяє створенню екологічно чистого та економічно ефективного транспорту.

Принцип роботи сонячних батарей у громадському транспорті полягає у перетворенні сонячного світла на електричну енергію за допомогою фотоелектричного ефекту. Цей процес відбувається, коли сонячне світло потрапляє на поверхню сонячних панелей, виготовлених із напівпровідникових матеріалів, таких як кремній. Під дією фотонів, що містяться у сонячному випромінюванні, електрони в матеріалі панелей переходять у збуджений стан, утворюючи електричний струм. Виникає постійний струм, який передається у спеціальні акумулятори для зберігання енергії, що дозволяє використовувати її за потреби, навіть коли немає прямого сонячного освітлення (наприклад, у вечірній та нічний час). Ця накопичена енергія використовується для живлення різноманітного обладнання транспорту, такого як система освітлення салону, інформаційні дисплеї, кондиціонери та системи вентиляції.

Додатково, деякі сучасні системи сонячних батарей у громадському транспорті оснащені інверторами, які перетворюють постійний струм на змінний, що дозволяє використовувати накопичену енергію для більшої кількості пристроїв. Завдяки інтеграції з іншими джерелами енергії, такими як електромережа чи паливні елементи, сонячні батареї забезпечують ефективне використання відновлюваної енергії та сприяють зниженню викидів парникових газів.

Основні переваги використання сонячних батарей у транспорті

Екологічність. Застосування сонячних батарей дозволяє зменшити викиди CO₂, роблячи транспортні засоби більш дружніми до довкілля.

Енергоефективність. Транспорт, оснащений сонячними панелями, використовує відновлювану енергію, що дозволяє знизити витрати на паливо та електроенергію.

Автономність і безперервність роботи. Завдяки сонячним батареям, громадський транспорт може працювати автономно, що підвищує його незалежність від традиційних джерел енергії та збільшує дальність поїздок.

Транспортні засоби на сонячних батареях створюють менше шуму порівняно з двигунами внутрішнього згоряння, що покращує комфорт пересування в міських умовах.

Сонячні панелі, встановлені на транспорті, повинні бути стійкими до механічних навантажень, вібрацій та впливу погодних умов.

Транспорт, оснащений сонячними панелями, може функціонувати незалежно від електромережі, знижуючи свою залежність від традиційних джерел енергії.

Виклики та перспективи

Попри економічні переваги у довгостроковій перспективі, впровадження сонячних технологій потребує значних початкових інвестицій.

Для впровадження сонячних технологій у транспорт необхідні інвестиції в адаптацію транспортних систем.

Очікується, що до 2030 року близько 20% громадського транспорту використовуватимуть сонячну енергію як основне джерело живлення. Існуючі технології можуть не завжди забезпечувати необхідний рівень ефективності та продуктивності, що потребує подальших досліджень і розробок. Впровадження нових технологій вимагатиме висококваліфікованих фахівців, що може бути проблемою на фоні загального дефіциту кадрів у цій галузі.

Сонячні панелі виробляють енергію лише вдень, тому необхідно забезпечити ефективні системи зберігання енергії для використання вночі або в похмурі дні.

У регіонах з низькою сонячною активністю або частими опадами ефективність сонячних панелей знижується, що може обмежувати їх застосування.

Використання відновлюваних джерел енергії зменшує залежність від зовнішніх постачальників палива та коливань цін на енергоносії.

Використання сонячної енергії зменшує залежність від викопного палива, що сприяє зниженню викидів CO₂ та покращенню екологічної ситуації.

Попри ці виклики, впровадження сонячних технологій у транспортні системи має значний потенціал для зниження викидів вуглецю, покращення енергоефективності та зниження витрат на паливо. Отже, важливо активно працювати над подоланням існуючих бар'єрів, щоб забезпечити сталий розвиток та інтеграцію сонячної енергії в майбутнє громадського транспорту.

Список використаних джерел:

1. Сонячні батареї у транспорті: перспективи та проблеми. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://greentransportfuture.com/solar-challenges>
2. Громадський транспорт на сонячних батареях: інновації майбутнього. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://greentechjournal.com/solar-public-transport>
3. Вплив електромобілів на розвиток сонячної енергетики в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://auto-zone.com.ua/vpliv-elektromobiliv-na-rozvitoksonyachnoi-energetiki-v-ukraini/>

УДК 621.313.333

Р.В. Кутень, ст.гр. МО-31

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕХАНІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ ЯКІ ВИНИКАЮТЬ ПРИ РОБОТІ ВАЛІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

R.V. Kuten, st.gr. MO-31

MECHANICAL LOADS ARISING DURING THE OPERATION OF ELECTRIC MOTOR SHAFTS

Електричний двигун – це пристрій який перетворює електричну енергію в механічну. Принцип роботи базується на взаємодії магнітного поля та електричного струму в обмотках що призводить до обертального руху. Електричні двигуни є невід’ємною частиною сучасних виробництв. Застосовуються практично в усіх галузях промисловості, починаючи від побутової техніки та закінчуючи космічним ракето будуванням. Найбільшої популярності такі двигуни отримали в галузі харчової промисловості. Такі двигуни бувають двох типів: постійного, змінного струму. Найпоширенішими є двигуни змінного струму, тому будемо розглядати їх. Вал це основний компонент який з’єднує електричну частину з механічною. Цей елемент отримує одні з найбільших навантажень. Так, як окрім того, що на нього діє навантаження механізму який приводиться в дію, також є і навантаження ротора який приводить в дію сам вал. Ці навантаження призводять до внутрішніх коливань в мікро структурі валу. Це призводить до втоми матеріалу і змін його характеристик. На мою думку це є первинні навантаження. До вторинних навантажень відносяться точки опори. В кожному двигуні є як мінімум дві таких опори. Під час роботи опір створюваний механізмом, який приводиться в дію, передається на вал та його опори. Таким чином в точках опори буде виникати навантаження, це може призвести до зношування як опор, так і поверхні валу.

Під час вибору валу для електричного двигуна потрібно правильно обрати його конструктивні параметри. Це потрібно для забезпечення необхідної міцності і зменшення інерційних сил. Суть в тому, що чим коротший вал тим меншою буде здатність до скручування, це зумовлено тим що навантаження буде розподілятися рівномірно, і ймовірність того, що при експлуатації відбудеться викривлення валу стане нижчою. Звісно, потрібно зазначити, що все залежить від розрахунку на міцність і навіть відносно довгий вал при правильно підібраних параметрах буде ефективно працювати у вузлі. Застосування сучасних систем моделювання процесів дозволяють бачити поведінку деталі ще на етапі проектування.

При роботі валів електричних двигунів, як і в будь-якій іншій системі виникають певні навантаження. Отже при конструюванні таких деталей для електричного двигуна потрібно враховувати фактори і чинники які діють на них, щоб забезпечити надійність та довговічність роботи вузла.

Література

1. Г.Н. Назар’ян, Ю.М. Федюшко, О.В. Сотнік, О.В. Ковальов. Технічні характеристики та якісні показники електричних двигунів. Харків : ТОВ «Планета-прінт», 2016. - 201 с.

УДК 621.315

С. М. Бруц ст. гр. ЕТм-61, В. В. Каспрук ст. гр. ЕТм-63,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

S. Bruts, V. Kaspruk

MODERN TRENDS IN ELECTRIC MOTORS DEVELOPMENT

Електродвигуни є важливою складовою сучасних технологій, забезпечуючи рух у широкому спектрі галузей: від побутової техніки до промислових установок та електромобілів. Розвиток технологій у цій сфері зумовлений вимогами до енергоефективності, екологічності, компактності та адаптивності.

Однією з ключових тенденцій є підвищення енергоефективності електродвигунів. Стандарти, такі як IE4 і IE5, встановлюють суворі вимоги до коефіцієнта корисної дії (ККД). Завдяки новітнім матеріалам, таким як магніти з рідкісноземельних металів та вдосконаленій конструкції роторів і статорів, досягається значне зниження втрат енергії. Наприклад невідомі магніти (NdFeB), характеризуються високою залишковою магнітною індукцією, високою коерцитивністю і густиною магнітної енергії. Двигуни з такими магнітами мають менші втрати енергії завдяки потужному магнітному полю та добре працюють у високих температурах і під впливом зовнішніх магнітних полів. Використання нових матеріалів для ізоляції, таких як полііміди або композити, а також активних систем охолодження, допомагає забезпечити стабільну роботу двигунів навіть у екстремальних умовах. Це важливо для застосувань у транспорті, промисловості та авіації.

Сучасні інвертори та системи керування двигунами також сприяють оптимізації споживання електроенергії, дозволяючи точно регулювати швидкість обертання відповідно до потреб. Це особливо важливо в промисловості та транспорті, де енергоефективність безпосередньо впливає на економічну ефективність.

Завдяки використанню нових матеріалів і вдосконаленню конструкцій, двигуни стають легшими та компактнішими. Це особливо актуально для електромобілів, авіації та робототехніки, де кожен грам ваги має значення. Технології адитивного виробництва (3D-друк) дають змогу створювати оптимізовані компоненти зі складною геометрією. Використання сучасних технологій, таких як синхронні двигуни з постійними магнітами та безщіткові двигуни постійного струму, дозволяє мінімізувати втрати енергії. Високоєфективні матеріали для магнітопроводів, такі як нанокристалічні сплави, зменшують теплові втрати. Додатково, впровадження електронних компонентів із карбіду кремнію (SiC) та нітриду галію (GaN) забезпечує точніше керування роботою двигунів і знижує споживання енергії. Обладнання електродвигунів датчиками дозволяє моніторити їхній стан у реальному часі: від температури до вібрацій і струмів. Завдяки цьому можливе впровадження алгоритмів штучного інтелекту, які оптимізують роботу двигунів, і технологій Інтернету речей, що дозволяють дистанційно контролювати та діагностувати пристрої.

Електромобілі є ключовим драйвером інновацій у розробці електродвигунів. Інженери зосереджуються на створенні більш потужних, довговічних та дешевших двигунів. Наприклад, безщіткові двигуни постійного струму (BLDC) та двигуни на основі синхронних машин з постійними магнітами стають стандартом у цій сфері.

Сучасні тенденції у розвитку електродвигунів орієнтовані на підвищення ефективності, зменшення впливу на довкілля та адаптацію до нових вимог ринку. Інтеграція інноваційних технологій забезпечує швидкий прогрес у цій галузі, що відкриває нові можливості для різних секторів економіки.

УДК 621.311

Ю.З. Кілик, А.З. Стасів, І.М. Сисак, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ НА ЛІНІЯХ З ВІДГАЛУЖЕННЯМИ

Yu. Kilyk, A. Stasiv, I. Sysak, Ph.D.

DETERMINATION OF SHORT CIRCUIT PLACES ON LINES WITH BRANCHES

Сучасна технологія виробництва багатьох видів продукції потребує безперервного електропостачання споживачів, і припинення подачі електроенергії навіть на короткий час може привести до порушення складних технологічних процесів, нормального функціонування транспорту, об'єктів культурно-побутового призначення, значному збитку промисловості [1].

Значну, а іноді і більшу частину часу відновлення повітряних ліній електропередачі складає процес визначення місця uszkodження.

Визначення місць uszkodження повітряних ліній електропередачі за допомогою спеціальних методів і пристроїв стало невід'ємною частиною експлуатаційного обслуговування електричних мереж 10-750 кВ і підвищило виробництво праці персоналу [2, 3]. Володіючи достатньою точністю, вони сприяють прискоренню пошуку uszkodжених елементів повітряних ліній, їх скорішому відновленню, що підвищує надійність роботи енергомережі й покращує постачання споживачів електричної енергії.

Прискорення пошуку місць uszkodження при стійких коротких замиканнях з наступним відновленням uszkodжених ліній й включенням їх в роботу в багатьох випадках забезпечує нормальне функціонування основних підприємств промисловості

Вивчення протікання струмів високої частоти по ПЛ з відгалуженнями для визначення можливості передачі даних від малогабаритних пристроїв сигналізації протікання струмів КЗ по відгалуженню лінії (вказівники короткого замикання) на підстанціях, що обслуговуються є важливою задачею.

Додаткова інформація, яку отримує ремонтна бригада значно скоротить час пошуку uszkodженої ділянки.

Дослідження включає в себе теоретичну та розрахункову частину, ціллю яких є визначення необхідної потужності сигналу, що передається для стійкої передачі даних, а також складення структурної схеми пристрою.

Література

1. Конспект лекцій з дисципліни “Електропостачання промислових і муніципальних об'єктів” для студентів 5-го курсу денної та заочної форм навчання за ОП 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ. - 2024. - Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>
2. В.Я. Решетник, І.М. Сисак. Конспект лекцій з дисципліни “Електричні системи та мережі” спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тернопіль: ТНТУ. - 2016.- 152 с.
3. Малиновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 436 с. ISBN 978-966-553-833-2

УДК 621.326

Яворський Б.-ст. гр. ЕА-224
ВСП” ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя”

Ядерні батареї: технологія майбутнього в компактному розмірі
Науковий керівник: Недошитко Л.М. викладач методист

Yavorskyi B.

Separate structural unit "Ternopil Vocational College" Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Nuclear Batteries: The Technology of the Future in a Compact Size
Supervisor: Nedoshytko L.M.

Атомна енергія більше не обмежується великими атомними електростанціями: сучасні наукові досягнення дозволяють створювати компактні та довговічні джерела живлення, відомі як ядерні батареї. Ці пристрої, або радіоізотопні батареї, здатні генерувати енергію десятиліттями, що відкриває перспективи для використання їх у медичних імплантах, дронах, космічних апаратах і багатьох інших сферах, де потрібна стабільна автономна енергія.

Принцип роботи ядерних батарейок і переваги нових технологій

Ядерні батареї використовують енергію, що виділяється під час радіоактивного розпаду ізотопів. Ця енергія конвертується в електричну за допомогою напівпровідникових перетворювачів, що дає змогу створити ефективні та довговічні батареї. Сучасні розробки досягли революційних показників ефективності: у нових прототипах вона становить понад 60%, що значно перевищує ефективність традиційних радіоізотопних джерел, які мають ефективність менше 10%.

Окрім високої ефективності, сучасні ядерні батареї є також екологічно безпечними. Наприклад, пристрої на основі ізотопу Нікель-63 розпадаються в кінцевій стадії до стабільного ізотопу міді, який не завдає шкоди довкіллю. Це відрізняє їх від багатьох попередніх технологій, які вимагали великої кількості радіоізотопів для забезпечення аналогічної потужності. Нині нові розробки дозволяють досягати результатів при використанні меншої кількості ізотопів, що знижує радіоактивне навантаження на навколишнє середовище.

Довговічність і універсальність застосування

Інженери створили ядерні батареї, здатні функціонувати від 50 до понад 100 років, що робить їх надзвичайно привабливими для пристроїв, де заміна живлення є складною або неможливою. За інформацією з останніх досліджень, нові батареї можна масштабувати для досягнення різних потужностей — від мікроскопічних значень у нановатах до кіловат або більше. Це дає можливість використовувати такі батареї в найрізноманітніших галузях: від мініатюрної електроніки до потужного обладнання в умовах складного клімату.

Завдяки багатошаровій конструкції та спеціальним матеріалам, сучасні ядерні батареї є повністю безпечними. Вони не підтримують горіння та вибухи навіть під впливом екстремальних умов, таких як високі температури або механічні пошкодження. Це робить їх придатними для застосування у важкодоступних місцях, зокрема для використання на великій глибині, в космосі або у віддалених районах на Землі.

Конкретні розробки та перспективи

Серед сучасних розробок варто виділити мініатюрні батарейки розміром менше монети (15 x 15 x 5 мм), які можуть генерувати 100 мікروات електроенергії з напругою 3V і стабільно працюють у температурному діапазоні від -60 до 120 градусів за Цельсієм. Така батарейка, оснащена 63 ізотопами, може працювати до 50 років без обслуговування, що робить її унікальною у своєму роді.

Перспективи використання цієї технології дуже широкі. Ось кілька галузей, де вже розглядається застосування ядерних батарейок:

Медичні пристрої: завдяки тривалому терміну служби та мініатюрним розмірам, ці батарейки підходять для імплантів, зокрема кардіостимуляторів, які потребують надійного та довговічного джерела живлення.

Аерокосмічна промисловість: безперебійна робота у космосі є критично важливою, і ядерні батарейки ідеально підходять для цього завдання, забезпечуючи енергію для супутників, марсоходів і космічних апаратів на багато років.

Глибоководні дослідження: у середовищах, де немає доступу до традиційних джерел енергії, ядерні батарейки здатні забезпечити автономну роботу обладнання, яке занурюється на великі глибини.

Індустрія штучного інтелекту: автономні системи зі штучним інтелектом, такі як дрони чи роботизовані системи, можуть використовувати ядерні батарейки для тривалої роботи без підзарядки.

Електроніка для віддалених районів: у регіонах з обмеженим доступом до електромереж такі батарейки дозволяють забезпечувати роботу приладів, необхідних для зв'язку, безпеки чи інших потреб

Сучасні ядерні батарейки представляють новий, надзвичайно перспективний напрямок енергетики. Завдяки високій ефективності, довговічності та безпеці, вони мають потенціал змінити підходи до автономного енергозабезпечення у найрізноманітніших сферах — від медицини до досліджень космосу. Очікується, що масове виробництво таких батарейок почнеться в найближчі роки, що сприятиме їхньому поширенню на світовому ринку.

Інноваційні ядерні батарейки — це лише початок нової епохи в галузі енергетики, яка обіцяє підвищити автономність та надійність пристроїв, які обслуговують як людські потреби, так і наукові відкриття.

Література

1. <https://www.rbc.ua/rus/stylar/rozmirom-monetu-stvoreno-dernu-batareyku-1705336418.html/amp>
2. <https://www.unian.ua/science/u-ssha-stvorili-yadernu-batareyku-yaka-mozhe-pracyuvati-hoch-100-rokiv-zmi-novini-amp-12669384.html>

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

УДК 637.5

А.Т. Лялик, к.т.н. А.А. Чайківський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ У ВИРОБНИЦТВІ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

A.T. Lialyk Ph.D; A.A. Chaikivskyu

USE OF PLANT EXTRACTS IN THE PRODUCTION OF MEAT PRODUCTS

М'ясна продукція є важливим джерелом високоякісного білка та незамінних жирних кислот. В останні роки споживання м'ясних виробів значно зросло. Через різні традиції, культури, релігії та інші фактори основні види їстівного м'яса відрізняються в різних країнах. Проте, незалежно від виду м'яса, попит споживачів завжди зосереджується на поживності, безпеці та сенсорній якості. Найбільш привабливими факторами м'ясних виробів для споживачів є свіжість, тривале зберігання та відсутність хімічних консервантів. Підтримання належної якості м'ясних продуктів може підвищити бажання споживачів купувати, зберегти унікальний поживний склад м'ясних продуктів і уникнути харчових відходів і потенційних економічних втрат. Тому якість м'яса стала ключем до стримування розвитку м'ясної промисловості. Проблема збереження якості м'ясних продуктів викликає великий інтерес до використання рослинних екстрактів у м'ясних виробках [1].

Рослинні екстракти все більше стають важливими добавками в харчовій промисловості завдяки їх антимікробним і антиоксидантним властивостям. Використання рослинних екстрактів, як джерела біологічно активних сполук стає привабливою стратегією підвищення якості та корисних властивостей м'ясних виробів. Дійсно, враховуючи їхнє природне походження, біологічно активні сполуки, отримані з рослин (таких як екстракт сої, кропиви, шавлії, ламінарії та олія хрону) є чудовими кандидатами на заміну синтетичним добавкам, які як правило, вважаються такими, що мають токсикологічні та канцерогенні ефекти [2, 3].

У багатьох роботах всебічно та систематично розглянуто переваги рослинних екстрактів для м'ясних продуктів, включаючи методи екстракції та антиоксидантні властивості, консервуючий ефект, особливі характеристики. Проте більшість наукових даних мають певні обмеження та суб'єктивність, не повністю враховують природу м'ясних продуктів. Зазвичай вони зосереджувалися на зберіганні або поживній цінності, але ігнорували вплив натуральних рослинних екстрактів на смак і текстуру м'яса. Крім того, відсутність кількісних досліджень також є однією зі слабких сторін традиційних наукових оглядів. Отже, доцільно вивчати застосування рослинних екстрактів для покращення терміну зберігання та якісних показників м'ясних виробів.

Література

1. Effect of natural plant extracts on the quality of meat products: a meta-analysis URL: <https://www.maxapress.com/article/doi/10.48130/FMR-2023-0015> (дата звернення 5.10.2024)
2. Green Extraction of Bioactive Compounds from Plant Biomass and Their Application in Meat as Natural Antioxidant URL: <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/9/1465> (дата звернення 5.10.2024)
3. Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917401830336X> (дата звернення 5.10.2024)

УДК 665

Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Л.П. Криськова; А.Т. Лялик, к.т.н., доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ МАЙОНЕЗІВ

K. Kravcheniuk Ph.D; L. Kryskova; A. Lialyk Ph.D, Assoc. Prof.

USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN MAYONNAISE PRODUCTION

Майонез є дуже універсальним продуктом у гастрономії, а його емульсійні та сенсорні властивості характеризуються хорошими показниками серед споживачів, що робить його одним із найбільш споживаних продуктів у світі. Останнім часом спостерігається тенденція до заміни яєць рослинними компонентами або рафінованих рослинних олій менш токсичними чи кориснішими інгредієнтами для створення аналогів майонезу з інноваційними властивостями. Таким же чином існує тенденція до заміни традиційної соняшникової олії на більш здорові харчові альтернативи [1].

За науковими даними, попит на майонез із низьким вмістом жиру та без яєць значно зріс. В останні роки, це відбувається через занепокоєння населення високим вмістом жиру та холестерину у продуктах харчування. Адже високе споживання жиру пов'язане з підвищеним ризиком ожиріння, деяких видів раку, серцево-судинних захворювань і гіпертонії. Світові кардіологічні асоціації запропонували обмежити споживання жиру менш ніж 30% від загальної кількості споживаних калорій. Неприятливі наслідки надмірного вживання деяких типів ліпідів призвели до тенденції розробки поживних майонезів в харчовій промисловості [2].

Науковцями проведені дослідження нових рецептур майонезу з додаванням: рослинної олії (ріпакової олії та олії насіння чіа); камеді (ксантан і насіння арабіки); рослинних екстрактів; ізолятів рослинного білка (квасолі або нуту); рослинного борошна (арахісового, кунжутного та соєвого); ізоляту білка куркуми та гороху; текстурного агенту емульсифікатора [3, 4]. Отже, різні реологічні характеристики основних інгредієнтів, що замінюють олії та яйця, впливають на пропорції, які використовуються в рецептурі. Інноваційні майонези мають кращі поживні та функціональні якості, і їх попит зростає в харчовій промисловості завдяки популяризації більш здорових альтернативних продуктів рослинного походження.

Література

1. Plant-based mayonnaise: Trending ingredients for innovative products URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X22001342> (дата звернення 5.11.2024)
2. Studies on eggless mayonnaise from rice bran and sesame oils URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6542863/> (дата звернення 5.11.2024)
3. Assessment of the potential of Arabic gum as an antimicrobial and antioxidant agent in developing vegan “egg-free” mayonnaise URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfs.12771> (дата звернення 5.11.2024)
4. Preliminary investigation on the effect of proteins of different leguminous species (Cicer arietinum, Vicia faba and Lens culinaris) on the texture and sensory properties of egg-free mayonnaise URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002364382031330X> (дата звернення 5.11.2024)

УДК 665

П.В. Криса; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, к.т.н.; Х.Ю. Кравченко, к.т.н.;

К.Є. Дацишин к.т.н., доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ

**P. Krysa; B. Kacharay; A. Lialyk Ph.D; K. Kravcheniuk Ph.D; K. Datsyshyn Ph.D.,
Associate Professor**

IMPROVEMENT OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF SOYBEAN OIL-BASED BLENDED OILS

Харчові олії забезпечують необхідні поживні речовини та відіграють важливу роль у раціоні для підтримки нормальної фізіологічної функції. Фактори якості, що впливають на харчові олії, включають їх жирнокислотний склад, поживні речовини та стійкість до окислення. Однак олія з одного ботанічного джерела часто не має збалансованих функціональних властивостей, поживних властивостей і належної стійкості до окислення. Дієтичні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) необхідні для здоров'я, а олії, багаті ПНЖК, особливо чутливі до окислення. Окислення жирних кислот може зробити їх недоступними як поживні речовини, а також створити небажані присмаки та токсичні сполуки. Окислення олії знижує поживну якість олії та потенційно створює продукт, який є шкідливим для здоров'я людини. Щоб стабілізувати олію, збагачену ПНЖК, проти окислення, попередні дослідження в першу чергу зосереджувались на додаванні антиоксидантів до олії як головної стратегії. Антиоксиданти пригнічують вільні радикальні ланцюгові реакції і ефективні при дуже низьких концентраціях. Поширеними антиоксидантами є синтетичні антиоксиданти та природні антиоксиданти. Поширені синтетичні антиоксиданти третинний бутилгідрокінон можуть бути пов'язані з ризиками для здоров'я, такими як подразнення шкіри, шлунково-кишкові проблеми та рак. Хоча природні антиоксиданти не становлять загрози здоров'ю, вони як правило, дорогі. Змішування двох або більше олій може ефективно боротися з окисленням олії шляхом зміни складу жирних кислот, окислювальних властивостей, поживної якості та промислового застосування за менших витрат і без негативного впливу на споживачів [1].

Соєа є однією з найбільших олійних культур у світі, відома своїм великим урожаєм і низькою середньою оптовою ціною порівняно з іншими рослинними оліями. Однак соєва олія має високий вміст ПНЖК та низьку термічну стабільність і схильна до окислювального псування, що може призвести до поганого смаку та втрати поживних речовин під час обробки і зберігання [2]. Таким чином, стратегії, які включають купажування олій на основі соєвої олії, можуть покращити антиоксидантну здатність, водночас створюючи можливості для оптимізації складу жирних кислот продуктів, призначених для споживачів. Підхід до купажування олій пропонує економічну альтернативу хімічним добавкам. Тому доцільно удосконалювати жирнокислотний склад купажованих олій на основі соєвої олії.

Література

1. Tailoring oil blends for specific purposes: A study on nutritional and antioxidant properties of soybean oil mixed with corn, sunflower, and flaxseed oils URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643824009071>
2. Improvement of thermo-resistance and quality of soybean oil by blending with cold-pressed oils using simplex lattice mixture design URL: https://www.ocl-journal.org/fr/articles/ocl/full_html/2022/01/ocl220033/ocl220033.html

УДК 664.66

Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ

K. Kravcheniuk Ph.D; Y. Tsiko

IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS ENRICHED WITH IODINE AND SELENIUM

Йод (I) і селен (Se) є незамінними мікроелементами, важливими для функціонування фізіологічних процесів в організмі. Йод є життєво важливим компонентом гормонів щитовидної залози, зокрема тироксину (Т4) і трийодтироніну (Т3), і його дефіцит є серйозною глобальною проблемою охорони здоров'я. Низьке споживання йоду може призвести до функціональних аномалій і змін розвитку, класифікованих як йододефіцитні захворювання, з яких найбільш відомими є зоб і розумова відсталість. Однак надмірне споживання йоду може призвести до патологічних проблем, включаючи гіпо- та гіпертиреоз. Селен є критичним компонентом ферментів дейодинази, які перетворюють менш активний гормон щитовидної залози Т4 у більш активну форму Т3 він регулює рівень Т3 у тканинах і допомагає захистити тканину щитовидної залози. Таким чином, дефіцит селену порушує функцію щитовидної залози і може спричинити виникнення йододефіцитних захворювань. Селен також діє як ферментативний кофактор глутатіонпероксидази, і його дефіцит може посилити серцево-судинні захворювання та м'язову слабкість [1, 2].

Одним з основних методів профілактики йододефіцитних захворювань є збагачення харчових продуктів йодом та селеном. Такими традиційно доступними продуктами харчування є хлібобулочні вироби. Оскільки вони одні з самих масових продуктів, що вживаються щоденно.

Останнім часом дуже актуальним є використання нетрадиційних рослинних компонентів як функціонального інгредієнта при розробці збагачених продуктів здорового та лікувального харчування й профілактики захворювань. Поширеною рослинною сировиною збагаченою йодом та селеном, що використовуються в харчуванні, є журавлина, полуниця, шпинат, щавель, рукола, бразильські горіхи, хурма, фейхоа, чорна смородина та інші [3,4].

Тому доцільно створювати сучасні функціональні продукти, хлібобулочні вироби збагачені йодом та селеном з метою збереження та зміцнення здоров'я населення, профілактики захворювань, у тому числі спричинених неповноцінним та незбалансованим харчування дітей і дорослих.

Література

1. Iodine content in bread, milk and the retention of inherent iodine in commonly used Indian recipes URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814612014069>
2. Effect of Brazil Nuts on Selenium Status, Blood Lipids, and Biomarkers of Oxidative Stress and Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials: URL:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8869304/>
3. Як забезпечити здоров'я щитовидної залози – 10 багатих на селен продуктів URL:<https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/yak-zabezpechyty-zdorovia-shchytovydnoi-zalozy-bahatykh-na-selen-produktiv>
4. Продукти, які багаті на йод URL:<https://ockph.te.ua/node/313>

УДК 664

А. М. Коляденко, студент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВМІСТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У КАТОЛІТНИХ РОЗЧИНАХ

A. M. Koliadenko, student

STUDY OF INFLUENCING FACTORS ON THE CONTENT OF MOLECULAR HYDROGEN IN CATHOLYTE SOLUTIONS

Аналізуючи унікальні властивості води як основи життя на Землі, хочеться звернути особливу увагу на таку характеристику рідин, зокрема води, як окисно-відновний потенціал або Редокс-потенціал, а також її рівень насичення молекулярним воднем. Згідно з останніми дослідженнями японських вчених, вода з негативним Редокс-потенціалом володіє винятковими оздоровчими властивостями, які позитивно впливають на організм [1]. У всіх випадках, завдяки насиченню молекулярним воднем, католітні розчини демонструють підтверджений і яскраво виражений антиоксидантний ефект. Цілющі властивості молекулярного водню, як джерела електронів, підтверджувалися в ході численних наукових і клінічних досліджень [1-3]. Системи для отримання католітних розчинів здебільшого базуються на принципі електролізу, при якому молекули води розщеплюються під впливом електричного струму із створенням катодно-анодної системи. У природних водних системах процеси утворення католіту чи аноліту відбуваються без застосування електричного струму. Проте отримання католітних розчинів збагачених молекулярним воднем можливе кількома способами: електроліз води, що буде застосовуватись в розчинах, у водневому генераторі, або сатурація з інфузією воднем. Водень – це вкрай летючий газ, що здатний проникати через скло та пластик досить легко, тому його концентрація в католітних розчинах падає досить швидко, тому прилади, що використовувалися для дослідження, оснащені скляною колбою з подвійними стінками та вакуумним прошарком між ними. Ця технологія забезпечує збереження максимальної концентрації (при закритій кришці) не менше 1 години [2].

Серед основних факторів впливу на вміст молекулярного водню, що були досліджені потрібно виділити: метод отримання католітного розчину (електроліз води. хімічні реакції в природних умовах або генератор водню), хімічний склад католітного розчину (мінеральний склад з дослідженням присутності катіонів і аніонів та рН розчину отриманого розчину), фізичні фактори (температура і тиск), контакт із зовнішнім середовищем, а також час зберігання католітних розчинів.

Література:

1. Hong Y., Chen S., Zhang J. M. Hydrogen as a selective antioxidant: a review of clinical and experimental studies. The Journal of International Medical Research. 2010. vol. 38 (6). P. 1893–1903. doi.org/10.1177/147323001003800602
2. Покотило О. С., Головач П. І., Покотило С. О. Дослідження закономірностей утворення електронодонорної води на основі змін рН і ОВП вод в термосахонізаторах-генераторах «Living water». Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. 2019. Vol 78. N4. С. 24-29. <http://journals.chembio.com.ua/index.php/biology/article/view/63>
3. Ohsawa I., Ishikawa M., Takahashi K., Watanabe M., Nishimaki K., Yamagata K., Katsura K., Katayama Y., Asoh S., Ohta S. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant, selectively reducing cytotoxic oxygen radicals // Nature Medicine. – 2007. – 13. – P. 688–694.

УДК 664

А.Б. Заставна, студент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ВАЖЛИВІСТЬ ОЦІНКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ pH І РЕДОКС-ПОТЕНЦІАЛОМ

A.B. Zastavna, student

THE IMPORTANCE OF ASSESSING FRUIT JUICES BY pH AND REDOX POTENTIAL

Фруктові соки – це не лише улюблений напій багатьох людей, а й складний продукт, адже його властивості визначаються цілою низкою фізико-хімічних параметрів. Серед них особливу роль відіграють рН, кислотність і редокс-потенціал. Ці показники впливають на смак, аромат, колір, стабільність і безпеку соків.

Рівень рН є одним із найважливіших показників, який відображає кислотно-лужний баланс у продукті та визначає концентрацію іонів водню в розчині. Для фруктових соків рН зазвичай знаходиться в межах 3,0–4,5, що робить їх помірно кислими напоями. Цей показник залежить від природних кислот, присутніх у фруктах, таких як лимонна, яблучна, винна та щавлева. Наприклад, апельсиновий або лимонний сік мають низький рН через високий вміст лимонної кислоти, яка формує їхній насичений кислий смак [1].

Кислотність – це поняття, пов'язане з рН, але має інший зміст. Кислотність є одним із найважливіших параметрів, що визначає якість і властивості фруктових соків. Вона впливає на смак, колір, безпечність і навіть термін придатності продукту. Кислотність фруктового соку визначається рівнем рН, який відображає концентрацію іонів водню у розчині. Для більшості фруктових соків цей показник знаходиться в межах 3,0–4,5, що надає їм характерного кисло-солодкого смаку та забезпечує захист від псування [2].

Якщо рН показує лише активність вільних іонів водню, то кислотність відображає загальну кількість кислот у продукті, незалежно від того, чи вони перебувають у дисоційованому стані. Наприклад, яблучний і лимонний соки можуть мати схожий рівень рН, але різну кислотність, що пояснює різницю у сприйнятті їхнього смаку. Висока кислотність забезпечує яскравий кислий смак, тоді як низька кислотність робить напій більш м'яким і солодким [3].

Технологічний контроль кислотності в процесі виробництва є важливим етапом. Сучасні підприємства використовують спеціальне обладнання, наприклад, рН-метри, для точного вимірювання рівня кислотності. Ці дані дозволяють коригувати процес пастеризації: чим вища кислотність, тим меншої температури і часу обробки потребує продукт. Це дозволяє зберегти природний смак і корисні речовини у соку.

Кислотність впливає на всі аспекти продукту: від його смаку та кольору до безпечності та терміну придатності. Контроль цього параметра дозволяє не лише зберігати якість продукції, але й створювати нові унікальні смаки, які задовольняють вимоги сучасних споживачів [1].

Редокс-потенціал, або окислювально-відновний потенціал, є ще одним ключовим параметром, що характеризує здатність середовища до окислення або відновлення. Для соків цей показник залежить від наявності вітамінів, поліфенолів, кисню та інших сполук. Свіжовичавлений сік, зокрема апельсиновий, має відносно низький редокс-потенціал

завдяки високому вмісту антиоксидантів, таких як вітамін С. Однак під час зберігання або термічної обробки редокс-потенціал може підвищуватися через контакт із киснем, що призводить до зниження антиоксидантної активності та, як наслідок, втрати свіжості аромату.

Ще один аспект, на який впливають ці параметри, – це смак. Кислотність створює основний смаковий профіль, тоді як редокс-потенціал визначає відчуття свіжості та гармонійності. Наприклад, апельсиновий сік із низьким редокс-потенціалом буде сприйматися як свіжий, із приємним ароматом. Зміна цих показників, наприклад, через надмірний контакт із повітрям під час виробництва, може негативно вплинути на кінцевий продукт [2].

Сучасні технології виробництва дозволяють ретельно контролювати рН, кислотність і редокс-потенціал на всіх етапах. Вимірювання рН допомагає визначити необхідну тривалість і температуру пастеризації, щоб зберегти смакові якості й корисні речовини. Контроль редокс-потенціалу забезпечує збереження антиоксидантних властивостей продукту. Наприклад, вакуумне пакування чи використання інертних газів, таких як азот, мінімізують контакт із киснем і стабілізують якість соку.

Отже, рН, кислотність і редокс-потенціал є ключовими параметрами, які визначають якість і властивості фруктових соків. Їхній правильний контроль дозволяє виробникам створювати смачні, корисні та безпечні продукти, які відповідають вимогам споживачів і стандартам харчової промисловості.

Література:

1. Флауменбаум, Б. Л., Безусов, А. Т., Сторожук, В. М., & Хомич, Г. П. (2006). Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва. *Одеса: Друк, 400*.
2. Alwazeer, D., Delbeau, C., Divies, C., & Cachon, R. (2003). Use of redox potential modification by gas improves microbial quality, color retention, and ascorbic acid stability of pasteurized orange juice. *International Journal of Food Microbiology*, 89(1), 21-29.
3. Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (1 (11)), 69-75.

УДК 664.7

А.В. Оленюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК

A.V. Oleniuk

WAYS TO IMPROVE CORNSTICK EXTRUDERS

Кукурудзяні снеки займають важливу позицію серед продуктів швидкого харчування завдяки своїй доступності, смаковим властивостям та зручності у споживанні. Вони є популярним перекусом, який не потребує спеціального приготування і підходить для різних вікових груп. До того ж, завдяки низькому вмісту жиру і високому вмісту клітковини в кукурудзі, такі снеки можуть бути включені до раціону як альтернатива більш калорійним закускам. Окрім традиційного використання як закуски, кукурудзяні снеки знаходять місце в спеціалізованих дієтах, наприклад, безглютенових.

Екструдери є ключовим обладнанням у виробництві кукурудзяних снеків. Вони забезпечують технологічний процес, який включає формування структури продукту під впливом високого тиску та температури. У екструдері відбувається обробка кукурудзяної сировини, її нагрівання та змішування, що дозволяє отримати готові снеки з характерною пористою текстурою. Екструзія забезпечує рівномірність обробки, швидкість виробництва та широкий спектр можливостей для створення різних форм і смакових характеристик продукції.

Основними складовими частинами екструдерів для виготовлення кукурудзяних снеків є: бункер для сировини, шнековий механізм, нагрівальні елементи, матриця, система охолодження та ріжучі ножі.

Покращення екструдерів спрямоване на підвищення їхньої продуктивності, зниження витрат енергії та покращення якості готових снеків. Основні напрямки:

- оптимізація дизайну шнека для забезпечення кращого перемішування сировини;
- використання сучасних матеріалів, стійких до високих температур і зносу;
- застосування енергоефективних нагрівальних елементів із можливістю точного контролю температури;
- поліпшення конструкції матриць для забезпечення різноманітності форм продукції.

Для вдосконалення екструдерів активно застосовуються: комп'ютерне моделювання з застосуванням програм типу SolidWorks та ANSYS [1,2], 3D-друк прототипів елементів; лабораторні дослідження конструктивних.

Удосконалення екструдерів є важливим етапом у підвищенні конкурентоспроможності виробників кукурудзяних снеків, що дозволяє відповідати сучасним вимогам ринку та запитам споживачів.

Література

1. Баран Р., Ворошук В. Системи 3D моделювання при вирішенні завдань конструювання та інжинірингу обладнання // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті." НУХТ, 2023. Ч. 2. С. 20.

2. Вігенько Т.М., Ворошук В.Я. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / під ред. Дейниченко Г.В. ХДУХТ, 2019. С. 108–109.

УДК 664.661

А.В. Сороцька, магістр, Г.В. Карпик к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНИХ ВИРОБІВ

A. V. Sorotska, master, H.V. Karpyk, Ph.D., Assoc. Prof.

STUDY OF THE FEASIBILITY OF USING FENUGREEK IN BUN TECHNOLOGY

Здобні хлібобулочні вироби мають суттєвий попит серед споживачів в більшості країн світу. Такі вироби, зазвичай виготовляються з пшеничного борошна вищого сорту, що на 70 % складається з крохмалю і містять цукор. Високий вміст вуглеводів в раціоні призводить до збільшення навантаження на травну систему організму людини й негативно впливає на здоров'я в цілому, може бути причиною порушення метаболізму, розвитку цукрового діабету, підвищує ризик хронічних захворювань. Доданий цукор є суперечливим та активно обговорюваним питанням. Для зменшення його дії рекомендовано використовувати цукрозамінники, які надають солодкий смак виробам й не мають впливу на енергетичний стан організму. До таких речовин відноситься й фруктоза. Її метаболізм відбувається незалежно від інсуліну. Слід відмітити, що фруктозу можна застосовувати тільки при діабеті легкого ступеня тяжкості без ожиріння в кількості не більше 0,5 г на 1 кг маси тіла на добу. Медики стверджують, що люди з цукровим діабетом, які дотримуються здорового харчування, можуть включати в свій раціон невелику кількість й цукру. Однак його слід вживати як частину поживної їжі.

Для контролю постпрандіального стрибка глюкози в крові Міжнародним консорціумом з якості вуглеводів рекомендовано звернути увагу на природні функціональні харчові інгредієнти. Одним із них є насіння пажитника. Науково доведено ефект зниження ним рівня глюкози в крові при діабетичних станах. Він багатий харчовими волокнами, білками, лізином, флавоноїдами, ліпідами, залізом. Близько 20 % насіння пажитника - це гелеутворювальна розчинна клітковина, подібна до гуарової камеді вівсяних висівок. З позитивної дії на здоров'я відмічається покращення травлення, зменшення запальних процесів. Вважається, що харчові волокна (слиз і галактоманнан), які входять в його склад, спричиняють зниження швидкості перетравлення та засвоєння вуглеводів після прийому їжі.

Отже, булочка із пажитником може бути корисною для людей із діабетом або тих, хто контролює рівень цукру в крові, за умови помірного споживання. Нами поставлено мету розробити рецептуру та технологію здобної булочки подовженого терміну зберігання зі зменшеним глікемічним індексом. Пропонуємо використовувати глюкозно-фруктозний сироп як замітник сахарози, а також подрібнене насіння пажитнику.

Література

1. Gamlath Shirani, Ravindran Ganesharanee. Extruded products with Fenugreek (*Trigonella foenum-graecium*) chickpea and rice: Physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *Journal of Food Engineering*, Volume 90, Issue 1, January 2009, Pages 44-52.
2. I. Stepanko Pastry of health direction. *Book of abstracts VI International Scientific and Technical Conference "Status and prospects of food science and industry"*, 22-23 September 2022. - Tern : PE Palianytsia V. A., 2022. - P. 34.

УДК: 663.1 > 577

А.М.Василишин, аспірант

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

A.M.Vasylyshyn, postgraduate student

ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF FOOD PRODUCTS

Термічна обробка зазвичай використовується для забезпечення якості та продовження терміну зберігання фруктів і овочів. Електромагнітне нагрівання використовувалося як багатообіцяюча альтернатива для заміни звичайних методів термічної обробки з перевагами швидкого, об'ємного та глибокого проникнення.

Використання електромагнітної енергії в харчовій промисловості розглядається з огляду на безпечність харчових продуктів, поживну якість і органолептичну якість. Вплив джерел неіонізуючого випромінювання, таких як мікрохвильова та радіочастотна енергія, а також джерел іонізуючого випромінювання, напр. радіоактивний кобальт-60 і цезій-137 на інактивацію мікробів і поживних речовин порівнюються з процесами звичайних процесів нагрівання як з точки зору їх кінетичної поведінки, так і їх механізмів взаємодії з харчовими продуктами. Кінетика мікрохвильової та звичайної термічної інактивації розглядається для узагальненої моделі n-го порядку на основі часових і температурних умов. Однак ефекти термічної інактивації часто моделюються кінетикою першого порядку.

Неіонізуючі мікрохвильові джерела енергії все частіше використовуються в домашньому та промисловому виробництві харчових продуктів і добре сприймаються користувачами. Поруч з цим, незважаючи на різноманітні схвалення управліннями з контролю за якістю харчових продуктів багатьох держав щодо низьких і середніх доз мікрохвильового випромінювання для рослинних і м'ясних продуктів існували побоювання щодо використання методу електромагнітної обробки їжі. Головним чином, такі побоювання сягали коренів історії створення експериментальної зброї, що використовувала електромагнітне випромінювання під час Другої світової війни, а також нерозуміння процесу електромагнітної обробки продуктів харчування плутаючи його з іонізуючим чи радіоактивним опромінюванням. У зв'язку з цим, наприклад, МОЗ України у 2022 р. опублікувало пояснення, чому використання мікрохвильових печей є безпечним і нешкідливим для здоров'я людини.

Мікрохвильова та радіочастотна енергія є елементами електромагнітного спектру, які можуть надавати тепло їжі вибірково чи систематично. Явно, мікрохвилі взаємодіють з водою в продуктах, щоб нагріти переважно ті ділянки, які є вологими.

Споживачі зазвичай використовують мікрохвильові печі як побутові прилади, які використовуються для розігріву та приготування їжі, розморожування заморожених продуктів, лушення попкорну, тощо. У промислових масштабах мікрохвилі використовувалися для розігрівання великої кількості заморожених інгредієнтів, для темперування шоколаду, а також розглядалися для сушіння, але це не досягло бажаного ефекту.

Увага щодо використання електромагнітної енергії, особливо мікрохвильової та радіочастотної енергії, для промислової обробки їжі приділяється знову. Електромагнітна енергія демонструє унікальні властивості, такі як швидке та диференціальне нагрівання, що

може бути корисним, наприклад для підвищення ефективності загального процесу виробництва та якості харчової продукції.

Нова ера споживачів оброблених харчових продуктів вимагає якісної їжі з мінімальними технологіями обробки та такого ж сенсорного сприйняття, як і свіжа їжа. Технології нетермічної обробки харчових продуктів повністю задовольняють ці вимоги разом із збереженням якості харчових продуктів, а також деяких основних поживних речовин. Можна виділити п'ять методів обробки харчових продуктів на основі електричного та магнітного полів. Вони складаються з діелектричного нагріву, омичного нагріву, інфрачервоного нагріву, коливального магнітного поля, імпульсного електричного поля, індукційного нагріву. Відповідне різне обладнання використовується для кожної з технологій, що має свій принцип роботи, а також несе вплив на мікроорганізми.

Серед головних плюсів електромагнітної обробки харчових продуктів є: екологічність, економічність та безпечність для споживачів. Поруч з цим є декілька недоліків, які полягають у тому, що для різної продукції вплив електромагнітної обробки буде неоднаковим, що чітко помітно з прикладів розігрівання їжі у мікрохвильових печах.

Література

1. МОЗ України Щодо електромагнітної обробки харчових продуктів для побутового використання. *Пост на офіційній сторінці МОЗ в Facebook*. 2022. URL: https://www.facebook.com/moz.ukr/posts/2033628823466879?ref=embed_post
2. Electromagnetic Energy in Food Processing. KERone. 2020. URL: <https://kerone.com/blog/electromagnetic-energy-in-food-processing/>
4. Kardile Nilesh B. Electric and magnetic field based processing technologies for food. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Advances in Food Engineering*. 2022. p. 239-262. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323911580000120>
2. Mudgett Richard E. Electromagnetic Energy and Food Processing. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*. Vol. 23, 1988. p. 225-230. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/08327823.1988.11688061?needAccess=true>
3. Tang Yingjie Application of radio frequency energy in processing of fruit and vegetable products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 23. Issue 5. 2024. URL: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.13425>

УДК 637.146

А.О. Гриненко, студент, Л.А. Сторож, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ХАРАКТЕРИСТИКА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ГАРБУЗОВИМ Й МОРКВЯНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

A.O. Grynenko, student, L.A. Storozh, Ph.D.

CHARACTERISTICS OF CHEESE PASTE WITH PUMPKIN AND CARROT FILLING

На даний час споживачі стали краще усвідомлювати зв'язок між своїми харчовими звичками та станом харчування. Тому вони шукають харчові продукти у торговельній мережі, які містять натуральні інгредієнти, а не синтетичні хімічні сполуки [1]. За цим сценарієм деякі компанії виробляють харчові продукти з частковою або повною заміною цих синтетичних добавок натуральними рослинними екстрактами не лише через їхні антиоксидантні та антимікробні властивості, але й через сенсорні аспекти, які вони надають продуктам [2]. Фрукти та овочі повсюдно пропагуються як здорові продукти і за рекомендаціями багатьох нутриціологічних асоціацій, вони повинні складати половину раціону. Водночас в умовах сучасного ритму життя споживачі не завжди мають можливість вживати достатню кількість фруктів й овочів. Тому технологи харчової галузі всілякими способами намагаються збагатити традиційні молочні й м'ясні продукти рослинними інгредієнтами для покращення їхньої споживчої й біологічної цінності [3]. Крім того велике значення мають технологічні способи введення цих функціональних інгредієнтів у харчові продукти. Необхідно звернути увагу, що додавання біоактивних речовин у харчову матрицю не повинно порушувати структуру продукту, його фізико-хімічні властивості та звичайно мати позитивний вплив на органолептичні показники кінцевого продукту.

Метою даного дослідження було розробити кисломолочну сиркову пасту з гарбузовим й морквяним порошком.

Встановлено, що додавання порошкоподібних овочевих наповнювачів у кількості 3,0 – 9,0 % сприяє збільшенню кількості поліфенолів від $12,1 \pm 0,3$ до $26,7 \pm 0,5$ мг/100 г. Встановлено, що у всіх зразках кисломолочної сиркової пасти збагаченої гарбузовим й морквяним порошком від 3 до 9 % величина титрованої кислотності й вологості не виходила за межі показників вимог національного стандарту і становила 180 – 170 °Т та 67,0 – 66,0 %, відповідно. За такої кількості порошкоподібних збагачувачів вміст молочнокислих бактерій у сирковій пасті становив не менше 10^6 КУО/г. За органолептичного оцінювання найкращий зразок кисломолочної сиркової пасти був з вмістом 5,0 – 7,0 % гарбузового й морквяного порошку.

Література:

1. Kukhtyn, M., Salata, V., Horiuk, Y., Kovalenko, V., Ulko, L., Prosyanyi, S., ... & Kornienko, L. (2021). The influence of the denitrifying strain of *Staphylococcus carnosus* No. 5304 on the content of nitrates in the technology of yogurt production. *Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 66-73.
2. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of "Tibetan kefir grains" cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
3. Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 3-8.

УДК 664

Б. І. Петришин, студент, О. І. Вічко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

B. I. Petryshyn, student, O. I. Vichko, Ph.D., Associate Professor

THE INFLUENCE OF PRESERVATIVE NISIN ON THE MICROFLORA OF SOUR MILK CHEESE DURING STORAGE

У сучасних суспільствах зростаючий споживчий попит на натуральні продукти без добавок спонукав харчову промисловість до дослідження нових та альтернативних технологій консервування харчових продуктів з метою покращення якості та безпечності продуктів. Використання мікроорганізмів або їхніх природних метаболітів для пригнічення росту патогенних бактерій і бактерій, що псують харчові продукти нині вважається багатообіцяючим інструментом, а також сприймається споживачем, як консервація харчів для зменшення ризику від мікроорганізмів [1]. Консервуюча здатність молочнокислих бактерій в харчових продуктах пояснюється в основному виробництвом антимікробних речовин, включаючи органічну кислоту, перекис водню та бактеріоцини [2]. Одним із таких природних бактеріоцинів, які уже тривало використовуються у харчовій промисловості є нізин. Враховуючи його безпечність та молочне походження, оскільки його продукують деякі штамами *Lactococcus lactis subsp. lactis* [3], застосування нізину у технології консервування кисломолочного сиру є досить актуальним.

Метою даної роботи було визначити вплив природного консерванту нізину на технологічні показники й термін зберігання кисломолочного сиру.

Встановлено, що природний консервант нізин широко використовується в харчовій промисловості, як безпечний, проте на його ефективність впливають деякі фактори, такі як рН середовища (добре активний в кислому та слабо активний за нейтрального), вміст жиру. Виявлено, що нізин добре проявляв консервуючий ефект на технічно-шкідливу й грампозитивну патогенну мікрофлору за концентрації 0,005 – 0,01 %. Проте, він погано діяв на коліформні бактерії, які є санітарно-показові гігієни технологічного процесу. У дослідних зразках сиру з нізином під час його зберігання зростання мікробіоти відбувалося, в середньому в 5,5 раза повільніше, ніж у контрольному сирі без нізину. Додавання консерванту нізину у технологію кисломолочного сиру дозволяє покращити мікробіологічні показники, знизити динаміку утворення молочної кислоти та збільшити термін реалізації цього продукту.

Література:

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
2. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(2), 1128-1133.
3. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. *Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ*, 157 с.

УДК 664.6:628.3

Б.В.Буцій, ст.гр. МО-31

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ПИВЗАВОДУ

B.V.BUTSY, st.gr. MO-31

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF SECONDARY PROCESSING TECHNOLOGY OF BREWERY WASTE

Найперші свідчення про варіння пива походять з культури Межиріччя, 3500-2900 до н. е. З кожним роком ця галузь харчової промисловості стає все більш популярною, виготовляються унікальні рецепти та відкриваються нові підприємства по виготовленню пива або збільшують свої масштаби уже існуючі. Проте незважаючи на свою популярність, ця промисловість є джерелом значних обсягів органічних відходів. Щорічно мільйони тонн відпрацьованого зерна, дріжджів та інших компонентів потрапляють на звалища, забруднюючи довкілля та сприяючи виділенню парникових газів. Тому розробка ефективних технологій переробки цих відходів є актуальним завданням для сучасного суспільства

Одним із перспективних методів утилізації відходів пивоварної промисловості є виробництво біогазу – це ефективний спосіб утилізації органічних відходів. Процес полягає в анаеробній ферментації, під час якої спеціальні бактерії перетворюють органіку на біогаз – суміш метану та вуглекислого газу. Отриманий біогаз можна використовувати як паливо, а залишковий продукт ферментації – дигестат, як добриво. Для отримання біогазу відходи подрібнюють, змішують з водою та поміщають у біореактор, де за певних умов відбувається ферментація. Очищений біогаз можна використовувати безпосередньо або перетворити на біометан, який за своїми властивостями близький до природного газу. Цей метод екологічний, економічно доцільний та високоефективний, адже завдяки ньому зменшується обсягів відходів, підприємство отримує додатковий дохід від продажу біогазу або електроенергії, а також виробництво біогазу може бути поєднано з іншими технологіями переробки відходів, наприклад, з виробництвом біопалива або біопластиків.

Дослідження щодо впровадження технологій вторинної переробки відходів пивзаводу показало перспективність використання біогазових технологій. Однак цей напрямок можна вдосконалити: оптимізувати склад субстрату, розробити нові штами мікроорганізмів та створити більш ефективних біореакторів. Також можна впевнено сказати, що метод біогазових технологій можна поєднувати з іншими методами переробки відходів, наприклад, з виробництвом біопалива або біопластиків.

Література

1. Держспоживстандарт України. Солод ячмінний пивоварний; ДСТУ 4282:2018; Київ, 2004. с. 28
2. Сухенко Ю.Г. Завод для виробництва дизельного біопалива / [Текст] /Ю.Г. Сухенко, В.Ю. Сухенко, Ю.І. Бойко/ Науковотехнічні розробки та інноваційні технології НУХТ. –К.: НУХТ, 2008. - С.55-56.
3. Driessen W, and Vereijken T, 2003. Recent developments in biological treatment of brewery effluent . The Institute and Guild of Brewing Convention, Zambia (2003)
4. V. Dubrovin, M. Melnychuk. Agricultural & environmental engineering for Bioenergy Production / Proceedings of the 33TH CIOSTA & 5TH cigr Conference. – Reggio Calabria. – 2009. – Vol. 2. – P. 1121-1123.

УДК : 502/504:57.504.632.631.5

В. В. Мартинюк к.б.н.; Є. Б. Береженко к.т.н.; Н. І. Хомик к.т.н., доцент.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В СЕРЕДОВИЩІ ПРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

V. V. Martyniuk, Ph.D.; E. B. Berezenko, Ph.D. Khomyk Ph.D., Assoc. Prof.
DETECTION OF MICROPLASTICS IN THE ENVIRONMENT DURING
AGRICULTURAL ACTIVITIES

Обприскувачі відіграють важливу роль у сучасному сільському господарстві, оскільки забезпечують ефективне застосування різноманітних хімічних засобів захисту рослин. Їх використання сприяє збереженню врожайності та захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників та хвороб.

Будова обприскувачів, що використовуються для захисту рослин у більшості випадків передбачає використання деталей, які виготовлені з пластику. Пластикові компоненти обприскувачів, такі як шланги, штанги, форсунки та резервуари, з часом можуть руйнуватися, особливо під впливом агресивних хімічних речовин, дії ультрафіолетового випромінювання та механічного зносу, що призводить до вивільнення мікропластикових частинок у воду, а відповідно і у ґрунт, що може стати джерелом мікропластикових забруднень.

На сьогоднішній день дані про кількість мікропластику, яка потрапляє в довкілля саме через сільськогосподарську діяльність зокрема при використанні обприскувачів, є обмеженими. Разом з тим, дослідження його накопичення у водоймах та організмах, які їх заселяють зосереджені в основному на морських видах та засновані на використанні дорогого обладнання.

Попередні дослідження показують, що у природніх водоймах, близько яких відбувається активна антропогенна діяльність, рівень мікропластику становить близько 103 одиниць на л⁻¹, а у організмів, які там проживають зокрема двостулкових молюсків *Unio tumidus*, кількість частинок на організм становив 76.

Мікропластик, що потрапляє у ґрунт, може мати серйозні наслідки для екосистем, знижуючи якість ґрунтів, впливаючи на ґрунтові організми. Оскільки мікропластик має тенденцію накопичуватися, проблема забруднення ґрунтів стає дедалі більш актуальною. Для кращого розуміння масштабу цієї проблеми у контексті сільськогосподарських технологій будуть проведенні подальші дослідження спрямовані на виявлення мікропластику у ґрунті із типової місцевості у Західній Україні, у лабораторних умовах після виконання робіт з використанням обприскувачів.

Література

1. Eldridge, B. F. (2008). Pesticide application and safety training for applicators of public health pesticides. *California Department of Public Health, Vector-Borne Disease Section, 1616*.
2. Far, H., & Nejadi, S. (2021). Experimental investigation on interface shear strength of composite PVC encased macro-synthetic fibre reinforced concrete wall. *Structures, 34*, 729–737. doi:10.1016/j.istruc.2021.08.008.
3. Martyniuk, V. V. (2022). Accumulation of microplastics in the bivalve mollusc *Unio tumidus* under experimental and field exposures. *Studia Biologica, 16*(4): 33–44. <https://doi.org/10.30970/sbi.1604.694>
4. Martyniuk, V., Gyltė, B., Matskiv, T., Khoma, V., Tulaidan, H., Gnatyshyna, L., Orlova-Hudim, K., Manusadžianas, L., & Stoliar, O. (2022). Stress responses of bivalve mollusc *Unio tumidus* from two areas to ibuprofen, microplastic and their mixture. *Ecotoxicology, 31*(9), 1369–1381. <https://doi.org/10.1007/s10646-022-02594-8>
5. Хомик, Н. І., Цьонь, Г. Б., Довбуш, Т. А., & Олексюк, В. П. (2021). Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій).
6. Хомик, Н. І., Цьонь, Г. Б., & Довбуш, Т. А. (2022). Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія».

УДК 664. 6

В. Є. Олійник; Н. М. Зварич, к.т.н., доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна)

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА

V. Oliiynyk; N. Zvaruch, Ph.D., Associate Prof.
PROSPECTIVE WAYS FOR DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR DOUGH MIXING

Обладнання для замішування тіста є ключовим елементом хлібопекарського виробництва, що забезпечує якість і необхідну консистенцію тіста завдяки використанню тістомісильних машин різних типів. Сучасні тенденції розвитку цієї техніки спрямовані на автоматизацію, енергозбереження, інтеграцію інноваційних технологій, таких як штучний інтелект та IoT, а також на створення універсальних і екологічно безпечних систем, які відповідають потребам промислового виробництва.

Зазвичай для замішування тіста на хлібопекарських підприємствах використовується спеціалізоване обладнання, зокрема тістомісильні машини (тістоміси). Перевагою спіральних тістомісів є забезпечення рівномірного замішування тіста за рахунок обертання спірального механізму. Планетарні тістоміси використовуються для замішування рідкого тіста або кремів завдяки обертанню мішалки по двох осях. Роторні тістоміси підходять для швидкого приготування великої кількості тіста, зокрема для промислового виробництва. Все ширше використання мають автоматизовані лінії для замішування тіста, які поєднують декілька етапів – дозування інгредієнтів, замішування, ферментація (при потребі).

Перспективним у виробництві борошняних виробів є впровадження інноваційних розробок, таких як використання машин з функцією вакуумного замішування (для покращення структури тіста), тістомісів з інтегрованими системами охолодження для підтримки температури під час замішування, створення повністю автоматизованих систем для виробництва тіста, які мінімізують вплив людського фактору, застосування роботів-маніпуляторів для контролю процесу замішування.

Також актуальними аспектами є вдосконалення обладнання для зниження енергоспоживання з використанням електродвигунів нового покоління з високою ефективністю, подальші розробки машин для виробництва продуктів цільового призначення, наприклад, машин для замішування тіста з додатковими функціями внесення добавок або проведення ферментації. Для підприємств, які випускають широкий асортимент продукції важливим є виробництво універсального обладнання, такого що підходить для різних видів тіста (дріжджове, бездріжджове, пісочне).

Необхідність постійно підвищувати ефективність виробництва вимагає інтеграцію сучасних технологій, таких як впровадження системи IoT для моніторингу стану обладнання та процесу замішування в реальному часі, використання штучного інтелекту для оптимізації рецептур та контролю консистенції тіста

Попри все більше підвищення технічного рівня обладнання для замішування тіста, слід не забувати про необхідність використання матеріалів, що покращують гігієнічність обладнання (нержавіюча сталь, антипригарні покриття).

Література:

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.: ПрофКнига, 2024. 516 с.
2. Хорольський В.П. та ін. Інтелектуальні системи управління виробництвом хлібобулочних виробів. Кривий Ріг. ФОП Чернявський Д.О. 2019. 204 с.

УДК 664

В. С. Вербіцька, студент, А. М. Сідоров, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ МЕТАБОЛІТОМ – ТРЕГАЛОЗОЮ

V. S. Verbitska, student, A. M. Sidorov, graduate student

TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF FOOD PRODUCTS ENRICHED WITH THE MICROBIAL METABOLITE – TREHALOOSE

Заміна цукру в продуктах харчування дала новий погляд на здорову їжу, такі заяви, як «без цукру», «без додавання цукру» та «знижена калорійність» використовуються виробниками продуктів харчування для підвищення попиту. Використання інгредієнтів для поліпшення якості харчового продукту є одним з основних рушійних сил для розробки нових продуктів [1, 2], а заміна цукру все ще розглядається як сфера для розвитку. Трегалоза може бути використана як наповнювач для заміни сахарози у розрахунку один до одного. Додатковою перевагою є те, що трегалоза має чудову хімічну стабільність і має ряд корисних фізіологічних властивостей для організму споживачів. Метаболізм трегалози, яка надходить з харчовими продуктами всередину, нагадує метаболізм мальтози, які обидва всмоктуються у вигляді глюкози та забезпечують приблизно 4 ккал/г. Проте профіль метаболізму, дещо відрізняється від профілю інших сахаридів, і це може забезпечити певний сприятливий ефект, якого не мають інші сахариди. Зокрема дослідники вказують, що споживання трегалози призводить до нижчої глікемічної та інсулінемічної реакції, ніж інші моно- та дисахариди [3]. Тому дослідження з введення трегалози у хлібобулочні вироби носять інноваційний характер і можуть покращувати їх властивості. Метою даної роботи було удосконалити рецептуру витушки «Запорізька» шляхом збагачення її мікробним метаболітом – трегалозою.

Удосконалено рецептуру витушки Запорізької шляхом заміни цукру на мікробний метаболіт – трегалозу, досліджено вплив різних концентрацій трегалози на технологічні показники тіста. Встановлено, що заміна цукру у рецептурному складі витушки «Запорізька» на трегалозу забезпечує інтенсивніші бродильні процеси, зокрема кислотність на завершення процесу бродіння у зразках витушки з трегалозою була на 0,3 – 0,5 град більша, ніж у виробі з цукром. Також у дослідних зразках витушки з трегалозою газоутворювальна здатність була вища на 82,1 - 134,5 см³/100 г, ніж у контролі. Запропоновано технологію витушки «Запорізька» з трегалозою, яку можна впроваджувати у виробництво, оскільки за смаковими властивостями вона не поступається витушці з цукром. До того ж витушка з трегалозою менше піддається черствінню під час зберігання.

Література:

1. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.
2. Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/11, 69-75.
3. Higashiyama, T., & Richards, A. B. (2012). Trehalose. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, 417-431.

УДК 637.146

В.О. Гульовський, Л.А. Сторож, канд. техн. наук,
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ЛАВАНДИ В ТЕХНОЛОГІЇ АЦИДОФІЛЬНИХ НАПОЇВ

V.O. Hulovskyi, L.A. Storozh, Ph.D.

THE USE OF LAVENDER IN THE TECHNOLOGY OF ACIDOPHILIC BEVERAGES

Кисломолочні напої, з поміж інших молочних продуктів, у споживачів користуються особливим попитом. Такі продукти характеризуються високою харчовою цінністю і, разом з тим, мають помірну калорійність, в зв'язку із чим вони рекомендуються як один із компонентів дієтичного харчування. Визначальним фактором, від якого залежать властивості кисломолочного напою (кислотність, консистенція, смак, запах та ін.), є склад використаної закваски [1]. Під дією ферментів, що виділяються мікроорганізмами закваски, відбувається процес розщеплення молочного цукру з утворенням простих сполук: молочної кислоти, спирту, вуглекислого газу та ін. Внаслідок проходження біохімічних процесів, що відбуваються при сквашуванні молока, кисломолочні напої набувають дієтичних та лікувальних якостей. Молочна кислота, утворена в процесі молочнокислого бродіння, здатна пригнічувати гнилісну мікрофлору. Вживання дієтичних кисломолочних напоїв сприяє створенню здорової кислої реакції в кишечнику, пригніченню різної сторонньої мікрофлори. Саме тому кисломолочні продукти широко застосовуються для профілактики та лікування різних захворювань, особливо шлунково-кишкового тракту [2]. Доповнити зазначений позитивний ефект від споживання кисломолочних напоїв можна внесенням до їх складу компонентів рослинної сировини. Метою нашої роботи було розроблення ацидофільного напою з додаванням сиропу лаванди. Лаванда містить широкий спектр біологічно активних сполук, серед яких ефірні олії, флавоноїди, таніни, кумарини, органічні кислоти, вітаміни та мінерали. Основними компонентами ефірної олії є ліналоол, ліналілацетат, камфора, 1,8-цинеол і терпінеол. Ці сполуки обумовлюють характерний аромат лаванди та її терапевтичні властивості. Лаванда має антиоксидантні, протизапальні, антисептичні, спазмолітичні та седативні властивості. Завдяки високій концентрації ефірних олій та інших біологічно активних речовин, вона сприяє зниженню рівня стресу, нормалізації сну та покращенню загального самопочуття. Лаванда також відома своїм позитивним впливом на імунну систему та здатністю стимулювати відновлення клітин. Для встановлення необхідної кількості сиропу лаванди в лабораторних умовах були виготовлені контрольні та дослідні зразки ацидолакту. У дослідні зразки вносили сироп лаванди у кількості від 5,0 до 11,0 %. За результатами досліджень встановлено, що кількість даного компоненту має суттєвий вплив на сенсорні характеристики напою. Найбільш гармонійними органолептичними показниками володів ацидолакт з додаванням 9,0 % сиропу лаванди. Розроблений ацидофільний напій буде користуватися попитом у споживачів завдяки приємним смако-ароматичним характеристикам.

Література

1. Кухтин М., Горюк Ю. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО ПДУ, 2023. – 150 с.
2. Кітченко Л.М. Функціональні кисломолочні продукти покращать здоров'я споживача. Вісник сумського національного аграрного університету. 2014. Вип. 2(1). С. 148-152.

УДК 637.3

В.О. Пастушенчин ; О.І. Кравець, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ТРУБОК НА ОДНОРІДНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ДЕФЛЕГМАТОРІ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

V.O. Pastushenchyn; O.I. Kravets Ph.D.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE SHAPE OF THE COOLING TUBES OF THE DEPHLEGMATOR ON THE UNIFORMITY OF THE TEMPERATURE FIELD

Важливим елементом ректифікаційної установки є дефлегматор, який служить для конденсації пари з метою утворення флегми – конденсату, що повертається у ректифікаційну колону.

Конденсація пари в дефлегматорі часткової конденсації не є однорідною, оскільки в дефлегматорі температура не є однаковою у всіх точка міжтрубного простору – наявні зони із різною температурою, наприклад, безпосередньо біля стінки труби для охолоджуючії води температура буде дещо нижчою ніж на деякій відстані від неї.

Тому концентрація отриманої в дефлегматорі флегми не буде однаковою – біля стінок трубок утворюватиметься флегма із більшим вмістом легколеткого компоненту ніж ні деякій відстані від них. За рахунок цього концентрація флегми (по легколеткому компоненту) на виході із дефлегматора буде нижчою ніж вона могла б бути при більш рівномірній температурі в міжтрубному просторі дефлегматора.

Досягти цього можна за рахунок турбулізації потоку пари. Цього досягти можна шляхом виконання надання трубкам дефлегматора закрученої (спіральної) форми.

Це рішення дозволить турбулізувати не лише потік пари у міжтрубному просторі але і потік води всередині трубок, що забезпечить збільшення коефіцієнта теплопередачі.

Провели розрахунок температур пари при застосуванні спіральних трубок дефлегматора. Отримані результати представлені у вигляді графіка (рис. 1).

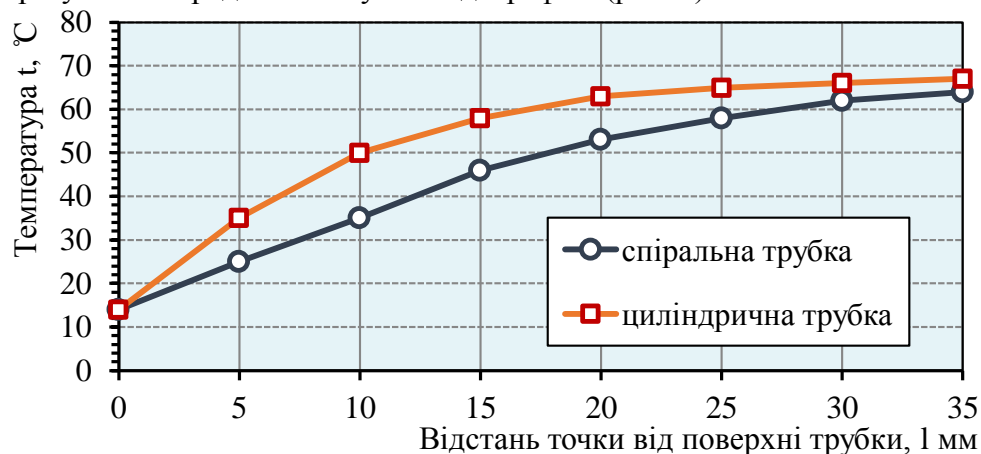


Рис. 1. Залежність температури у міжтрубному просторі дефлегматора від відстані до поверхні охолоджуючої трубки

Встановили, що при використанні спіральної трубки температура у міжтрубному просторі розподіляється більш рівномірно у порівнянні із дефлегматором із циліндричними трубками.

УДК 637.127

В.Я. Забудний, Т.Р. Шишка

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

БІОАКТИВНІ ПРОДУКТИ ПРОТЕОЛІЗУ З БІЛКІВ МОЛОКА

V. Zabudnyy, T. Shyshka

BIOACTIVE PRODUCTS OF PROTEOLYSIS OF MILK PROTEINS

Донедавна вважалося, що основною функцією протеїнів молока є забезпечення організму ссавці (людини і тварини) необхідною кількістю амінокислот для пластичного обміну. Насамперед це стосується незамінних або есенціальних амінокислот. Білки молока серед харчових білків займають особливе місце, оскільки вони є першими аліментарними білками, які забезпечують харчові потреби новонародженого організму ссавця, а також забезпечують регуляторний вплив на різні фізіологічні функції в організмі, як у постнатальному періоді, та і у дорослому віці [1]. Біоактивні пептиди можуть утворюватися при протеолізі білків молока (казеїни і білки сироватки) ензимами мікроорганізмів молока, молоко-згортальними препаратами, а також у травному тракті [2,3]. На теперішній час доведено, що біоактивні пептиди можуть проникати в кров'яне русло і з потоком крові досягати клітин-мішеней. Виділені за останні десятиліття пептиди з білків молока характеризуються багатьма видами біологічної дії. У таблиці 1 представлені основні види біологічної дії пептидів з білків молока.

Таблиця 1. Біоактивні пептиди з білків молока

Групи пептидів за біологічною дією	Білки-попередники біоактивних пептидів	Біологічна дія
Казокініни, лактокініни	α -, β -казеїни, β -Lg, α -La,Lf	Антигіпертензивна дія
Опіодні пептиди	α -, β , k-казеїни, β -Lg	Опіодні агоністи і антагоністи
Казоплателіни	k-казеїн	Антитромботична дія
Імуномодулятори	α -, β -казеїни, α -La	Стимулювання імунної системи
Фосфопептиди	α -, β -, k-казеїни	Вплив на мінеральний обмін
Антимікробні пептиди	α -, β -, k-казеїни, Lf, β -Lg, α -La	Бактерицидна і антивірусна дія
Антиканцерогени	α -казеїни, Lf	Подавляючи ріст ракових клітин

На сьогодні створена база даних, яка налічує понад 400 біоактивних пептидів з молочних білків. Активно досліджуються умови утворення таких пептидів, з'ясовуються механізми їх проникнення у внутрішнє середовище організму, досягнення клітин-мішеней, прояв біологічної дії, а також можливості їх використання у функціональних продуктах і продуктах спеціального призначення. Це може дозволити створити у майбутньому новий клас функціональних продуктів.

Література:

1. Fox P. F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P. L. H., O'Mahony J. A. Dairy Chemistry and Biochemistry (Second Edition). New York : Springer, 2015. 585 p.
2. Юкало В. Г., Сторож Л. А., Штокало М. О. Визначення умов отримання природних біоактивних казеїнових фосфопептидів. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2014. Т. 16, № 3 (60), Ч. 4. С. 192–200.
3. Юкало В. Г., Дацишин К. Є., Семенишин Г. М. Характеристика молекулярних мас продуктів протеолізу концентрату сироваткових білків отриманих за дії панкреатину. Наукові праці НУХТ. 2019. Т. 25, № 5. С. 233–239.

УДК 664

Д. А. Арутунян, аспірант, М. Д. Кухтин, професор

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОГО СИРУ З ЛЯНИМ НАСІННЯМ

D. A. Arutiunian postgraduate student, M. D. Kukhtyn professor

aspirant

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HARD CHEESE WITH FLAX SEED

Сьогодні промисловість намагається виробляти харчові продукти, які призначені не лише для втамування голоду та забезпечення необхідних поживних речовин, але й для профілактики захворювань, що пов'язані з харчуванням [1]. Високопоживні молочні продукти, такі як тверді сири вважаються добрим джерелом білку, жирів, мінеральних речовин, вітамінів і споживаються у значних кількостях. Водночас, до недоліків сирів відносять наявність у їхньому складі великої кількості насичених жирних кислот з якими пов'язують розвиток серцево-судинних захворювань. Тому модифікація складу жирних кислот у твердому сирі шляхом збільшення вмісту ненасичених жирних кислот і зменшення кількості насичених жирних кислот є надзвичайно важливою для здоров'я споживачів [2, 3]. Метою даного дослідження було визначити динаміку мікробіологічних показників у технології дозрівання твердого сичужного сиру з різним вмістом насіння льону, як джерела омега-3 жирних кислот.

Досліджено технологію твердого сичужного сиру з вмістом насіння льону 3–5 %. Виявлено в 1,3 раза більший вміст молочнокислої мікрофлори у зразках твердого сиру з 5 % насіння льону протягом перших 10 діб дозрівання, порівнюючи з контрольним зразком сиру. На 60 добу дозрівання сиру з вмістом 5 % насіння льону кількість молочнокислих бактерій становила $9,4 \pm 0,3 \times 10^9$ КУО/г, а у контрольному сирі – $7,8 \pm 0,3 \times 10^9$ КУО/г. Під час технології виробництва та дозрівання сиру з різним вмістом лляного насіння не виявлено перевищення нормативних значень за кількістю бактерій родини Enterobacteriaceae та Staphylococcus aureus. Запропоновано спосіб (миття насіння у розчині натрію двовуглекислого та сушіння за температури 95 ± 1 протягом 20 хв) обробки насіння льону перед внесенням у сирну масу, який зменшував кількість мезофільних мікроорганізмів приблизно в 200 разів до $3,9 \pm 0,1 \times 10^1$ КУО/г, грибів у в 160 разів до $0,3 \pm 0,1 \times 10^1$ КУО/г та аеробні мезофільні бацили в 78 разів до $1,1 \pm 0,1 \times 10^1$ КУО/г.

Отже, розроблений твердий сичужний сир з насінням льону можна споживати, як додаткове джерело омега-3 жирних кислот та харчових волокон.

Література:

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
2. Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 3-8.
3. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ, 157 с.

УДК 637.3

Д.Ю. Лобур; О.І. Кравець, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

D.Y. Lobur; O.I. Kravets Ph.D.

WAYS TO REDUCE THE ENERGY CONSUMPTION OF PROCESSES OF DRYING DISPERSED MATERIALS

Складність зниження енергоємності сушіння та його інтенсифікації обумовлюється тим, що незважаючи на значне поширення даний процес є найменш дослідженим, у зв'язку із труднощами з якими зіштовхуються вчені при створенні математичної моделі одночасного перенесення теплових потоків, сухих речовин та вологи.

Тому на даний час перед харчовою галуззю гостро стоїть завдання пошуку нових технологічних прийомів, що дозволять знизити питому енергоємність процесів сушіння

Під час сушіння відбуваються наступні фізичні явища: передача теплоти від теплоносія до матеріалу; рух вологи з центральних шарів матеріалу до поверхневих; випаровування вологи з поверхні матеріалу та дифузія її в навколишнє середовище [1].

У харчовій галузі використовують конвективні, контактні, терморадіаційні, діелектричні, акустичні та сублимаційні методи сушіння. Найбільш поширеним залишається конвективне сушіння. Проте із розвитком технологій створюються передумови для переходу від традиційного конвективного сушіння до більш ефективних комбінованих способів, які дозволяють підвищити продуктивність сушильних установок та знизити затрати енергії. Зокрема перспективним є поєднання конвективного сушіння із впливом на продукт різного роду електромагнітного випромінювання. Так в роботі [2] наводяться результати експериментів, які свідчать, що використання інфрачервоного випромінювання при конвективному сушінні зерна ячменю підвищує швидкість сушіння та значно знижує споживання енергії. А в роботі [3] досліджено можливість інтенсифікації конвекції при сушінні за рахунок так званого «Іонного вітру» - фізичного явища, при якому повітря приводиться в рух за допомогою електромагнітного поля. Достатньо дослідженим на даний час є спосіб інтенсифікації процесу сушіння шляхом застосування НВЧ полів [4-6].

Проте має місце певна обмеженість застосування електромагнітних полів в процесах сушіння, що пов'язана із труднощами організації безпечності даних процесів для обслуговуючого персоналу [3] та їх негативним впливом на сам оброблюваний продукт.

Крім наведених вище шляхів інтенсифікації процесу сушіння слід також відзначити наступні: сушіння перегрітою парою; підвищення турбулентності вільного потоку; застосування двофазного сушильного агента, коливання і вібрації, ультразвуку, електрокінетичних явищ, синергетичних ефектів та багатоступінчастого процесу сушіння [7].

Також інтенсифікація сушіння може передбачати збільшення площі поверхні контакту для теплопередачі й масообміну. Цього можна досягти, наприклад, при проходженні сушильного агента крізь шар висушуваного матеріалу. Зокрема цей ефект реалізується при фільтраційному сушінні [8].

Однак існуючі шляхи інтенсифікації сушіння за рахунок збільшення площі поверхні контакту обмежені розмірами дисперсних частинок матеріалу – площа поверхні контакту не може перевищувати сумарну площу усіх частинок матеріалу.

Тому перспективним напрямком є збільшення площі поверхні контакту фаз (матеріалу та сушильного агенту) для теплопередачі та масообміну [1-4].

Вказане збільшення площі поверхні контакту фаз забезпечується при компресійно-фільтраційному сушінні [10]. Цей метод ґрунтується на тому, що деякі харчові маси мають пористу структуру та володіють пружно-пластичними властивостями. При дії навантаження на шар такої маси її частинки деформуються і, частка об'єму пор (пористість) зменшується. При припиненні дії навантаження частинки частково відновлюють свою попередню форму – їх пористість зростає. В результаті цього пори, релаксуючи, заповнюються оточуючим середовищем. Цей ефект використовується при сушінні шляхом створення умов, при яких матеріал піддається тимчасовому навантаженню, після зняття якого його пори заповнюються сушильним агентом.

Висновки. На даний час актуальними є шляхи зниження енергоємності процесів сушіння, які спрямовані на створення комбінованих способів на основі результатів досліджень закономірностей процесу та із врахуванням властивостей об'єкту сушіння. Зокрема перспективним напрямком є збільшення площі поверхні контакту фаз (матеріалу та сушильного агенту) для теплопередачі та масообміну.

Література

1. Марценюк О.С. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О.С. Марценюк, Л.М. Мельник – К. : НУХТ. – 2011. – 407 с.
2. T. M. Afzal, T. Abe, Y. Hikida. Energy and quality aspects during combined FIR-convection drying of barley. *Journal of Food Engineering*. 1999 Dec; 42(4):177-182.
3. A. Sumorek, W. Pietrzyk. Influence of corona wind on the convective drying course. *International Agrophysics*. 2001 Jan; 15:125-129.
4. D.Wray, H.S. Ramaswamy Novel Concepts in Microwave Drying of Foods. *Drying Technology*. 2015 Apr; 7(33):769-783.
5. M. Zhanga, J. Tangb, A. S. Mujumdar, S. Wangb. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. 2006 Oct; 10(17):524-534.
6. Малезик І.Ф. Дослідження процесу НВЧ-сушіння морквяних вичавок при одержанні каротиновмісного збагачувача / І.Ф. Малезик, О.С. Бессараб, Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – №45. – С.51-55.
7. Сучасні тенденції розвитку наукових досліджень в сушильних технологіях / В. В. Шутюк, С. М. Василенко, О. С. Бессараб, В. П. Василів // Науковий вісник НУБіП України. – К., 2013. – №185, Ч. 1. – С. 278-287.
8. Матківська І. Я. Кінетика сушіння зерна пшениці фільтраційним методом / І. Я. Матківська, В. М. Атаманюк, І. Р. Барна // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ". – Харків : НТУ "ХПІ". – 2014. – № 17 (1060). – С. 130-138.
9. Шинкарик М.М. Дослідження компресійно-фільтраційних характеристик білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2012. – №1(15). – С.476-484.
10. Кравець О.І., Шинкарик М.М. Компресійно-фільтраційне сушіння пружно-пластичних харчових мас. Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток технічних наук: проблеми та рішення», м. Брно (Чеська Республіка), 2018. С. 56-59.

УДК 664

I.P. Мислицька, студент, М.І. Полевий, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТВЕРДОГО СИРУ З БІФІДОБАКТЕРІЯМИ

I.R. Myslitska, student, M.I. Polevyi, aspirant

MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF PROBIOTIC PROPERTIES OF HARD CHEESE WITH BIFIDOBACTERIA

Зростаючий попит на функціональні харчові продукти стимулює ринок молочних продуктів в Україні та у світі, щодо виробництва пробіотичних молочних продуктів. У цьому контексті пробіотичний сир відіграє важливу роль у промисловості щодо функціонального харчування, тому стає очевидним значний внесок сирної промисловості у переробку сировини для виробництва здорових молочних продуктів. Молочнокислі бактерії родів *Lactobacillus* й *Bifidobacterium* найчастіше використовують у молочних продуктах, як біологічні агенти, що проявляють функціональні пробіотичні властивості [1].

Зазвичай у технології твердих сирів використовують заквасочну мікробіоту, яка представлена молочнокислими мікробами із роду *Lactococcus* й *Lactobacillus* [2]. За даними багатьох повідомлень [3], мікробіота кишкового тракту у більшій мірі представлена видами з роду *Bifidobacterium*, тому дослідники пропонують вводити види цих бактерій у молочні продукти для надання їм більшої функціональності й покращення кишкового травлення у споживачів.

Метою даного дослідження було провести мікробіологічну, фізико-хімічну та органолептичну оцінку твердого сичужного сиру збагаченого біфідобактеріями для надання йому функціональних властивостей.

Розроблено рецептуру твердого сиру з вмістом біфідобактерій у заквасці, встановлено, що у зразках сиру з біфідобактеріями після чотирьох місячного періоду дозрівання кількість молочнокислих мікроорганізмів становила, в середньому $1,5 \times 10^9$ КУО/г сиру, а в контролі $4,0 \times 10^9$ КУО/г. При цьому вміст біфідобактерій був, в середньому на один порядок менший, ніж молочнокислих бактерій $5,1 \times 10^8$ КУО/г. Для підвищення біологічної цінності твердого сиру Ементаль, рекомендується до складу традиційних заквасок додавати біфідобактерії у співвідношенні 1 : 10 або 1 : 15. За такої кількості отримуємо твердий сир з вмістом біфідобактерій в кількості, що робить його пробіотичним молочним продуктом.

Література:

1. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ, 157 с.
2. Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 3-8.
3. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.

УДК 664

М. В. Кухтин – студент гр. МЛ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СИЧУЖНИХ СИРІВ У ПРОЦЕСІ ДОЗРІВАННЯ

М. V. Kukhtyn

QUALITY CONTROL OF RENT CHEESE DURING THE MATURATION PROCESS

У раціональному харчуванні велика роль надається високобілковим продуктам. В особливості це стосується сиру, який отримують коагуляцією казеїну – повноцінного білку молока. Тому сири характеризуються високою концентрацією молочного білка та жиру, наявністю всіх незамінних амінокислот, солей кальцію та фосфору й вітамінів [1].

Під терміном сичужні сири розуміють асортимент сирів з різними смаковими якостями та текстурою, які також поділені на групи враховуючи ступінь зрілості сиру [1]. Значна частина ароматичних компонентів, які надають сиру властивого йому смаку та аромату розвивається в процесі його дозрівання [2].

Дозрівання сиру – це складний процес, що поєднує мікробіологічні та біохімічні зміни, які призводять до формування особливих органолептичних властивостей. Мікробіологічні процеси включають в себе розвиток клітин закваски та додаткової мікрофлори, накопичення молочної та пропіонової кислоти, які в свою чергу, відіграють антагоністичну роль, пригнічуючи розвиток гнильної та газоутворювальної мікрофлори й надають смакових властивостей продукту [3]. Основні біохімічні процеси, що проходять під час дозрівання класифікуються на первинні та вторинні. Первинними є гліколіз, ліполіз та протеоліз. До вторинних відносять реакції, що проходять після первинних, й саме продуктами цих реакцій є леткі ароматичні сполуки, які накопичуються в сирі [4].

У більшості сирів ліполіз обмежений. Проте, гідроліз жиру впливає на органолептичні властивості сиру. Продуктами реакції є гліцерин та жирні кислоти, перший переробляється молочнокислими бактеріями, а низькомолекулярні жирні кислоти накопичуються в сирі та утворюють специфічний смак й аромат [3]. Основним процесом гліколізу є метаболізм лактози в лактат за допомогою мікрофлори закваски. Ступінь метаболізму лактози впливає на початкову текстуру сиру [5]. Протеоліз є найбільш складним та важливим біохімічним процесом при дозріванні сиру. Він сприяє пом'якшенню текстури сиру, за рахунок зменшення активності води через зв'язування води вивільненими карбоновими кислотами, утворення аміногруп шляхом гідролізу [6].

Загалом, усі біохімічні процеси, що відбуваються у процесі дозрівання, обумовлені дією ферментів, джерелом яких в основному є сичужний, мікрофлора, що розвивається в сирі, та у меншій мірі молоко [3].

У сирі можуть виникати вади, тобто відхилення від установлених стандартами вимог за органолептичними властивостями і фізико-хімічними показниками, що часто зумовлено порушенням режимів або вимог проведення процесу дозрівання. Наприклад, гіркий смак виникає через обмінення молока сторонньою мікрофлорою, за рахунок чого казеїн розщеплюється до гірких поліпептидів, та за низьких температур дозрівання сиру (9-10 °C). Для того щоб запобігти цій ваді, слід відбракувати молоко з гірким смаком, дотримуватись режимів пастеризації (для сиру це 72-76 °C протягом 20-25 с) та дотримуватись оптимального температурного режиму дозрівання (13-16 °C протягом 20-25 діб, потім 10-12 °C до кондинційного віку). При несвоєчасному перевертанні, поганій

вентиляції камери дозрівання або надмірному вмісту вологи в сирі після пресування він може набути затхлого смаку та запаху. Суворо слід стежити за відсною вологістю повітря у камері дозрівання, адже високе її значення може призвести до осідання вологи на стелажах та появи підпівшої кірки на сирі. Уникнути цього можна покривши поверхню сиру парафіновополімерними сплавами лише після наведеної та обсушеної кірки, всі стелажі повинні бути парафіновані та сухі. Кірка може бути незамкненою або пошкодженою. В результаті чого, всередині можуть проростати спори плісняви. В цьому випадку, слід продезінфікувати приміщення, де визріває сир та здійснювати регулярний бактеріологічний контроль за повітрям у камерах та розсолі. Шкідники також можуть викликати вади сиру. Акар (сирний кліщ) міститься у поверхневому прошарку сиру, крізь тріщини у кірці проникає всередину головки та видає сирну масу. Найчастіше він з'являється у сирах, які зберігаються тривалий час та не обробляються а також при порушенні санітарно-гігієнічного режиму утримування камер дозрівання та стелажів. При виявленні ураженої головки сиру її негайно ізолюють та піддають термічній обробці (85-90 °C протягом 15-20 с). Камери дозрівання дезінфікують та білять стіни розчином вапна з мідним купоросом. Стелажі миють хлорним вапном та піддають контролю ці приміщення. Через 10-15 діб удруге обробляють. [7].

Етап дозрівання сиру є складною та довгою технологічною операцією, під час якої сир набуває особливих органолептичних властивостей та збільшує свою поживну цінність, за рахунок біохімічних змін та активності мікрофлори. Тому, контроль сиру на етапі дозрівання є надзвичайно важливим, адже визначає кінцеву якість продукції. Вади сиру, які можуть виникнути на будь якому етапі технологічного процесу знижують якість або, найчастіше, псують головки сиру, тому важливо, під час дозрівання стежити за станом головок, стелажів, температурних режимів та значень відносної вологості всередині камери дозрівання. Належний контроль за цими процесами дозволяє отримати сири з передбачуваною якістю, властивостями та високою харчовою цінністю.

Література

1. Матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, 13–14 квітня 2016 р. – К.: НУХТ, 2016 р. – Ч.1. – 110 с.
2. Цехмістренко С.І., Кононський О.І. Біохімія молока та молокопродуктів: навч. посібник. Біла Церква, 2014. 168 с.
3. Матеріали наукової конференції студентів Сумського НАУ (1-8 листопада 2014 р.). – В 3 т./Т.ІІ. – Суми, 2014. – 10 с.
4. McSweeney P.L.H. Biochemistry of cheeser ipening. International Journal of Dairy Technology. 2004. 57. 127-144
5. Milk clotting and proteolytic activity of an enzyme preparation from Bromelia hieronymi fruits/M. A. Bruno et al. LWT – Food Science and Technology. 2010. 43 (4). P. 695–701.
6. Zheng X., Shi X., Wang B. A Review on the General Cheese Processing Technology, Flavor Biochemical Pathways and the Influence of Yeasts in Cheese. Front. Microbiol. 2021. 12:703284
7. Поліщук Г.С., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: Навч. посібник. – К.: НУХТ, 2009. – 146-165 с.

УДК 637.1

М.І. Дуда, студент; К.Є. Дацишин, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ БОРОШНА КІНОА У СИРКОВИХ ВИРОБАХ

M.I. Duda, student; K.Ye. Datsyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

APPLICATION OF QUINOA FLOUR IN CURD ARTICLES

Сир кисломолочний є продуктом щоденного раціону та може бути основою для сиркових виробів. Останні, крім основної сировини, містять різноманітні наповнювачі, а також можуть бути отримані поєднанням із рослинною сировиною. Зазвичай у якості рослинного компоненту використовують сою у вигляді концентратів або ізолятів білків, також інші бобові. Є дослідження, у котрих до кисломолочної основи розробники вносили рисове, пшеничне або ж кукурудзяне борошно і навіть несмажену гречку. Отримані продукти розширюють асортимент та підвищують харчову цінність готових виробів.

Тенденція до здорового харчування, що дозволяє зберегти молодість на довгий час, зараз є домінуючою у світі, тому кіноа, що повністю задовольняє потреби людського організму у поживних речовинах є справжнім суперфудом. За складом дана псевдозернова культура перевищує рис, кукурудзу та просо. Також кіноа має додаткову перевагу завдяки високому вмісту клітковини, яка сприяє очищенню кишечника від токсинів і продуктів розпаду, та білка. Важливою властивістю кіноа є її здатність уповільнювати процеси старіння завдяки фітиновій кислоті в зародках, що зменшує ризик розвитку онкологічних захворювань. Регулярне споживання кіноа покращує травлення, сприяє зниженню рівня цукру та холестерину у крові, зміцненню м'язів та кісток. Вміст великої кількості вітамінів групи В допомагає покращити пам'ять, сон та концентрацію уваги [1]. Вищенаведена інформація свідчить про доцільність використання кіноа для збагачення харчових продуктів різних видів. У молочні продукти кіноа найкраще вносити у вигляді борошна.

Метою нашої роботи було встановити сумісність борошна кіноа із кисломолочною основою для подальшого використання у технології сиркових виробів.

Для отримання дослідних зрізів сиркового виробу використовували знежирене пастеризоване молоко ТМ «Злагода», закваску для сиру кисломолочного Vivo та борошно кіноа ТзОВ «Земледар», вершки ультрапастеризовані з м.ч.ж. 10%, ТОВ «МК «Галичина». В процесі проведення досліджень борошно кіноа вносили у нормалізовану суміш до сквашування та у сирний згусток після його завершення. Встановлено, що внесення борошна кіноа до сквашування скорочує його тривалість, однак робить отриманий згусток крихким та борошністим. У сирний згусток доцільно вносити борошно кіноа разом із вершками. Це дає можливість отримати готовий продукт із хорошими показниками якості та зменшити ледь відчутну гірчинку самої кіноа. В результаті проведених досліджень встановлено сумісність борошна кіноа із кисломолочною основою для подальшого використання у технології сиркових виробів. Отриманий продукт характеризується хорошими показниками якості та незначним присмаком борошна кіноа.

Література

1. Angeli, V., Silva, P.M., Massuela, D.C., Khan, M.W., Hamar, A., Khajehei, F.,...Piatti, C. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the «Golden Grain» and Socio-Economic and Environmental AspectsofIts Cultivationand Marketization. *Foods*, 9, 216.

УДК 664.661

О. В. Демидась, магістр, Г.В. Карпик к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОЦІНЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДХОДІВ ПЕРЦЮ ЯК ІНГРЕДІЄНТА В ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБАХ

O. V. Demydas, master, H.V. Karpyk, Ph.D., Assoc. Prof.

EVALUATION OF THE PROPERTIES OF PEPPER WASTE AS AN INGREDIENT IN BAKERY PRODUCTS

Вироби швидкого приготування та зручного харчування користуються попитом у всьому світі. Зі стрімким темпом життя багато людей не має часу готувати вишукані страви або сісти поїсти. До їжі масового вжитку, час приготування і видачі якої зменшений, відносяться й бургери. Дієтологи попереджають, що такий раціон містить багато легкозасвоюваних вуглеводів, значну кількість жирів та надмірну кількість солі. А вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон, сполук вкрай необхідних для організму людини, мало. Останнім часом ряд виробників керується девізом – «більше смаку, більше здоров'я, більше щастя». Для цього потрібно створити продукт, в якому кожен інгредієнт працює в гармонії. Однією з ключових складових бургера є булочка. Її зазвичай виробляють з пшеничного борошна вищого сорту, тобто високоочишеного з мінімальною кількістю біологічно активних речовин. Вироби виходять з хорошою формостійкістю, білою, м'якою й ніжною м'якушкою. Однак є питання до харчової цінності такого продукту. Для вдосконалення якості, розширення асортименту булочних виробів виробники застосовують інколи й нестандартну для хлібопекарської промисловості сировину: картопляне пюре, активоване вугілля, морквяний порошок, ревеневе пюре тощо.

Ми пропонуємо звернути увагу на відходи консервного виробництва та підвищити харчову цінність булочки за рахунок побічних продуктів, що утворюються при переробленні солодкого перцю. Серед присутніх біоактивних сполук слід відмітити вітаміни С і Е, каротиноїди, капсаїноїди, фенольні речовини. Основну частину твердих відходів переробки болгарського перцю складає насіння. Воно містить значну кількість клітковини, жирів (переважаючими жирними кислотами є лінолева, пальмітинова та олеїнова), сирого протеїну, з високим рівнем незамінних амінокислот і загальних ароматичних амінокислот порівняно з еталонним зразком ФАО/ВООЗ.

Сирі відходи перцю підсушували й подрібнювали до розмірів часточок борошна. Встановили, що порошок має вплив на білково-протеїназний комплекс борошна – послаблює клейковинні білки. Дослідили допустимо можливе дозування добавки - 5 % до маси борошна. Булочка добре зберігала форму, не розпливалась, мала золотисте забарвлення тонкої щільної скоринки. Спостерігалась однорідна пористість. В процесі розрізання м'якушка не зминалась та не кришилась. Тримала форму при складанні готового виробу. Була наповнена ароматом солодкого перцю. Тобто відповідала вимогам які ставляться до булочки для бургера з делікатним поєднанням смаків.

Література

1. Г.В. Карпик, О. І. Вічко, Н. Г. Копчак, О. В. Швед Особливості виробництва булочних виробів з Rheum L. Хімія, технологія речовин та їх застосування. Харчові технології. Видавництво Львівської політехніки, Випуск 2, № 5, 2022. С. 136-141.
2. Mo Li, Xin Wen, Yu Peng, Yuxiao Wang, Kunli Wang, Yuanying Ni. Functional properties of protein isolates from bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*) seeds. LWT, Volume 97, November 2018, P. 802-810.

УДК 664

О. І. Цегельник, студент, І. В. Масняк, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКУ З ЛИСТЯ ШОВКОВИЦІ

O. I. Tsegelnyk, student, I. V. Masnyak, aspirant

CHARACTERISTICS OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF MULBERRY LEAF POWDER

Коров'яче масло вершкове є широко використовуваним молочним продуктом і важливим джерелом харчових ліпідів. Завдяки своєму привабливому смаку та аромату вершкове масло відіграє важливу роль у виробництві харчових продуктів, таких як кондитерські вироби, хлібобулочні вироби, морозиво та соуси [1]. Коров'яче вершкове масло багате компонентами молочного жиру, насиченими та ненасиченими жирними кислотами, триацилгліцерином, холестерином. Цей продукт містить приблизно 60 % насичених жирних кислот, 35 % ненасичених жирних кислот і 7 % інших жирних кислот. Втім, харчові продукти та ліпіди, що містять ненасичені жирні кислоти, такі як вершкове масло, більш вразливі до окислення ліпідів, особливо під час тривалого зберігання [2]. Численні дослідження [2, 3] пов'язують окислення ліпідів із негативними наслідками для здоров'я, такими як рак, хвороби серця та раннє старіння. Існують різні способи контролювати окислення ліпідів, включаючи зменшення впливу кисню, зниження ступеня ненасиченості присутніх жирних кислот і використання антиоксидантів, що поглинають вільні радикали. Серед цих методів використання антиоксидантів є найпоширенішим методом, оскільки воно уповільнює окислення та подовжує термін зберігання харчових продуктів. Метою роботи було обґрунтувати концентрацію порошку з листя шовковиці як антиоксиданта у вершковому маслі.

Рослинна сировина, а саме трави, спеції, фрукти, кора, шкірка, субпродукти тощо, містять високий рівень антиоксидантів перспективних до використання у жировмісних продуктах. Створено рецептури антиоксидантного масла з порошком листя шовковиці. У змодельованому способі пришвидшеного визначення гідролізу жировмісних продуктів встановлено сповільнення зростання кислотного числа (в 15 – 1,7 раза) у маслі вершковому з 0,5 – 0,7 % екстракту листя шовковиці доданого у вигляді порошку, проти масла без антиоксидантних речовин. Упродовж пришвидшеного способу визначення окислення у жировмісному продукті без антиоксидантів число окислення складало близько $7,5 \pm 0,3 \text{ см}^3$ $0,01 \text{ н Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, а у розроблених продуктах (0,3 % вмісту антиоксиданту) максимум $1,2 \pm 0,1 \text{ см}^3$ $0,01 \text{ н Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Пропонується масло з антиоксидантом порошком із листя шовковиці.

Література:

1. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.
2. Кухтин, М. Д. (2008). Динаміка мікробіологічного та біохімічного процесу в молоці сирому при зберіганні за різних температур. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 10(3-3 (38)), 229-237.
3. Кухтин, М. Д. (2011). Теоретичне обґрунтування ветеринарно-санітарних нормативів і розроблення системи контролю виробництва молока коров'ячого незбираного охолодженого (Doctoral dissertation, ступеня докт. вет. наук: спец. 16.00. 06 "Тігісна тварин та ветеринарна санітарія"/МД Кухтин.–Львів, 2011.–40,[1] с).

УДК 602.4:504.06

О. М. Мочульська¹, к.м.н.; О. М. Пилипець², к.т.н.; Д. С. Павлюк², ст. гр. КА-11

¹ Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Україна

² Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

О. М. Mochulska, Ph.D, O. M. Pylypets, Ph.D, D. S. Pavliuk

ECOLOGICAL BIOTECHNOLOGIES AS A MEASURE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

Технічний прогрес в наш час у промисловому виробництві, інтенсифікація технологій зумовлюють дисбаланс в навколишньому середовищі та погіршення загальної екологічної ситуації. Інтенсивно забруднюється навколишнє природне середовище, руйнується біосфера, утворюється велика кількість відходів різноманітного походження. Забруднення довкілля за рахунок надходження ксенобіотиків, збільшення кількості відходів, руйнування та перетворення природних екосистем порушують рівновагу стану довкілля. Вирішення наведеної проблеми можливе при застосуванні природо-охоронних біотехнологій [1, 2, 3].

Переважає більшість промислових підприємств у технологічних процесах виробництва продукції дуже широко використовують різні природні ресурси, що призводить до утворення значної кількості газоподібних, рідких і твердих відходів [2, 3, 4]. Багато виробничих процесів передбачають використання екологічно-небезпечних технологій, які потребують високих температурних режимів, підвищеного тиску повітря, механічного подрібнення речовин, хімічних каталізаторів, підвищених концентрацій реагентів та інших відомих факторів активації процесів, що завдає значної шкоди екології навколишнього середовища [2, 3, 5]. Біотехнологіям, навпаки, притаманна екологічність процесів та відносно м'які умови технологічних режимів – невисокі температури, малий тиск, нейтральні середовища, висока швидкість реакцій при незначних концентраціях компонентів, завдяки чому біотехнології найбільш наближені до природних процесів [5, 6, 7].

Екологія та біотехнологія взаємодіють як через продукти, так і через технології. Наведене системно сприяє екологізації антропогенної діяльності і виникнення більш гармонійних відносин між суспільством і природою. Біотехнології базуються на принципах перетворення та переміщення матеріалів, енергії, інформації в просторі, що властиво живим організмам, біологічним системам і природним комплексам, таким чином біотехнологічні процеси відповідають законам екологічної рівноваги та стійкості екосистем [2, 3, 6]. Екологічні біотехнології хоч і є частиною біотехнології, але принципово відрізняються від традиційних біотехнологій тим, що мають за мету покращення стану екології, підвищення якості та безпеки життя суспільства [1, 2, 3, 7]. З метою збереження та підтримки екологічної рівноваги навколишнього середовища і підвищення якості об'єктів довкілля, збалансованого використання та збереження природних ресурсів, досягнення вищої якості продукції та екологічної чистоти продукції, забезпечення екологічної безпеки в цілому потрібно активніше застосовувати комплекс біотехнологічних методів. Комплекс екологічних біотехнологій включає такі як: біоочищення довкілля від забруднень, біологічне очищення стічних вод і твердих відходів, біотехнологічна трансформація промислових відходів, біотехнологія

отримання енергоносіїв із фітомаси, а також використання альтернативних джерел енергетики, біотехнологічні методи переробки мінеральної сировини, створення біопрепаратів та біозасобів сільськогосподарського і медичного призначення, розробка та впровадження в практику біотехнологічних аналітичних систем [2, 3, 4, 5].

Високорозвинені країни світу, зокрема США, Велика Британія, Канада, Японія, Швейцарія, Німеччина, Франція, Китай пріоритетним науковим напрямком вважають розвиток та впровадження біотехнологій, а в її розвиток вкладають великі кошти уряди й промисловці [1, 4, 7]. На сьогодні в Україні започатковано та активно ведуться біотехнологічні дослідження, що спрямовані на виробництво екологічно безпечних продуктів харчування, медичних препаратів, альтернативних джерел енергії. Особлива увага приділяється використанню екологічно безпечних біотехнологічних методів у різних галузях виробничих процесів, широкому запровадженню методів біоочищення промислових відходів, біоремедіації води [2, 3, 6]. Розробляються сучасні альтернативні технології в промисловій галузі, методи генної та клітинної інженерії для виготовлення біологічних об'єктів з катаболічною системою детоксикації шкідливих ксенобіотиків, налагоджується виробництво альтернативних видів біопалива, проектується й впроваджуються інженерні конструкції аналітичних пристроїв з використанням біомолекул для проведення екологічного моніторингу [3, 4, 5, 7].

Висновок. Застосування екологічних біотехнологій сприятиме підвищенню рівнів екологічної безпеки окремих технологічних процесів у багатьох галузях виробництва. Сучасні науково-технічні пріоритети, стратегія розвитку технологічних процесів тісно пов'язані із біологічними технологіями. Завдяки розвитку та досягненням в галузі екологічних біотехнологій можливе вирішення глобальних проблем екології навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів, подолання дефіциту продовольства, енергії, мінеральних ресурсів, а також досягнення успіхів в охорони здоров'я та захисті природного середовища. Залучення екологічних біотехнологій в розвиток урбанізованих територій достовірно впливатиме на вирішення екологічних проблем, дозволить здійснювати систему профілактичних заходів і ліквідувати наслідки забруднення довкілля. Пріоритетними напрямками розвитку екологічних біотехнологій визначено такі традиційні проблеми екології, як біотестування, біоіндикація та біосенсорика, біоконверсія, технології оптимізації екосистемних процесів, переробка й утилізація відходів, біотехнології очищення води, повітря і ґрунтів, а також біоенергетика. Імплементация екобіотехнологічних процесів в промисловість є перспективним науковим напрямком.

Література

1. Кузьмінський Є.В. Пріоритетні напрямки розвитку екобіотехнології. Природоохоронні біотехнології / Є.В. Кузьмінський, К.О. Щурська // Innov Biosyst Bioeng. – 2018. – Vol. 2. – P. 22-32.
2. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн. I / О.В. Швед, Р.О. Петріна, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Львівської політехніки. – 2018. – 424 с.
3. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн. II / О.В. Швед, Р.О. Петріна, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Львівської політехніки. – 2018. – 368 с.
4. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Іванова Т.В. Екологічні біотехнології: теорія і практика: Навчальний посібник. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД». – 2015. – 254 с.
5. Пляцук Л.Д., Черниш С.Ю. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв: навч. посібник. Суми: Сумський державний університет. – 2018. – 293 с.
6. Біотехнологічний захист та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / О.В. Шестопалов, І.В. Пітак, Т. Б. Новожилова та ін. // Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – 218 с.
7. Біотехнології в екології: навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова // Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2012. – 184 с.

УДК 637.146

О.В. Павлів, студент

(Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ З МУРСАЛЬСЬКИМ ЧАЄМ

O. V. Pavliv, student

TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF SOUR-DAIRED BEVERAGE WITH MURSAL TEA

Кисломолочні напої – це сквашені продукти, які виготовляються з сирого коров'ячого (козячого) молока або сухого молока після високошвидкісної гомогенізації, стерилізації та ферментації [1]. Завдяки своєму унікальному смаку та текстурі, на даний момент це найбільш поширені і улюблені споживачами молочна група продуктів у світі. Кисломолочні продукти нині випускають із різними рослинними добавками та наповнювачами, вони багаті на білки, однак все частіше технологи використовують в якості основної живильної основи рослинний білок і рослинні інгредієнти для надання їм функціонального значення [2]. Завдяки пробіотичній ферментації вони мають унікальний смак і високу поживну цінність, що сприяє покращенню харчування та зміцненню здоров'я людини. Незважаючи на те, що сьогодні кисломолочні напої з рослинними збагачувачами (злаки, фрукти, насіння) не є новинками в молочній промисловості, але існують деякі технічні проблеми при виготовленні нових молочних продуктів із цими рослинними інгредієнтами. Стабільність суспензії в молочних напоях низька, тому явище суспензії частинок і стратифікація осаду легко виникають у цьому виді продукту. Крім того, необхідно підбирати рецептурний склад таким чином, щоб смак продукції був легкий і привабливий.

Мета дослідження – розробити кисломолочний напій із застосуванням рослинної сировини багатой на біоактивні інгредієнти з проектуванням цеху незбираномолочних продуктів.

Встановлено, що для забезпечення активної кислотності кисломолочних напоїв з 20 – 40 % мурсальського чаю необхідно час ферментації проводити близько сім годин. Із збільшенням вмісту чаю у кисломолочному напої кількість виділеної сироватки зростала. Зокрема, у зразках напою №1 та №2 з вмістом мурсальського чаю 10 й 20 %, відповідно, кількість відділеної сироватки становила 1,5 – 2,0 мл, а в зразку №3 (30 % чаю) кількість сироватки, яка відділялася була в 3,9 – 2,9 рази більше, порівняно з двома першими дослідними зразками напою. За органолептичними властивостями найкраще оцінювалися зразки кисломолочного напою №1 та №2 з 10 та 20 % мурсальського чаю. Дані зразки мали кисломолочний смак з специфічним легким солодким присмаком мурсальського чаю з легким відчуттям м'яти. За консистенцією – це однорідна в'язка рідина, рівномірна за всією масою.

Література:

1. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. *Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ*, 157 с.
2. Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 3-8.

УДК 62-111.3:631.3

О.І.Свирид ст. гр. МО-31, О. Костюк ст. гр. ММ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

О.І.Свирид ст. гр. МО-31, О. Костюк ст. гр. ММ-21

PROSPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UKRAINE FOOD INDUSTRY

Харчова промисловість України охоплює 25 підгалузей із понад 22 тисячами підприємств, які виготовляють більше 4 тисяч видів продукції. Вона становить близько 18% від загального промислового виробництва країни, посідаючи друге місце за важливістю. Харчова промисловість є однією з найважливіших галузей для економіки країни і здатна забезпечити конкурентоспроможність українських продуктів харчування на міжнародному ринку. Хоча негативний вплив цієї галузі на довкілля менший, ніж у металургії чи хімічній промисловості, технологічні процеси залишаються енерго- та ресурсоемними, що обмежує її конкурентоспроможність на міжнародному рівні.

Виробництво харчових продуктів створює значні обсяги відходів, які забруднюють атмосферу, ґрунти та водойми. Багато підприємств не мають сучасного природоохоронного обладнання, через що екологізація тривалий час залишалася на низькому рівні. Причинами цього є високі витрати на модернізацію, відсутність державної підтримки та стимулювання природоохоронних заходів, низькі штрафи за забруднення довкілля.

Останнє десятиріччя позначилося зростанням потреби в екологізації через інтеграцію України в європейський ринок та необхідність отримання міжнародних сертифікатів щодо якості продукції та екологічного стану виробництва. Сучасні виклики вимагають не лише збільшення обсягів виробництва, але й створення екологічно безпечних продуктів із натуральної сировини. Інноваційні технології, такі як енерго- та ресурсозбереження, глибока переробка сировини та переробка відходів, є ключем до зниження екологічного впливу.

Для підвищення ефективності виробництва харчової продукції важливо:

1. Впроваджувати безвідходні та маловідходні технології.
2. Оптимізувати управління ресурсами.
3. Використовувати вторинні матеріали.
4. Підвищувати продуктивність праці й удосконалювати кадровий менеджмент.
5. Створювати альтернативні джерела енергії із виробничих відходів.

Ресурсозбереження стало важливим компонентом розвитку світової економіки. В Україні досягнення цього можливе через модернізацію обладнання, використання новітніх технологій, переробку відходів у корисні ресурси, зменшення тепловтрат і впровадження автоматизованих систем управління.

Будь-які відходи можуть стати джерелом нових матеріалів чи енергії. Важливо впроваджувати технології, що дозволяють переробляти залишкові речовини, наприклад, каталізатори чи органічні відходи, у корисні продукти. Це зменшить обсяги сміття та сприятиме економії природних ресурсів.

Харчова промисловість України має великий потенціал, проте потребує модернізації, екологізації та впровадження інноваційних технологій. Це не лише сприятиме збереженню довкілля, але й допоможе підвищити конкурентоспроможність української продукції на міжнародному ринку.

УДК 637.35:66.047.2

О.М.Крупа, к.т.н., доц., І.В.Кость

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ОБРОБЛЕННЯ СИРНОГО ЗГУСТКУ НА ПРОЦЕС СИНЕРЕЗИСУ У ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ

О.Кrupa, Ph.D., Assoc. Prof.; I.Kost'

THE INFLUENCE OF CURD TREATMENT TEMPERATURE ON THE SYNERESIS PROCESS IN COTTAGE CHEESE TECHNOLOGY

Кисломолочний сир є популярним продуктом харчування завдяки високій харчовій цінності, легкій засвоюваності та багатству білків, кальцію та інших мікроелементів. Одним із критичних етапів його виробництва є процес синерезису – відокремлення сироватки від сирного згустку. Цей процес впливає на текстуру, консистенцію та органолептичні властивості готового продукту.

Температурний режим оброблення сирного згустку відіграє вирішальну роль у регуляції інтенсивності синерезису. Від температури залежить швидкість відокремлення сироватки, утворення структури білкової матриці та кінцеві якісні показники продукту. Оптимізація цього параметра є важливим завданням для забезпечення стабільності виробництва, покращення технологічних характеристик продукту та підвищення його споживчої привабливості.

Ця робота спрямована на дослідження впливу різних температурних режимів оброблення сирного згустку на процес синерезису у виробництві кисломолочного сиру, що дозволить розробити рекомендації для покращення його якості.

Для досягнення мети дослідження були використані наступні методи:

✓ *Лабораторне моделювання процесу виробництва кисломолочного сиру.*

Проводили формування сирного згустку з пастеризованого молока (3,2% жиру), заквашеного мезофільними молочнокислими бактеріями. Згусток обробляли при трьох різних температурних режимах: 32°C, 36°C і 40°C. Для кожного температурного режиму фіксували тривалість оброблення згустку до досягнення необхідної консистенції.

✓ *Вимірювання обсягу синерезису.*

Відокремлену сироватку збирали та зважували з використанням аналітичних ваг із точністю до 0,01 г. Об'єм синерезису розраховували як частку маси сироватки до загальної маси сирного згустку.

✓ *Визначення масової частки вологи у згустку.*

Зразки сирного згустку висушували у лабораторній сушарці за температури 105°C до постійної маси. Масову частку вологи визначали як різницю між початковою масою згустку та його сухим залишком, виражену у відсотках.

✓ *Органолептичний аналіз.*

Проведено оцінювання текстури, консистенції та смакових характеристик кисломолочного сиру у дегустаційній панелі

✓ *Статистичний аналіз даних.*

Результати оброблено методами дисперсійного аналізу для визначення значущості впливу температурного режиму на досліджувані показники. Обчислення проведено із використанням програми Excel.

Результати дослідження наведені у таблиці.

Таблиця – Характеристика сиру, отриманого при різних температурах оброблення сирного згустку

Температура оброблення °С	Масова частка вологи у сирі, %	Характеристика процесу синерезису	Органолептичний аналіз
32	78–80	процес проходив повільно до 30 хв, при цьому загальний обсяг відокремленої сироватки 40–45% від початкової маси згустку	м'який смак і ніжна, кремоподібна консистенція, надмірна вологість знижувала придатність для транспортування та зберігання.
36	70–75	проходив швидше, порівняно з режимом 32°C, і завершувалося за 20–25 хв, обсяг відокремленої сироватки досягав 50–55%.	однорідна консистенція, легкий кисломолочний смак і м'яка текстура з достатньою щільністю, робить його придатним для широкого використання в харчуванні.
40	65–68	Найінтенсивніший процес завершувався за 15–20 хв, відокремлена сироватка становила 60–65% від початкової маси згустку.	щільна консистенція сиру з менш вираженим кисломолочним смаком, тому такий продукт краще підходить для виробництва сухих сирів або напівфабрикатів для подальшої кулінарної обробки

Висновок: Результати дослідження показали, що температура оброблення сирного згустку є критичним фактором, який впливає на швидкість синерезису, текстуру та органолептичні характеристики кисломолочного сиру. Температура 36°C є найбільш збалансованою для отримання продукту із гарною текстурою, оптимальною вологістю та приємним смаком.

Література:

1. Бондаренко С.І., Ткаченко Л.В. Фізико-хімічні основи утворення текстури кисломолочного сиру. *Технологія харчових продуктів*. 2018, №3. С. 45–52.
2. Іванова Г.П. Вплив технологічних параметрів на властивості кисломолочного сиру. *Харчова наука і технологія*. 2019, Т. 13, №4. С. 72–80.
3. Капустіна Н.П. Роль білково-водної матриці у формуванні текстури кисломолочного сиру. *Науковий вісник НУХТ*. 2017, Т. 23, №5. С. 102–110.
4. Кузьменко Т.А., Барабаш Ю.С. Фізико-хімічні процеси у сирному згустку залежно від температури оброблення. *Наукові праці ОНАХТ*. 2021, №1. С. 34–42.
5. Чайка О.В. Синерезис білкових гелів у виробництві кисломолочних продуктів. *Вісник аграрної науки*. 2020, №6. С. 89–96.
6. Law A.J.R., Leaver M. Heat-induced interactions of caseins: Effect of heating rate and pH. *International Journal of Dairy Technology*. 2000, Vol. 53. P. 77–83.
7. Rao M.A. *Rheology of fluid and semisolid foods: Principles and applications* Springer, 2014, 482 p.
8. Walstra P., Wouters J.T.M., Geurts T.J. *Dairy Science and Technology*. CRC Press, 2006. 808 p.

УДК 681.518

О.Р. Дмитрів, к.т.н., доцент, В.А. Невожай, В.В. Козишкurt, І.Б. Хомин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ БУРЯКОВОГО СОКУ ТА СИРОПУ

O.R. Dmytriv, Ph.D., Assoc. Prof., V.A. Nevozhai, V.V. Kozishkurt, I.B. Khomyn

AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROLLING BEET JUICE AND SYRUP CONSUMPTION

Вимірювання та індикація такого параметру процесу варіння цукру як витрати бурякового соку та сиропу є актуальним завданням так як від точності такого контролю суттєво залежить якість цукру.

Для вимірювання витрати бурякового соку чи сиропу на всіх стадіях техпроцесу виготовлення цукру, запропоновано спеціальний електромагнітний витратомір, функціональна схема якого представлена на рисунку 1.

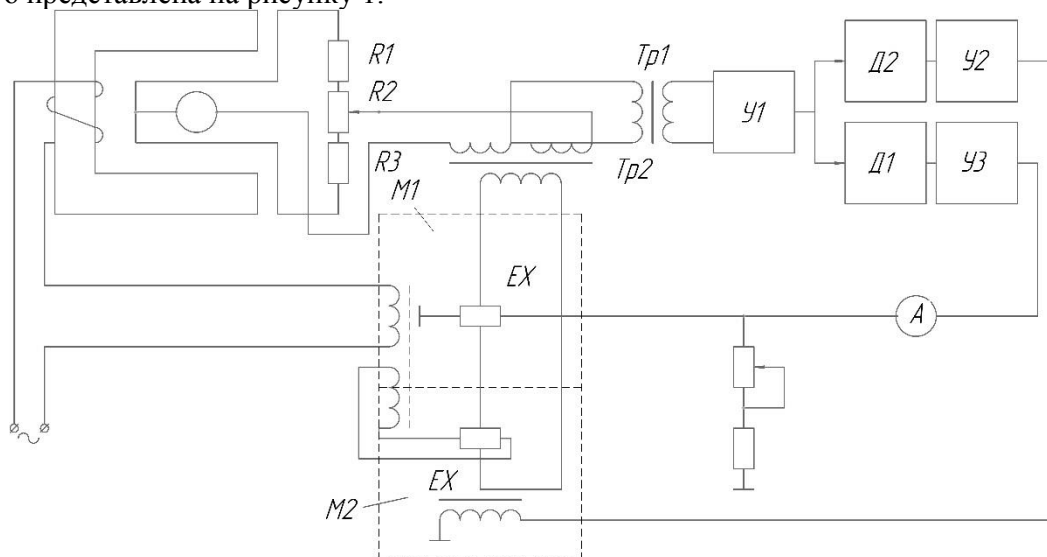


Рисунок 1 – Функціональна схема електромагнітного витратоміра.

Принцип роботи витратоміра базується на явищі електромагнітної індукції. При проходженні електропровідної рідини через однорідне магнітне поле в ній, як в рухомому провіднику, утворюється ЕРС, пропорційна середній швидкості потоку.

Один з електродів вимірювального моста має два виводи, замкнуті через резистори R1 і R3 на низькоомний потенціометр R2. Останній забезпечує попередню компенсацію трансформаторної ЕРС. Далі вимірюваний сигнал поступає через трансформатор Tr1 на вхід підсилювача U1. Його вторинна обмотка налагоджена конденсатором на резонансну частоту 50 Гц. Після підсилювача U1 є два паралельних канали, що містять демодулюючі пристрої D1 і D2, підсилювачі U2 і U3, а також модулятори M1 і M2. Канал D1-M1 служить для вимірювання корисного сигналу, а канал D2-M2 для остаточної компенсації трансформаторної ЕРС. Модулятори M1 та M2 мають елементи Холла, які перетворюють постійну напругу в змінну, один з яких компенсує вимірюваний сигнал, а другий трансформаторну ЕРС. Вихідні кола обох елементів Холла увімкнені послідовно, і обидві компенсовані напруги подаються на первинну обмотку трансформатора Tr2. Вимірюваний сигнал витратоміра це постійний струм 0...5мА, числове значення якого визначає міліамперметр А.

УДК 637.3

О.С. Шимків; О.І. Кравець, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПЕРЕРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ЯК ФАКТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

O.S. Shymkiv; O.I. Kravets Ph.D.

PROCESSING AND USE OF MILK WHEY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE DAIRY INDUSTRY

Молочна сироватка є складовою частиною молока та отримується при виробництві таких продуктів як сир кисломолочний, твердий сир та казеїн (харчовий та технічний). При виробництві вказаних продуктів у сироватку переходить до 6% сухих речовин із 12-13% наявних в молоці, тому вона володіє високою харчовою та біологічною цінністю.

Сталий розвиток молочної галузі потребує підвищення ефективності виробництва, в першу чергу це стосується ресурсозбереження, так як затрати на сировину досягають 80% собівартості молочних продуктів.

Проблема дефіциту сировини може бути вирішена за рахунок використання молочної сироватки, ресурсів якої достатньо, адже за даними Міжнародної молочної асоціації із 140 млн. тонн сироватки, що виробляється в світі, до 50% зливається стічними водами в каналізацію, і тим самим наноситься шкода навколишньому середовищу, адже сироватка по здатності забруднювати довкілля в 500-1000 раз переважає стічні води. В Україні рівень переробки сироватки також залишається доволі низьким.

Склад і властивості молочної сироватки обумовлені видом основного продукту (сир кисломолочний, твердий сир, казеїн і т.д.) та особливостями технології його отримання, та апаратурним оформленням процесу.

До цінних компонентів, що містяться у сироватці, належать такі: білок – 0,8 - 0,9%, лактоза – 4,4 - 4,6%, жир – 0,8%. Крім цього, у сироватці знаходяться частинки білкової дисперсної фази (сирної пилуки).

Відомі методи переробки і використання молочної сироватки можна згрупувати в чотири основні напрямки, що перелічені нижче.

Використання сироватки без обробки (в натуральному вигляді). Молочна сироватка досить широко використовується при випічці хліба і хлібобулочних виробів. При цьому хліб збагачується повноцінними компонентами молока, що покращує його біологічні і смакові якості.

Переробка і використання у вигляді концентратів. Цей напрямок полягає в отриманні концентратів шляхом згущення або сушіння.

Виділення і використання найбільш цінних компонентів. Найбільш цінні компоненти молочної сироватки виділяються із сироватки і використовуються в промислових масштабах.

Переробка сироватки біологічним методом. Серед біологічних методів переробки сироватки найперспективнішим є ферментативний гідроліз дисахариди лактози до моноцукрів глюкози і галактози.

Реалізація повноцінної переробки молочної сироватки дозволить підвищити ефективність виробництва молочних продуктів та зменшити забруднення навколишнього середовища, що є важливими факторами сталого розвитку молочної галузі.

УДК 615.919.1:577.151.2:004.8

П.Ю. Самуляк, д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ

P.Y. Samulyak, Prof. R.A. Tkachuk

PROBLEMS OF BUILDING AN ELECTRORETINOGRAPHIC EXPERT SYSTEM FOR STUDYING NEUROTOXICATION

В сучасній офтальмології однією з актуальних проблем захворювання очей є відшарування сітківки та глаукома, де приблизно 10-15% всіх хворих з підвищеним рівнем внутріочного тиску (ВОТ) потребують пошуку нових методів та засобів для раннього виявлення захворювання. Відомо, що на погіршення зору суттєво впливають активні нейротоксиканти та патогенні наночастинки, виробництво яких невинно зростає [1,3]. Щорічне збільшення виробництва та використання нейротоксикантів в різних промислових та побутових виробках, включаючи харчові добавки, фарби, косметику та мікропокриття, а наукова спільнота продовжує звертати увагу на необхідність створення засобів для виявлення негативного впливу хімічних сполук та наноматеріалів, як джерела вільних радикалів. Досліджуючи стан ретини, як індикатора впливу токсинів на організм людини, застосовують об'єктивні та суб'єктивні методи дослідження: психофізичні тести - тест Пуркін'є, лазерна інтерференція, палочки Меддокса, розпізнавання двох точок та ін.

Проте, суб'єктивні тести не дають достатньої інформації для діагностування стану пацієнта [2,3]. У багатьох країнах світу дедалі більше уваги приділяється вивченню і застосуванню ефективних методів виявлення впливу різноманітних хімічних речовин на здоров'я людини. Зокрема, актуальним є дослідження нейротоксикації, яка негативно впливає на функціонування нервової та зорової систем, тому важливим є аналіз виявлення та вивчення шкоди здоров'ю людини. Одним із перспективних методів виявлення та оцінювання впливу нейротоксикації на функціонування ретини є використання низькоінтенсивної електроретинографії[4]. Цей високочутливий неінвазивний метод дослідження, що використовується для оцінки функціонального стану людини, особливо, коли використовується електроретинографія з підвищеним рівнем чутливості, що реєструє незначні зміни параметрів електроретиносигналу (ЕРС) на ранніх етапах виявлення токсичності. Такий підхід дозволяє вивчити реакцію ретини в особливих умовах, включаючи більш слабкі подразнення, які дозволяють виявляти патологічні зміни при нейротоксичних впливах наноматеріалів на початковій стадії потрапляння, наприклад TiO₂. [5]

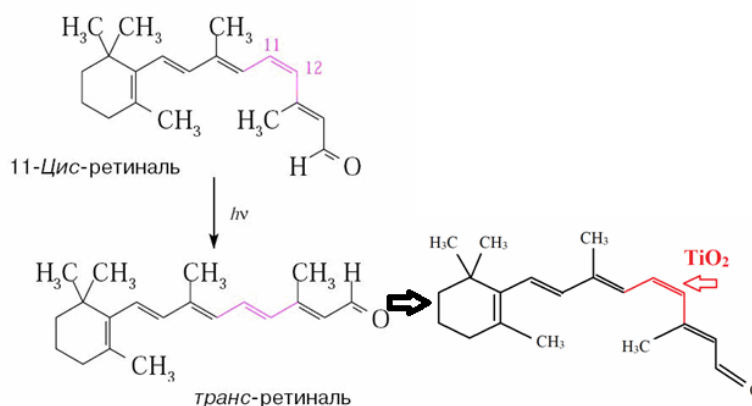


Рис.1.Схема заповнення зв'язків вільних радикалів клітин цис-ретиною наночастинками TiO₂.з блокуванням функцій ретини

Однак, низька інтенсивність стимуляції та шум у сигналах можуть значно ускладнювати процес обробки даних та їх інтерпретації. Використання методу Нелдера-Міда для оптимізації параметрів моделі ЕРС є ефективним для складних та нерівномірних цільових функцій й для застосування в задачах, пов'язаних з аналізом низькоінтенсивних сигналів. Це дозволяє зменшити обчислювальні витрати на 30%, що робить його придатним для реального часу.

У дослідженні також запропоновано структуру прототипу експертної інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу змін у функціональному стані зорової системи під впливом нейротоксичних чинників. У цьому випадку також перспективним є застосування штучного інтелекту (ШІ).

Висновок

1. Використання моделей низькоінтенсивної електроретинографії підвищує вірогідність побудови прототипу експертної системи для дослідження впливу нейротоксикантів.

2. Запропоновано використання методу Нелдера-Міда для оптимізації параметрів уточненої моделі ЕРС та застосування штучного інтелекту забезпечить надійний інструмент для ранньої діагностики впливу небезпечних наноматеріалів.

Література

[1] Матюшко М.Г. Неврологічні аспекти марганцевої нейротоксичності / М.Г. Матюшко, О.А. Мяловицька, В.С. Трейтяк та ін. // Міжнародний неврологічний журнал. - Донецьк, 2010, N3.- С.178-181.

[2] Горностай О.Б. Розвиток професійних захворювань в Україні / О.Б. Горностай // Науковий вісник НЛТУ України. - 2013. - Вип. 23.16. - С. 396-401.

[3] Ткачук, Р.А. Оптимізація параметрів керування системою для оцінювання інтоксикацій організму людини /Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Вісник №1 // - Хмельницький, 2009.- С.139-143.

[4] Тимків П.О., Ткачук Р.А. Оцінювання ризиків нейротоксикації при застосуванні електроретинографії зі зниженою інтенсивністю світлового подразнення / Матеріали МНТК: СЕУР, 2023, 3468//. –Тернопіль-Сеул:ТНТУ.2023.- С. 109–116.

[5] Ткачук Р.А., Самуляк П.Ю., Яненко О.П. Застосування низькоінтенсивної електроретинографії для дослідження нейротоксикації оксидом титану (TiO₂) / Матеріали МНТК: ХХІІІ Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 14-15 травня 2024 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна. – С. 215-217.

УДК 664

Р. С. Шведов, студент, П. В. Процак, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ДОДАВАННЯ ПОРОШКУ З ЯГІД ОЖИНИ У СИРКОВІ ВИРОБИ

R.S. Shvedov, student, P. V. Protsak, graduate student

ADDING BLACKBERRY BERRIES TO CHEESE PRODUCTS

Дослідники та виробники харчових продуктів зацікавлені в дослідженні, розроблені продукції, яка може розвинути профіль поживних речовин харчових продуктів. Молоко вважається корисним продуктом, що має значну користь для здоров'я. Молочні продукти містять унікальний пакет незамінних поживних речовин (білки, жирні кислоти, вітаміни та мінерали, тощо), які важливі для здоров'я, зокрема нервової та імунної систем, зору, функції м'язів, здорової шкіри, рівня енергії, росту та відновлення всіх частин тіла. Також їх можна вважати чудовою матрицею для виділення біоактивних сполук [1, 2]. Фрукти та овочі в різних формах (наприклад, свіжі, сушені, порошок, соки, пюре, м'якоть, клітковина та екстракти) надають виробникам засоби для покращення користі молочних продуктів для здоров'я. Фрукти та овочі є багатими джерелами загального фенолу, антиоксидантів, каротину, мінералів і харчових волокон, і можуть збагатити цими сполуками молочні продукти [3].

Однією із ягід, яка багата на поліфеноли є ожинна. Ягоди ожини мають високий поживний вміст, в тому числі жирних і органічних кислот, мінералів (Mg, Fe, K і Ca), вітамінів (A, B, C, K і E), білків і амінокислот, і вуглеводів (цукри та клітковина). Крім того, вони також є чудовим джерелом біологічно активних сполук з фармацевтичним потенціалом, включаючи фенольні сполуки (наприклад, антоціани, гідроксикоричні кислоти та флавоноли) та леткі речовини [4]. Враховуючи тенденції щодо розвитку молочних продуктів збагачених овочево-фруктовими інгредієнтами нами було розроблено солодкий сирковий виріб, який би у своєму складі містив джерела корисних поліфенолів й інших біологічно-активних речовин. До того ж солодкі сиркові вироби мають споживчий попит серед різноманітних споживачів.

Встановлено, що зразок сиркового виробу, який мав найвищу кількість ожинового порошку – 8 %, характеризувався на 7,9 % меншим вмістом вологості та на 14,5 °Т нижчою титрованою кислотністю, порівнюючи з традиційним кисломолочним сиром. Додавання у склад солодких сиркових виробів порошку з ягід ожини в кількості 2 – 6 % значно підвищує їх корисність, зокрема за вмістом вітаміну С та загальних флаваноїдів, оскільки їх вміст суттєво зростає і такі вироби будуть додатковим джерелом надходження цих біологічно-активних речовин. Найкращі органолептичні властивості мали солодкі сиркові вироби з кількістю порошку з ягід ожини 6 % від маси.

Література:

1. Salehi, F. (2021). Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4666-4686.
2. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of "Tibetan kefir grains" cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
3. Martins, M. S., Gonçalves, A. C., Alves, G., & Silva, L. R. (2023). Blackberries and mulberries: Berries with significant health-promoting properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(15), 12024.

УДК 637.247

Р.О. Томків, Л.А. Сторож, канд. техн. наук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗБАГАЧЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ БІОАКТИВНИМИ КАЗЕЇНОВИМИ ФОСФОПЕПТИДАМИ

R.O. Tomkiv, L.A. Storozh, Ph.D.

ENRICHMENT OF DAIRY BEVERAGE WITH BIOACTIVE CASEIN PHOSPHOPEPTIDES

Казеїнові фосфопептиди є специфічними біоактивними компонентами, що утворюються в результаті ферментативного гідролізу казеїну. Вони складаються з амінокислотних залишків, у тому числі фосфорильованого серину (SerP), що забезпечує їх унікальні властивості та функції. Групи із трьох фосфорильованих серинів, утворюючи так звані кластери, до складу якого входить два залишки глутамінової кислоти (–SerP–SerP–SerP–Glu–Glu–), надають пептидам здатність зв'язувати катіони кальцію, магнію та інших мінералів. Важливим є те, що казеїнові фосфопептиди сприяють розчинності та біодоступності кальцію та фосфору, перешкоджаючи їх осадженню у вигляді нерозчинних солей [1]. Також виявлено інші функції казеїнових фосфопептидів. Так, вони мають антиоксидантні, антимікробні та імуномодулювальні властивості. Важливою характеристикою казеїнових фосфопептидів є їх стійкість до дії травних ферментів, що забезпечує стабільність у шлунково-кишковому тракті та є підставою для використання цих сполук у складі різних харчових продуктів [2].

Метою нашої роботи було отримати біологічно активні казеїнові фосфопептиди і використати їх при виробництві кисломолочного напою з маслянки.

У роботі для отримання казеїнових фосфопептидів як субстрат використовували кислотний казеїн, котрий виділяли із знежиреного коров'ячого молока переосадженням в ізоелектричній точці. Протеоліз казеїну проводили у присутності ферменту трипсину; виділення фосфопептидів здійснювали, як описано у роботі [3]. Концентрацію білків у субстраті та продуктів протеолізу в реакційному середовищі контролювали спектрофотометрично. Фракційний склад казеїну та продуктів його розщеплення аналізували електрофоретично у вертикальних пластинках поліакриламідного гелю [4]. Осаджені фосфопептиди висушували і використовували при розробленні кефірного напою з маслянки, додаючи їх у кількості від 0,1 до 0,2 % під час приготування нормалізованої суміші. Це дозволить підвищити біодоступність мінеральних речовин, що містяться у молочній сировині.

Література

1. Tenenbaum, M., Deracinois, B., Dugardin, C., Matéos, A., Romelard, A., Auger, J., ... & Cudennec, B. (2022). Identification, production and bioactivity of casein phosphopeptides – A review. *Food Research International*, 157, 111360.
2. Pinto, G., Caira, S., Cuollo, M., Lilla, S., Chianese, L., & Addeo, F. (2012). Bioactive casein phosphopeptides in dairy products as nutraceuticals for functional foods. *Milk protein*, 3–44.
3. Yukalo, V., & Storozh L. (2013). The isolation of phosphopeptides from total casein and its fractions. *Food chemistry and technology*. 47 (2), 32–40.
4. Yukalo V., Krupa O., Storozh L. (2019), Characteristics of proteolytic processes during the isolation of natural casein phosphopeptides. *Ukrainian Food Journal*, 8 (1). 61–69.

УДК 637.247

С.І. Сторож, В.Г. Юкало, докт. біол. наук, проф.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ГЕЛЬ-ФІЛЬТРАЦІЯ БІЛКІВ МАСЛЯНКИ

S. Storozh, V. Yukalo, Dr., Prof.

GEL FILTRATION OF THE BUTTERMILK PROTEINS

Маслянка є високогетерогенною за складом білків, а загальна кількість білків у ній навіть більша ніж у знежиреному молоці. Білки суттєво впливають на властивості маслянки, а також володіють різними видами біологічної активності і є попередниками численних біоактивних пептидів. Нажаль, більшість сучасних ефективних методів якісного і кількісного аналізу білків маслянки можуть призвести до їх денатурації і втрати біологічної активності. Це такі методи як: електрофорез у денатуруючих умовах (з додецилсульфатом натрію), різні види сучасної хроматографії. Враховуючи це, для збереження нативної структури і біологічної активності перспективним методом може бути гель-фільтрація. Цей метод дозволяє не тільки аналізувати склад білків, але і виділяти у нативному стані та одночасно переводити їх у потрібні середовища для подальшого аналізу. Підставами для успішного застосування гель-фільтрації є суттєва різниця у значеннях молекулярних мас білків [1]. Коротка характеристика молекулярних мас білків маслянки наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика основних білків маслянки

№ п/п	Назва білка*	Вміст у молоці, мг/л	Молекулярна маса, Да	Ізоелектрична точка
1	α_{S1} -казеїн (B)	12000-15000	23615	4,44-4,76
2	α_{S2} -казеїн (A)	3000-4000	25226	–
3	β -казеїн (A ²)	9000-11000	23983	4,83-5,07
4	κ -казеїн (A)	2000-4000	19037	5,45-5,77
5	β -лактоглобулін (A)	2000-4000	18363	5,13
6	α -лактальбумін (B)	600-1700	14178	4,2-4,5
7	Альбумін сироватки (A)	400	66399	4,7-4,9
8	Імуноглобулін G1	300-600	161000	5,5-6,8
9	Лактоферин	100-120	76110	8,81

* в дужках вказано генетичний варіант.

Як свідчать дані, наведені у таблиці, молекулярна маса білків маслянки варіює у межах від 14000 до 200000 Да. Це дозволяє використовувати декстранові гелі від G-75 до G-200. Експериментальна перевірка підтвердила можливість фракціонувати основні білкові фракції маслянки в нативних умовах. Найкращі результати отримано на гелях G-100 і G-150. Подібні результати раніше були отримані при гель-фільтрації казеїну або білків сироватки [2, 3].

Література

1. Farrell, H. M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E., Creamer, L. K.,...Swaisgood H. E. (2004). Nomenclature of the proteins of cows' milk sixth revision. *Journal of Dairy Science*. 87(6), 1641–1674.
2. Yukalo, V. G., Datsyshyn, K. Ye. (2018). Gel filtration of cow milk serum proteins. *Food science and technology*. 12(4), 72–78.
3. Yukalo, V., Datsyshyn, K., Storozh, L. (2019). Obtaining of β -lactoglobulin by gel filtration of cow milk whey. *EUREKA: Life Sciences*. 2, 33–39.

УДК 664

Т. О. Ганущин, студент, О. В. Коковський, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ ЗІ ШТАМОМ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*

T. O. Hanushchyn, student, O. V. Kokovsky, graduate student

INVESTIGATION OF PROBIOTIC PROPERTIES OF FERMENTED MILK DRINK WITH *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* STRAIN

Сьогодні споживачі все більше віддають перевагу традиційним, так званим натуральним ферментованим продуктам, завдяки їх унікальному смаку, текстурі та харчовій цінності [1]. Під час ферментації велика кількість мікроорганізмів бере участь у процесі перетворення сировини, але найбільше – це молочнокислі бактерії, які присутні майже у всіх ферментованих продуктах і сприяють розвитку смаку [2]. Процес формування смаку складний і включає біохімічне перетворення різних компонентів продукту за дії екзогенних метаболітів, які продукують мікроорганізми. Тому протягом останніх років проводяться дослідження з розробки нових продуктів, ферментація яких відбувається із застосуванням різноманітної сировини, як джерела пребіотиків та активних молочнокислих бактерій ізольованих з різних природних субстратів [3]. Отже, удосконалення рецептури молочних продуктів із застосуванням нових пробіотичних молочнокислих бактерій, які мають високі властивості щодо засвоєння організмом є актуальним з огляду розробки продуктів функціонального призначення.

Метою роботи було удосконалити рецептуру кисломолочного напою шляхом введення у закваску штаму *Lactobacillus acidophilus* з впровадженням розробки у цеху виробництва незбираномолочної продукції.

Встановлено, що молочнокислі бактерії, які були ізольовані з традиційних кисломолочних продуктів, в основному не здатні витримувати дію несприятливих чинників (жовчі, натрію хлориду, штучного шлункового соку). Біоцини *Lactobacillus acidophilus* проявляли помірну й високу антагоністичну дію відносно патогенних бактерій, також ацидофільна паличка була стійка до 15 % концентрації жовчі й 4,5 % натрію хлориду, а за двогодинної дії шлункового соку виживали $3,2 \pm 0,1 \times 10^5$ КУО/см³ лактобацил, що на порядок більше, ніж лактобактерії, які були ізольовані з кисломолочних продуктів. Виготовлений експериментальний зразок ацидойогурту «Ананас» з вмістом *L. acidophilus* за показником кислотність, вмісту сахарози, кількості болгарської палички, термофільного стрептококу й ацидофільної палички не виходив за рамки нормативів стандарту. Запропоновано технологію ацидойогурту «Ананас» з вмістом *L. acidophilus*.

Література:

1. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ, 157 с.
2. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
3. Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 3-8.

УДК 664

Т.Р. Плавуцький, аспірант, Г.Р. Боднарчук, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВОЇ ВОДИ У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

T.R. Plavutskyi, postgraduate student, G.R. Bodnarchuk, postgraduate student

RELEVANCE OF RESEARCH INTO THE USE OF HYDROGEN WATER IN DENTAL PRACTICE

Мікробні види слини відображають склад мікробної спільноти порожнини рота і можуть служити біомаркером здоров'я та статусу захворювань ротової порожнини. Слина сприяє розмноженню мікроорганізмів у зубному нальоті, а також відокремлює шари нальоту від поверхні зубів [1, 2]. Тому рівень певних видів бактерій у слині може відображати їх присутність у зубному нальоті. Вважається, що основними збудниками карієсу у людини є бактерії видів *Streptococcus mutans* і *Streptococcus sobrinus*, які формують біоплівки на поверхні зубів [1]. Дослідники показали значну кореляцію між концентрацією *Streptococcus mutans* у слині та їх пропорціями в зубному нальоті [3]. Тому, зазвичай використовують слину як зразок для оцінки кількості біоплівки *S. mutans* у ротовій порожнині. На даний час існує кілька засобів для полоскання ротової порожнини, які можна використовувати, як допоміжні засоби для контролю зубного нальоту. Найбільш часто використовуваним засобом є хлоргексидином, який є ефективним у запобіганні та контролі утворення зубного нальоту, руйнуванні існуючого зубного нальоту, а також пригніченні та зменшенні розвитку гінгівіту [1, 2]. Водночас після тривалого застосування у бактерій ротової порожнини розвивається стійкість до даного антисептика. Тому нещодавно доведено, що електролізована вода, збагачена воднем (воднева вода), є природним біоцидним засобом, який долає такі труднощі, як розвиток стійкості. До того ж водень діє як ефективний антиоксидант, зменшуючи окислювальний стрес. Воднева вода проявляє антибактеріальну активність щодо ротових бактерій, таких як *Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis* і *Tannerella forsythia*, які пов'язані із захворюваннями порожнини рота [1, 2]. Крім того, воднева вода може бути корисною для пригнічення прогресування пародонтиту шляхом зниження окисного стресу ясен [2]. Ці дані свідчать про те, що водневу воду можна використовувати як допоміжний засіб для профілактики карієсу зубів і пародонтозу.

Отже, враховуючи ефективні дані щодо використання водневої води на нашу думку актуальним є використання простих й дешевих генераторів водневої води для профілактики захворювань порожнини рота. Втім необхідно провести цілеспрямовані дослідження щодо концентрації водню, який генерує генератор, та вплив його на різну мікробіоту, як у лабораторних, так і клінічних випробуваннях.

Література

1. Kim, J., Lee, H. J., & Hong, S. H. (2017). Inhibition of streptococcal biofilm by hydrogen water. *Journal of Dentistry*, 58, 34-39.
2. Cárdenas, A. M., Campos-Bijit, V., Di Francesco, F., Schwarz, F., Cafferata, E. A., & Vernal, R. (2022). Electrolyzed water for the microbiologic control in the pandemic dental setting: a systematic review. *BMC Oral Health*, 22(1), 579.
3. Yan, P., Daliri, E. B. M., & Oh, D. H. (2021). New clinical applications of electrolyzed water: a review. *Microorganisms*, 9(1), 136.

УДК 664

Я. Я. Чайковський, студент, О. В. Гудим, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСЕРВАНТІВ НА МІКРОФЛОРУ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ

Ya. Ya. Chaikovskyy, student, O. V. Gudym, graduate student

MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF PRESERVATIVES ON THE MICROFLORA OF PROCESSED CHEESE

Подовження терміну придатності харчових продуктів вже давно є серйозною проблемою для молочної промисловості. В останні роки з'явилися активні та інтелектуальні пакувальні та нетермічні технології для запобігання псуванню швидкопсувних харчових продуктів, втім широкого застосування вони ще не знайшли у харчовій промисловості через ряд факторів, в тому числі тих, які впливають на вартість продукту. Сир твердий та сир плавлений є харчовими продуктами чутливим до зараження патогенними бактеріями та мікроорганізмами, що їх псують [1]. Саме мікроорганізми найчастіше призводять до скорочення терміну зберігання сирів, а також до ризику для здоров'я споживачів [2]. Для недопущення вище згаданого сучасні технології передбачають можливе використання консервантів у процесі виготовлення твердого й плавленого сиру [3]. Отже, проведення досліджень з підбору безпечних консервантів для плавлених сирів має актуальну мету зниження втрат від вибраковування продукції.

Метою роботи було визначити вплив консервантів нізину й пропіонату кальцію на мікрофлору плавлених сирів та удосконалити технологію його виробництва.

Встановлено, що інгібування розвитку грампозитивної мікрофлори виділеної з молочних продуктів лактобіотиком нізином відбувається у концентраціях від 0,02 – 0,03 %, за 0,1 % концентрації припинявся розвиток дріжджів. Однак для бактерицидного впливу на коліформні бактерії необхідно значно вищі концентрації нізину, не менше 1 %. Водночас мінімальний бактерицидний вплив пропіонату кальцію на грамнегативну, грампозитивну й дріжджову мікрофлору відбувається у концентраціях від 0,2 до 0,5 %. Встановлено, що найкращий інгібуючий вплив на мікрофлору плавленого сиру за його 75 добового зберігання при $t +3 \pm 1$ °C проявляв зразок, у якому поєднано 0,03 % нізину та 0,2 % пропіонату кальцію. Запропоновано для підвищення мікробіологічної стійкості плавленого сиру додавати у його рецептурний склад лактобіотик нізин й пропіонат кальцію, які чинять антимікробну дію на різні групи мікрофлори.

Література:

1. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(2), 1128-1133.

2. Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 3-8.

3. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. *Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ*, 157 с.

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

UDC 330.47:004

L.A. Baius, L.B. Moroz

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

DIGITAL TRANSFORMATION OF UKRAINE'S ECONOMY UNDER MARTIAL LAW

Over the past three years, Ukraine has undergone a substantial digital transformation of its economy. While traditional technologies are being superseded, new digital technologies are emerging and advancing rapidly. These new digital technologies are the driving force behind improvements and efficiencies in the work of companies that provide banking, financial, government and municipal services, as well as the production of military equipment [1, 176].

The government has made digital transformation a priority in recent years. Prior to the war, the Ministry of Digital Transformation of Ukraine was already engaged in a number of key initiatives, including the development of e-government, the expansion of connectivity, and the promotion of digital skills. Ukraine has digitalized several of its public services, particularly following the launch of the “State-in-a-smartphone” initiative in 2019. In this regard, the new Ministry of Digital Transformation was also created. Significant headway has been made to improve digital literacy [2, 23]. In 2023, the Ministry of Digital Transformation successfully achieved its strategic objective, with 6 million Ukrainians participating in digital skills development programs [3].

Diia is one of the most significant and internationally recognized achievements of Ukraine's recent digitalization efforts. It offers over 100 public services online and provides access to 14 digital documents, including an ID card, a foreign biometric passport, a student card, a driver's license, a vehicle registration certificate, a vehicle insurance policy, a tax number, a birth certificate, and an internally displaced person (IDP) certificate [5; 6].

Ukraine is currently facing a series of new challenges for the Internet industry, resulting in damage to Internet infrastructure, disruptions in Internet access, an impact on the quality of data transmissions and trade, an elevated risk of cyber incidents, and the dissemination of misinformation about the war.

Consequently, the Ukrainian authorities and businesses have intensified their digitalization efforts, thereby enhancing the country's resilience in wartime. Some examples of measures taken since February 24, 2022 include:

- Uninterrupted Internet access during blackouts. One example is the launch of national roaming, which enables mobile users to switch between operators, thereby providing an alternative option in the event that the services of their current operator are unavailable.
- The provision of administrative services online. Through Diia, citizens can easily and quickly apply for state benefits, obtain official status as IDPs, and obtain temporary documents in case of lost ID (eDocument).
- Business assistance: Diia.Business significantly enhanced its assistance, including by providing services (e.g., consulting) to help small and medium-sized enterprises (SMEs) relocate to safer regions. The new “e-Declaration” tool replaces 374 different permits and licenses, making it easier to do business in times of war. Additionally, financial opportunities were expanded, for instance, with the launch of the government's business grant program eRobota in summer 2022. Furthermore, a marketplace of financial opportunities was established, offering

information on a range of financial resources, including loans, factoring, government programs, grant schemes, regional programs, and international aid, for SMEs facing financial challenges due to the war [4].

- The mobilization of support for the Ukrainian military through online tools. Diia offers a range of assistance to the Ukrainian military, including the collection of donations for drones. This has resulted in the collection of tens of millions of UAH for the Ukrainian Armed Forces and territorial defense. Moreover, Diia.TV and Diia.Radio provide official and reliable information even in Ukraine's temporarily occupied regions, while the educational series "To Be There" offers mental health support to children suffering from post-traumatic stress disorder.

- Access to humanitarian aid and individual support through online platforms. The digital platform eDopomoga was launched to support Ukrainians affected by the war. It brings together the state, humanitarian organizations and volunteers from across the globe. By completing an application form, Ukrainians in need can apply for assistance [7].

- A phone application for Ukrainian refugees abroad. The "I am Ukrainian" mobile application was developed to unite Ukrainians who were forced to flee the country. It offers information on cultural events, community gatherings, and meetups abroad.

- A single online database for damaged and destroyed property (eRecovery) [8]. It contains information on all residential, transport and social infrastructure that was damaged as a result of Russian attacks.

These digital initiatives prove that digital tools are a powerful force in the economy and Ukraine has a strong ICT sector. Digital tools provide more efficient and faster access to information, enabling seamless communication between staff, suppliers, and networks, thereby reducing transaction costs. They can also help SMEs integrate into global markets by streamlining transportation and border procedures and improving the overall range of trade services. On top of that, digitalization can be used to promote good governance and to fight corruption. In particular, it can improve the functioning of public administration institutions and bring governments closer to citizens and businesses, increasing public sector efficiency and policy effectiveness [2, 24-28].

The digital transformation of Ukraine's economy has gained considerable momentum, with the digital sector making a substantial contribution to the country's GDP and demonstrating resilience in times of war.

Despite the ongoing challenges posed by the war, Ukraine's digital resilience demonstrates its capacity for long-term modernization and recovery. The digital transformation of Ukraine remains a strategic imperative for rebuilding the country and advancing its position in the global digital economy.

References

1. Iryna Maksymenko, Andrii Akimov, Svitlana Markova, 2024. TRENDS IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF UKRAINE'S ECONOMY IN THE CONTEXT OF WAR. *Baltic Journal of Economic Studies*, Vol. 10, No. 1, 175-184. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-1-175-184>.
2. OECD, 2024. Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine. OECD Publishing, Paris, 15-37. DOI: <https://doi.org/10.1787/4b13b0bb-en>.
3. Ministry of Digital Transformation of Ukraine. Results of digital transformation in the regions of Ukraine in 2023. Available at: <https://thedigital.gov.ua/news/rezultati-tsifrovoi-transformatsii-v-regionakh-ukraini-za-2023-rik>.
4. Ministry of Digital Transformation of Ukraine. Results of Diia.Business in 2023: development of the Ukrainian entrepreneurial ecosystem in the context of war. Available at: <https://thedigital.gov.ua/news/rezultati-diyabiznes-u-2023-rotsi-rozvitok-ukrainskoi-pidpriemitskoi-ekosistemi-v-umovakh-viyni>.
5. Digital country. Available at: <https://ukraine.ua/invest-trade/digitalization/>.
6. Diia. Available at: <https://diia.gov.ua/services>.
7. eDopomoga. Available at: <https://edopomoga.gov.ua/en/>.
8. eRecovery. Available at: <https://erecovery.diia.gov.ua/>.

УДК 159.9

В.В. Вишньовський, к.психол.н., доцент; М.М. Стояновська

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕРНЕТ-МЕРЕЖА ЯК ІНСТИТУТ СОЦІАЛІЗАЦІЇ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ

V.V. Vyshnovskiy Ph.D, Assoc. Prof.; M.M. Stoyanovska

THE INTERNET AS AN INSTITUTE OF SOCIALIZATION IN MODERN UKRAINE

Інтернет-соціалізація у XXI столітті набуває особливого значення в умовах глобалізації, цифровізації та широкого поширення технологій. Для України, яка активно інтегрується в європейський простір і переживає соціальні трансформації, інтернет став не лише джерелом інформації, а й потужним інструментом соціалізації. Завдяки доступу до глобального інформаційного середовища, українці можуть формувати нові соціальні зв'язки, здобувати освіту, поширювати національну культуру та долати бар'єри, пов'язані з географією чи соціальною нерівністю. Водночас інтернет-соціалізація в Україні має свої виклики, пов'язані з інформаційною безпекою, кібербулінгом та впливом глобальних культурних трендів.

За останні десятиліття доступ до інтернету в Україні зріс у рази. За даними Державної служби статистики, у 2023 році понад 75% населення України мали доступ до інтернету, а серед молоді цей показник перевищує 95%. Поширення мобільного інтернету та розвиток цифрових технологій сприяли включенню українців у глобальний інформаційний простір [2].

На думку українського соціолога Оксани Брицької, інтернет став «новим соціальним інститутом», який поступово заміщує традиційні форми соціалізації, такі як школа чи навіть сім'я, особливо серед молоді [1].

Особливого значення для соціалізації особистості набувають соціальні мережі. Соціальні мережі в Україні, такі як Facebook, Instagram, TikTok та Telegram, стали основними платформами для взаємодії. За дослідженнями Українського інституту соціальних досліджень ім. Олександра Яременка, майже 80% молоді вважає соціальні мережі головним джерелом інформації та засобом спілкування [1].

Через соціальні мережі відбувається:

- формування національної ідентичності (зокрема через популяризацію української мови та культури);
- розвиток політичної соціалізації (особливо через кампанії в соцмережах, пов'язані з війною та волонтерством);
- створення нових груп за інтересами, які виходять за межі локальних спільнот.

Також варто говорити і про освітній аспект інтернет-соціалізації, зокрема, онлайн-освіту в Україні. З початком пандемії COVID-19 і війною в Україні онлайн-освіта набула нового значення. Платформи Zoom, Google Classroom, «Всеукраїнська онлайн-школа» стали невід'ємною частиною освітнього процесу.

Українська дослідниця Тетяна Лапіна зазначає, що онлайн-освіта сприяє не лише засвоєнню знань, а й формуванню нових соціальних зв'язків між учнями та вчителями. Однак Лапіна також підкреслює ризики зниження якості особистісної взаємодії [4].

Активно в Україні відбувається розвиток цифрових компетенцій. Україна активно впроваджує програми цифрової грамотності. Проєкт «Дія. Цифрова освіта» Міністерства

цифрової трансформації має на меті навчити мільйони українців базових навичок роботи в інтернеті, що є важливим для соціалізації в умовах цифрового суспільства.

Однак потрібно сказати і про певні виклики інтернет-соціалізації в Україні, зокрема:

1. Інформацій безпека та вплив дезінформації. Інформаційна війна, яка є складовою російської агресії проти України, створює серйозні загрози для інтернет-соціалізації. Поширення фейків, маніпулятивного контенту та пропаганди впливає на формування суспільних настроїв і цінностей. За словами українського дослідника Юрія Кульчицького, важливою складовою інформаційної безпеки є медіаграмотність, яка дозволяє українцям критично оцінювати інформацію та зменшувати вплив пропаганди [3].

2. Кібербулінг та його вплив на молодь. Дослідження Українського інституту майбутнього показують, що близько 30% українських підлітків стикалися з кібербулінгом. Це явище негативно впливає на психологічний стан і самооцінку молоді, особливо у підлітковому віці. На думку української психологині Ірини Соловйової, важливо розвивати програми психологічної підтримки для тих, хто став жертвою онлайн-агресії [5].

3. Залежність від інтернету. Згідно з даними Київського міжнародного інституту соціології, майже 40% української молоді визнає, що проводить надто багато часу в інтернеті, і це впливає на їхнє соціальне життя. Залежність від інтернету є новим викликом, який потребує уваги освітян і психологів [3].

Потрібно відмітити, що попри всі виклики інтернет-соціалізації в Україні є і позитивний вплив. Це проявляється в діяльності волонтерського руху, громадянській активності та популяризації української культури.

Інтернет став важливим інструментом для організації волонтерських рухів, особливо під час війни. Соціальні мережі об'єднують українців для допомоги армії, переселенцям та постраждалим. Через інтернет поширюються українські музика, література, кіно та інші форми мистецтва. Блогери та інфлюенсери активно працюють над популяризацією української мови та традицій.

Попри все розвиток інтернет-соціалізації в Україні має свої перспективи, зокрема, інтеграція штучного інтелекту (використання штучного інтелекту для персоналізації освітніх платформ, аналізу поведінки користувачів та боротьби з дезінформацією стане новим етапом розвитку інтернет-соціалізації); етичні аспекти інтернет-соціалізації (Українські науковці, зокрема Валерій Рибалка, наголошують на важливості розробки етичних стандартів для використання інтернету, щоб зменшити негативний вплив і захистити користувачів від маніпуляцій) [4].

Висновок. Інтернет-соціалізація в сучасній Україні є багатогранним явищем, яке має як значні переваги, так і серйозні виклики. Умови війни та цифрової трансформації посилюють значення інтернету як платформи для формування ідентичності, навчання, громадянської активності та взаємодії. Проте для успішного використання потенціалу інтернету важливо розвивати медіаграмотність, протидіяти дезінформації та забезпечувати етичне використання цифрових технологій.

Література

1. Гриценко О.М. «Дигіталізація та соціалізація: український контекст» // *Соціологія в епоху глобалізації*. 2020. №4. С. 89–103.
2. Державна служба статистики <https://stat.gov.ua/uk/pages/2023> (дата звернення 21.11.2024).
3. Кульчицький Ю.М. «Інформаційна безпека в умовах інтернет-соціалізації: виклики для України» // *Вісник Національної академії наук України*. 2023. №1. С. 34–47.
4. Лапіна Т.О. «Онлайн-освіта як інструмент соціалізації молоді в умовах цифрової трансформації» // *Український соціологічний журнал*. 2022. №3. С. 45–56.
5. Соловйова І.В. «Вплив соціальних мереж на формування ідентичності підлітків» // *Психологія і суспільство*. 2021. №2. С. 12–24.

УДК 159.9

В.В. Вишньовський, к.психол.н., доцент; М.Я. Покотило

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ЯК СКЛАДОВА ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ

V.V. Vyshnovskiy Ph.D, Assoc. Prof.; M.YA. Pokotylo

MENTAL HEALTH AS A COMPONENT OF A HEALTHY LIFESTYLE

У сучасному світі проблема ментального здоров'я набуває дедалі більшої ваги. Швидкий ритм життя, високі вимоги на роботі та в особистому житті, зростаючі інформаційні потоки – все це створює додатковий стрес, з яким люди часто не можуть впоратися самостійно. Ментальне здоров'я стає ключовою складовою загального здоров'я людини, впливаючи на її фізичне, емоційне та соціальне благополуччя.

Актуальність дослідження ментального здоров'я як складової здорового способу життя не викликає сумнівів. Це питання охоплює багато аспектів життя людини, від особистого благополуччя до соціально-економічних наслідків. Збереження та покращення ментального здоров'я є ключовим чинником для забезпечення високої якості життя, гармонійного розвитку суспільства та економічного зростання.

Ментальне здоров'я не лише забезпечує емоційну стійкість, але й є основою для гармонійної взаємодії з іншими людьми, професійного зростання та особистісного розвитку. Неврологічні та психічні захворювання, такі як депресія, тривожні розлади, професійне вигорання, все частіше стають причинами зниження якості життя та працездатності населення. Відсутність належної підтримки та розуміння проблем ментального здоров'я може призвести до серйозних соціальних та економічних наслідків.

Зниження продуктивності праці, часті лікарняні відпустки та підвищена потреба в медичній допомозі – це лише деякі з наслідків ігнорування ментального здоров'я. На рівні підприємств та організацій це може призвести до значних економічних втрат. Витрати на лікування психічних захворювань та надання соціальної підтримки значно зростають, якщо не вживати превентивних заходів та не впроваджувати програми підтримки ментального здоров'я на робочих місцях.

Пандемія COVID-19 показала, наскільки важливим є ментальне здоров'я для виживання та адаптації в умовах кризи. Ізоляція, втрата роботи, страх за власне здоров'я та здоров'я близьких, невизначеність майбутнього – все це значно підвищило рівень стресу та тривожності серед населення. В цих умовах підтримка ментального здоров'я стає не просто бажаною, а життєво необхідною умовою для подолання кризових ситуацій.

Дослідження теми ментального здоров'я як складової здорового способу життя повинно враховувати міждисциплінарний підхід. Психологічні, соціальні, медичні та економічні аспекти повинні бути інтегровані для повного розуміння проблеми та пошуку ефективних рішень. Науковці, такі як Максименко С.В., Морозов О.І., Карамушка Л.А., Чепелева Н.В., Кочарян О.А., Михайленко В.Ф. та Цимбалюк О.М. проводять важливі дослідження в цій області, пропонуючи різні теоретичні та практичні підходи до підтримки ментального здоров'я.

Так Максименко С.В. зазначає, що психологічне здоров'я відіграє ключову роль у загальному благополуччі людини, та визначає ментальне здоров'я як стан, що забезпечує оптимальне функціонування індивіда в суспільстві, а також здатність до самореалізації та гармонійного розвитку. Воно включає емоційний та психологічний баланс, що дозволяє ефективно справлятися зі стресами та життєвими викликами [3].

В свою чергу Морозов О.І. досліджує психосоціальні фактори, що впливають на адаптацію до стресу. Він підкреслює важливість соціальної підтримки та позитивного мислення

у зменшенні негативних наслідків стресу. Адаптація до стресових ситуацій залежить від здатності індивіда використовувати доступні ресурси для подолання труднощів [5].

Карамушка Л.А. розглядає професійний стрес та емоційне вигорання як ключові фактори, що впливають на ментальне здоров'я працівників. Вона підкреслює, що сучасний робочий світ вимагає високої стійкості до стресу та здатності ефективно керувати емоціями. Важливою є підтримка робочого балансу та розвиток навичок самоорганізації для попередження вигорання [1].

Чепелева Н.В. вивчає вплив соціально-психологічних умов на якість життя індивіда. Вона підкреслює, що ментальне здоров'я є важливою складовою підвищення якості життя, оскільки воно сприяє гармонійному розвитку особистості та соціальної інтеграції. Високий рівень психічного здоров'я забезпечує кращу адаптацію до соціальних умов та підвищує загальний рівень задоволеності життям [7].

Кочарян О.А. аналізує сучасні підходи до психотерапевтичної підтримки психічного здоров'я. Він зазначає, що психотерапія є ефективним інструментом для підтримки ментального здоров'я, оскільки вона допомагає індивідам розвивати навички саморегуляції та емоційної стійкості. Психотерапевтичні методи можуть включати когнітивно-поведінкову терапію, психоаналітичну терапію та інші підходи, що сприяють покращенню психічного здоров'я [2].

Михайленко В.Ф. досліджує зв'язок між психічним та фізичним здоров'ям у контексті психосоматики. Він підкреслює, що ментальне здоров'я безпосередньо впливає на фізичне здоров'я, оскільки стрес і тривога можуть призводити до розвитку фізичних захворювань. Підтримка психічного здоров'я є важливим аспектом профілактики та лікування фізичних недуг [4].

Цимбалюк О.М. аналізує вплив стресу та тривожності на загальний добробут індивіда. Вона пропонує рекомендації для підтримки психічного здоров'я, зокрема розвиток навичок управління стресом та зниження тривожності через релаксаційні техніки, фізичну активність та збалансоване харчування. Підтримка здорового способу життя є ключовою умовою збереження ментального здоров'я [6].

Висновок. Ментальне здоров'я є важливою складовою здорового способу життя. Воно визначає здатність індивіда ефективно справлятися зі стресами, підтримувати емоційний баланс та забезпечувати високий рівень життєвої задоволеності. Дослідження українських авторів підкреслюють важливість комплексного підходу до підтримки психічного здоров'я, включаючи соціально-психологічні умови, психотерапевтичну підтримку та розвиток навичок саморегуляції.

Література

1. Карамушка Л.А. Професійний стрес та емоційне вигорання: психолого-педагогічні аспекти. *Науковий вісник з організаційної психології*. 2019. № 5(3). С. 67-75.
2. Кочарян О.А. Психотерапевтична підтримка психічного здоров'я: сучасні підходи. *Вісник психотерапії*. 2020. № 12(1). С. 34-42.
3. Максименко С.В. Психологічне здоров'я: теоретичні підходи та практичні аспекти. *Психологічні науки*. 2020. № 7(1). С. 45-58.
4. Михайленко В.Ф. Психосоматика: зв'язок психічного та фізичного здоров'я. *Медицина психологія* 2019. № 3(2). С. 50-57.
5. Морозов О.І. Психосоціальні фактори адаптації до стресу: теорія та практика. *Журнал психіатрії та психотерапії*. 2018. № 6(2). С. 23-30.
6. Цимбалюк О.М. Вплив стресу та тривожності на добробут: рекомендації для підтримки психічного здоров'я. *Наукові записки. Серія: Психологічні науки*. 2022. № 20(1). С. 10-18.
7. Чепелева Н.В. Соціально-психологічні умови підвищення якості життя: роль психічного здоров'я. *Психологія і суспільство*. 2021. № 9(4). С. 88-95.

УДК 159.9

**В.В. Вишньовський, к.психол.н., доцент; Н.І. Станько, магістрантки групи
БПмд - 61**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СІМЕЙНЕ ЩАСТЯ ЯК ЧИННИК ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ЛЮДИНИ

V.V. Vyshnovskiy Ph.D, Assoc. Prof.; N.I. Stanko, master of group BPmd – 61

FAMILY HAPPINESS AS A FACTOR OF PSYCHOLOGICAL WELL BEING OF THE PERSON

Актуальність даної теми зумовлена тим, що інститут сім'ї є фундаментом держави, і це неодноразово зазначається у державних програмах, які безпосередньо спрямовані на підтримку сім'ї та шлюбу. Сім'я є основним і незамінним елементом людського суспільства, відіграючи важливу роль як у житті кожної особистості, так і в житті всього суспільства. На благополуччя сучасної сім'ї впливають такі чинники, як: психобіологічна сумісність, соціальна зрілість подружжя та модель шлюбних відносин батьків. Психологічна готовність людини до шлюбу є ключовою для подальших сімейних відносин, оскільки вона визначає, чи будуть ці відносини успішними, чи виникнуть конфлікти, що, в свою чергу, впливає на психологічне благополуччя сім'ї. Проте на сучасному етапі спостерігається зниження важливості сім'ї для молодого покоління, що не може не викликати стурбованість та занепокоєння.

Сім'я – це як команда літака, що складається з командира та другого пілота. Вони дотримуються спільного плану польоту і в усьому діють злагоджено. Чоловік і дружина, між якими панує злагода, навіть у важкий час думають про те, що важливо для обох, а не для кожного поодиноці [3].

Сімейні стосунки мають тривалий характер і значно впливають на загальне благополуччя протягом усього життя. Ми акцентуємо увагу на якості стосунків та їх різноманітні, пояснюючи їх вплив на благополуччя впродовж дорослого життя. Також розглядаються перспективи майбутніх досліджень, зокрема необхідність глибшого розуміння складності таких стосунків з урахуванням різноманіття сімейних структур, можливих переваг конфліктів у стосунках та унікальних поєднань. Як у позитивному, так і в негативному аспекті, сімейні відносини є основними чинниками, що формують добробут людини протягом усього життя.

У зв'язку зі старінням населення та пов'язаними з віком захворюваннями, виникає нагальна потреба в кращому розумінні чинників, які сприяють здоров'ю та благополуччю серед зростаючої кількості літніх людей у світі. Сімейні стосунки можуть стати ще більш важливими для благополуччя людей похилого віку, оскільки їх потреби в догляді зростають, а соціальні зв'язки, зокрема на роботі, стають менш важливими. Мета дослідження полягає у вивченні впливу сімейного щастя на особисте благополуччя індивіда.

У сучасній психології благополуччя подружніх відносин визначається наступними факторами, такими, як: ідентифікаційні механізми (Ю. Дмитрук), особистісна автономність партнерів (О. Кляпець), умови та вимоги соціального середовища, співпереживання, контроль своїх почуттів та емоцій, уміння подружжя впоратися з повсякденним стресом (Т. Крюкова), ставлення до партнера, до шлюбу взагалі і до власного (Є. Кіжаєва) [2].

Для реалізації визначених завдань був обраний відповідний психодіагностичний інструментарій: «Шкала психологічного благополуччя» Х. Ріфф (адаптація Н.Н. Лепешинського) – дає можливість оцінити рівень психологічного благополуччя за такими параметрами, як автономія, особистісний ріст, самоприйняття, позитивні взаємозв'язки, життєва мета та самостійність. «Тест-опитувальник задоволеності шлюбом» (В. Столін, Т. Романова, Г. Бутенко) – застосовується для оцінки рівня задоволення шлюбними відносинами. «Рольові очікування і домагання у шлюбі» (А.Н. Волкова) – методика, що дозволяє визначити очікування та вимоги партнерів у шлюбі. «Особливості спілкування між подружжям» (Ю.Є. Альошина, Л.Я. Гозман та Е.М. Дубовська) – цей опитувальник аналізує аспекти взаємодії між партнерами. Опитувальник «Розподіл ролей в сім'ї» (Ю.Є. Альошина, Л.Я. Гозман та Е.М. Дубовська) – дає змогу визначити, як подружжя розподіляє обов'язки та ролі в родині. Групу досліджуваних склали сімейні пари.

Результати демонструють, що більшість респондентів мають високі або помірковані очікування щодо різних аспектів шлюбних відносин. Найвищі очікування зафіксовані в сферах домашніх обов'язків та особистісної ідентифікації, тоді як інші аспекти, такі як інтимність, батьківство, соціальна активність, емоційна підтримка та привабливість, мають середні показники. Це вказує на те, що респонденти прагнуть отримувати від шлюбу не лише емоційне та фізичне задоволення, а й зберегти свою індивідуальність та чітко визначити ролі й обов'язки в родині. Емоційне тяжіння безпосередньо залежить від рівня щастя респондентів, і отримані коефіцієнти кореляції підтверджують цей факт [1]. Аналіз попередніх результатів показує, що для жінок соціально-психологічні чинники мають трохи більший вплив на формування рівня щастя, ніж для чоловіків.

Висновок. Таким чином, розподіл ролей у родині є досить збалансованим, хоча з деякими відмінностями в окремих сферах. Кореляційний аналіз виявив прямий пропорційний зв'язок між рівнем щастя та задоволеністю шлюбом з одного боку та соціально-психологічними факторами з іншого. Жінки трохи частіше беруть на себе відповідальність за емоційний клімат та ведення домашнього господарства, тоді як в питаннях матеріального забезпечення та соціальної активності ролі розподілені майже рівномірно.

Ці результати підкреслюють важливість взаєморозуміння та спільних зусиль для підтримки гармонії в родині. Позитивні показники в усіх категоріях свідчать про високий рівень комунікації та співпраці між партнерами, що є основою стабільності та благополуччя в родині.

У щасливих родинах виростають діти, які мають високу впевненість у собі та відчують радість, здатні розрізнати добро і зло, а також мають міцні моральні принципи, необхідні для розвитку суспільства. Сім'я – це початок нового життя, продовження славного роду та шанування традицій. Гармонійна родина є найважливішою цінністю, що робить життя кожної людини щасливим, повним і змістовним. Експерти визначають сім'ю як справжню школу людських відносин, у якій особистість зростає, розвивається та вдосконалюється.

Література

1. Мірошкіна А., Марциняк-Дорош, О. (2021). Психологічне обґрунтування сімейного щастя як чинника психологічного благополуччя особистості. Збірник наукових праць Scientia.
2. Троценко Н.С. Фактори сімейного благополуччя. Психологічний журнал. 2011. Т. 32. №2. С. 82-93.
3. Чоловікові і дружині. Злагода [Електронний ресурс]. URL: [file:///C:/Users/home/Downloads/%D0%92%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/home/Downloads/%D0%92%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20(2).pdf) (дата звернення 23.11.2024 р.)

УДК 159.9

В.В. Вишньовський, к.психол.н., доцент; Н.П. Бех

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИНДРОМ ЕМОЦІЙНОГО ВИГОРАННЯ ЯК НЕГАТИВНИЙ ФАКТОР УЧБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ

V.V. Vyshnovskiy Ph.D, Assoc. Prof.; N.P. Beh

EMOTIONAL BURNOUT SYNDROME AS A NEGATIVE FACTOR OF EDUCATIONAL ACTIVITIES IN WAR CONDITIONS

Війна, як соціально-політичне явище, суттєво змінює не лише фізичне, а й психологічне середовище суспільства. Особливо складно переживається ця ситуація молодими людьми, які тільки вступають у професійну діяльність. Студенти, які навчаються за спеціальністю психологія, переживають подвійний стрес: з одного боку вони стають професіоналами в галузі психології, а з іншого – їхній навчальний процес проходить в умовах воєнного стану, який збільшився до численних стресових факторів. Одним із таких факторів є синдром емоційного вигорання (СЕВ).

Підвищення емоційного переживання є серйозною проблемою в психологічній практиці, оскільки воно не лише позначається на психоемоційному стані особистості, а й негативно впливає на якість навчання та професійної підготовки студентів. У ситуації воєнного стану, коли рівень стресу та невизначеності зростає, СЕВ стає ще більш актуальним питанням. Студенти-психологи часто стикаються з важкими емоційними навантаженнями, виконуючи роль волонтерів або психологічних консультантів для осіб, які постраждали від війни, і в той же час намагаються успішно провести навчання в умовах нестабільної завершальної ситуації [4].

Метою цієї статті є дослідження впливу синдрому емоційного вигорання на учбову діяльність студентів-психологів в умовах війни, а також розгляд заходів профілактики та подолання цього явища.

Даній тематиці присвятили свої праці багато українських науковців. Так, Бойко В.В. досліджував питання емоційного вигорання в професійній діяльності, зокрема в умовах стресових і кризових ситуацій, в тому числі в умовах війни. Його роботи зосереджуються на діагностиці, профілактиці та подоланні СЕВ у різних професіях; Костюк Г.С. досліджував психологічні аспекти професійного вигорання у молоді, зокрема в умовах стресових ситуацій і війнах. Він акцентує увагу на важливості соціальної підтримки та психологічної допомоги; Романюк І.М. досліджувала стресові фактори в діяльності студентів-психологів в умовах війни та їх вплив на психоемоційний стан; Павленко Л.М. працює над вивченням стресових та психологічних аспектів життєвого шляху молоді під час війни; Вербицька Н.С. зверталася до проблем емоційного вигорання у студентів та психологів, зокрема в умовах війни, і пропонувала методи підтримки психічного здоров'я в умовах постійної невизначеності [2].

Синдром емоційного вигорання (СЕВ) – це хронічний стресовий стан, який характеризується виснаженням емоційних ресурсів людини. Головними ознаками СЕВ є: Емоційне виснаження – людина відчуває себе постійно втомленою, навіть після відпочинку, та має обмежену здатність до емоційного відновлення. Деперсоналізація – спостерігається дистанціювання від оточуючих, знижується рівень емпатії. У студентів-психологів це може призвести до байдужості до тих, кому вони надають психологічну допомогу. Зниження

професійної ефективності – зниження впевненості у власних силах, зниження якості навчальних та практичних результатів, що є критичним для майбутніх психологів [1].

СЕВ у студентів-психологів може бути спричинений як зовнішніми, так і внутрішніми факторами. В умовах воєнного стану стресові фактори набувають ще більшої виразності: війна, нестабільність, постійна напруга, фізичне та психологічне перенавантаження. Так виникненню СЕВ сприяють: 1. Війна як стресовий фактор. Під час війни студенти-психологи стикаються з серйозними стресовими ситуаціями, які включають не тільки особливості переживання, але й підтримку інших людей. 2. Навчальні навантаження та професійні вимоги. Навчання на психолога – це завжди велика емоційна та інтелектуальна праця, що вимагає високого рівня самовіддачі. В умовах війни, коли навчальний процес стає нестабільним через перенесення занять, обмеження ресурсів та нестабільні умови життя, студенти стикаються з додатковими труднощами. Психологи, навіть на етапі навчання, часто залучаються до допомоги постраждалим або вразливим категоріям населення, що збільшує емоційну напругу. 3. Волонтерська діяльність. Багато студентів-психологів залучаються до волонтерських ініціатив, які передбачають допомогу пораненим, переселенцям, родинам загиблих та іншим вразливим групам. Тривалий контакт з особами, які пережили психологічні травми, може викликати у волонтерів «вторинну травматизацію», що є частиною розвитку синдрому емоційного вигорання. 4. Особистісні особливості студентів. Для студентів-психологів характерні високі рівні емоційної чутливості та емпатії. Відсутність належних методів саморегуляції та стресостійкості у поєднанні з постійними стресами може стати основним фактором ризику розвитку СЕВ [3].

Шляхи профілактики та подолання СЕВ у студентів-психологів: 1. Психологічна підтримка. Важливо, щоб студенти-психологи мали доступ до регулярних консультацій з фахівцями. Психологічні тренінги та групи підтримки допомагають у формуванні здорових стратегій подолання стресу. 2. Навчання навичок стрес-менеджменту. Важливо, щоб студенти опановували методи саморегуляції емоцій, включаючи техніку релаксації, медитації та дихальні вправи. 3. Зменшення навантаження. В умовах воєнного стану варто адаптувати навчальний процес, зменшуючи кількість завдань та забезпечуючи додатковий час для відпочинку та відновлення. 4. Підтримка колективу. Формування емоційно підтримуючого середовища в навчальному закладі дозволяє студентам отримати соціальну підтримку, яка є важливою для запобігання емоційному вигоранню [2].

Висновок. Синдром емоційного вигорання у студентів-психологів в умовах воєнного стану є серйозною проблемою, яка потребує системного підходу до вирішення. Розробка профілактичних заходів, залучення ресурсів навчальних закладів та суспільства в цілому, а також активна позиція самих студентів можуть допомогти зменшити ризики розвитку СЕВ. Це питання не лише про якість підготовки майбутніх фахівців, а й про збереження їхнього психічного здоров'я, що є ключовим для побудови стійкої системи психологічної допомоги у суспільстві.

Література

1. Долинський Б.А., Шульга Л.М. Синдром емоційного вигорання у студентів в умовах дистанційного навчання під час пандемії та війни. *Наукові записки НаУКМА: Психологія і педагогіка*. 2023. №5. С. 35-47.
2. Іващенко О.О., Мартиненко Т.С. Психологічна підтримка студентів з проявами емоційного вигорання в умовах війни. *Актуальні проблеми психології*. 2022. №2(10). С. 15-23.
3. Мельник Н.М. Розвиток стресостійкості у студентів в умовах війни як засіб запобігання вигорання. *Теоретичні та прикладні проблеми психології*. 2023. №4(18). С. 42-51.
4. Романенко О.І. Особливості емоційного стану студентів під час дистанційного навчання в умовах війни. *Проблеми сучасної психології*. 2022. №2. С. 78-89.

УДК 159.9

В.В. Вишньовський, к.психол.н., доцент; О.В. Кругляк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПЕЦИФІКА СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАДАПТАЦІЇ ВІЙСЬКОВИХ ПІСЛЯ ВІЙНИ

V.V. Vyshnovskiy Ph.D, Assoc. Prof.; O.V. Kruhlyak

SPECIFICITY OF SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL READAPTATION OF MILITARY AFTER THE WAR

Україна є країною, де багато військових повертаються з війни починаючи з 2014 року їх соціально-психологічна реадaptaція стала актуальною проблемою. Соціально-психологічна реадaptaція військових має велике значення для суспільства, оскільки вона впливає на їхнє благополуччя та інтеграцію в цивільне життя. Моє дослідження направлене на вивчення особливостей цього процесу з метою вироблення практичних рекомендацій для покращення умов реадaptaції військових та забезпечення їхнього успішного повернення до мирного життя.

Після повернення додому багато з військових зіштовхуються зі складнощами в реадaptaції до цивільного життя через отримані стресові ситуації та психологічні травми. Це створює серйозні соціальні та психологічні проблеми, які потребують детального вивчення та розробки ефективних стратегій підтримки. Тому моральний обов'язок держави та її інституцій попіклуватись про військових які захищали державу, підтримкою не тільки матеріального, фізичного але й психологічного стану та реадaptaції їх до звичного життя.

Мета мого дослідження полягає в вивченні особливостей соціально-психологічної реадaptaції військових після війни, виявленні факторів, які впливають на цей процес, а також розробці інноваційних підходів та практичних рекомендацій для успішної реадaptaції військових. Основною метою є забезпечення психологічного та соціального благополуччя українських військових у процесі повернення до мирного цивільного життя.

Сучасні дослідження у сфері соціальної реадaptaції військових свідчать про сталий інтерес до даної проблеми. Зокрема, дослідники звертають увагу на важливість розвитку програм та методів психосоціальної підтримки для військових, які повертаються до цивільного життя не тільки під час війни, а й задовго після її завершення. Крім того, акцентується увага на вивченні факторів, що впливають на успішну реінтеграцію військових у суспільство, таких як психологічний стан, доступ до робочих місць та соціальні мережі підтримки, оскільки після завершення війни та отриманих травм життя військових не припиняється. Дослідження спрямоване на формування ефективних стратегій підтримки військових у процесі їхньої соціальної адаптації.

Соціальна реадaptaція військових - це складний процес, що вбачає адаптацію до нових соціальних умов військового та повернення його до цивільного життя, а також забезпечення підтримки у процесі інтеграції в цивільне суспільство. Не мало важливим фактором є адаптація військовослужбовців різних категорій яка вимагає індивідуального підходу, оскільки кожна категорія має свої особливості. Учасники бойових дій зазнали психологічних травм та потребують підтримки для подолання посттравматичного стресового розладу. Офіцерський склад має свої вимоги до соціальної реадaptaції, пов'язані з втратою статусу та переорієнтацією у цивільному житті. Жінки-військовослужбовці

потребують уваги до гендерних особливостей та можливостей поєднання військової служби з родинними обов'язками.

Під час написання даної роботи та підбору практик я виявила, що поєднання арт-терапії та логотерапії з урахуванням індивідуальних творчих захоплень військових може значно підвищити ефективність реабілітації. Такий підхід дозволяє людині вибрати найбільш комфортний спосіб самовираження, що сприяє не лише зниженню стресу, а й під час творчої роботи, людина буде зосереджена на роботі і здебільшого відкривається більш довірливо. Спочатку в ході ознайомчої роботи задавала питання «яка саме форма творчості найбільш приваблива для вас: малювання, ліплення, музика, писання текстів тощо.» Арт-терапія в цьому контексті повертає нас в дитинство і стає «мовою», через яку можна працювати з сенсом життя та цінностями. В кожному творчому занятті можливо знайти свої реабілітаційні методи, наприклад за допомогою ліпки, можна «створювати» нове, або ліпити негативне і його знищувати, як і під час малювання, так будь-яке обране заняття стає частиною пошуку сенсу через творчість.

Декілька з прикладів – які я використала в роботі об'єднуючи логотерапію та арт-терапію:

Ліпка: «Позитивний образ підтримки»:

Запропоновуємо виліпити з пластиліну чи іншого матеріалу для ліплення символ - наприклад фігурка, яка символізує любов, безпеку чи любий інший позитивний образ за бажанням (вибір довільний і це давало поле для творчості – серця, квіточки і навіть Спанч Боб).

Під час ліплення варто обговорити питання, чому саме ця фігурка, що вона символізує для людини, яким чином вона надихатиме і буде підтримувати у важкі моменти.

Малювання: «Карта майбутнього»:

Дану техніку взяла з колись дуже розрекламованої «Карти мрій», проте в нашому варіанті центром картини є сам військовий, а довкола розташовані «острови» важливих майбутніх цілей і мрій. Якщо військовий дуже закритий до створення даної карти і розгублений бо не зовсім розуміє свої бажання (на початку реабілітації таке часто буває), можна поступово її домальовувати, при кожній зустрічі, даючи йому «завдання» подумати чим би ще хотілось зайнятись в житті і пригадати, чим хотілось зайнятись до призову на службу (у військових які довго служать у війську чомусь спостерігається атрофія мрій, можливо через брак вільного часу але багато хто пригадуючи, що хотів і не зробив чомусь це пов'язують зі службою, можливо через брак вільного часу поза її межами).

Після завершення малюнку і розстановки всіх цілей і мрій важливо обговорити, чи ці «острови» допомогли сформуванню розуміння що військова служба лиш частина етапу життя, а життя даної людини набагато ширше ніж здається на перший погляд.

Висновок. Індивідуалізований підхід із використанням арт-терапії та логотерапії може стати цінним інструментом у реабілітації, забезпечуючи військовим психологічну підтримку і внутрішнє зростання. Оскільки крім травмуючого досвіду воїн зіштовхується з розгубленістю і не розумінням навколишнього світу і користі від свого майбутнього життя (бо як б це банально не звучало, людину дуже змінює війна).

Література

1. Герман Д. Психологічна травма та шлях до видужання. В-цтво «Старого Лева». 2023, 401 с.
2. Дикун В., Мороз В.М., Стасюк В. Методологія дослідження морально-психологічного стану особового складу військ (сил): навч.-метод. посіб. Київ : 7БЦ, 2023. 383 с.
3. Егер Е. Дар (12 уроків які врятовують ваше життя). В-цтво «Харків КСД» 2023. 130 с.
4. Круз В. Терапія ПТСР для військових як повернутися до нормального життя. В-цтво «Науковий світ», 2024. 126 с.
5. Расс Г. Терапія прийняття та відповідальності, яка сфокусована на травмі. В-цтво АСТ 2024. 488 с.

УДК 159.9

В.В. Вишньовський, к.психол.н., доцент; Т.А. Люштей

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЯЛЬНОСТІ ТРУДОВОГО КОЛЕКТИВУ

V.V. Vyshnovskiy Ph.D, Assoc. Prof.; T.A. Lushtei

INFLUENCE OF SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF THE PERSONALITY ON THE EFFICIENCY OF WORK TEAM ACTIVITIES

У сучасному світі, який характеризується стрімкими змінами у сфері економіки, технологій і соціальних відносин, питання адаптації працівників до умов трудової діяльності набуває особливої значущості. Ефективність діяльності трудового колективу залежить не лише від професійної компетентності його членів, а й від їх здатності взаємодіяти, приймати спільні рішення та працювати в умовах співпраці. Соціально-психологічна адаптація (СПА) є не тільки індивідуальним процесом, а й вагомим фактором, що впливає на продуктивність, мотивацію та згуртованість трудового колективу.

Проблематика соціально-психологічної адаптації особистості та її впливу на трудовий колектив привертала увагу багатьох українських науковців, особливо в галузі психології праці, соціальної психології та управління персоналом. Так Семенов О.О. досліджував психосоціальну адаптацію особистості в організаціях, зокрема адаптацію молодих фахівців; Карамушка Л.М. досліджувала психологічний клімат у колективі, стресостійкість та адаптацію до умов праці; Максименко С.Д. досліджував адаптацію особистості в соціальному середовищі; Боднар С.В. займався дослідженням корпоративної культури, міжособистісної взаємодії у трудових колективах; Журавльов О.В. займався вивченням конфліктології, соціальної адаптації та вирішення конфліктів у трудових колективах; Гуменюк І.В. – психологія управління, особливості адаптації працівників до нових умов праці; Костюк Г.С. вивчав розвиток і становлення особистості в умовах професійної діяльності; Яценко Т.С. досліджувала групову динаміку, рольові взаємодії в колективі, соціальну адаптацію; Романюк І.М. свої дослідження проводив в галузі організаційної психології, адаптації персоналу в умовах кризових змін; Павленко А.В. вивчав мотивацію та її вплив на адаптацію працівників.

Соціально-психологічна адаптація – це процес, у ході якого особистість інтегрується в соціальне середовище, пристосовуючи свої психічні та соціальні характеристики до вимог цього середовища. Адаптація включає в себе як індивідуальні, так і групові аспекти, що впливають на взаємодію між членами колективу [3].

Науковці виділяють декілька етапів соціально-психологічної адаптації: 1. Початковий етап (виникнення стресу через нові умови. У цей період особа може відчувати тривогу, невпевненість і страх перед невідомим); 2. Середній етап (визначення стратегій адаптації та формування нових соціальних зв'язків. Людина починає шукати підтримку серед колег, формуються нові комунікаційні канали); 3. Завершальний етап (успішна інтеграція в колектив. На цьому етапі особистість почувається комфортно в новому середовищі, що позитивно впливає на її продуктивність) [4].

Загалом вплив адаптації особистості на ефективність трудового колективу можна розглядати з двох аспектів, позитивного та негативного. Зокрема, до позитивних аспектів можемо віднести підвищення продуктивності (адаптовані працівники краще виконують

свої обов'язки, оскільки розуміють свої ролі та завдання); зменшення конфліктів (висока адаптація сприяє покращенню комунікації та зменшенню напруженості, що знижує ймовірність виникнення конфліктів); зростання морального духу (адаптовані особистості мають вищий рівень задоволеності роботою, що позитивно впливає на загальну атмосферу в колективі). До негативних аспектів можемо віднести відсутність адаптації (може призвести до стресу, вигорання та зниження продуктивності. Працівники, які не можуть адаптуватися, часто відчують емоційне виснаження); конфлікти в колективі (невміння адаптуватися може викликати напруженість між членами команди, що призводить до погіршення стосунків і зниження ефективності роботи) [1].

Також науковці виділяють низку факторів які впливають на соціально-психологічну адаптацію особистості до колективу. Всі ці фактори поділяють на дві великі групи індивідуальні фактори та групові фактори. До індивідуальних факторів відносять особистісні риси (екстраверсія, відкритість до досвіду, стресостійкість. Ці характеристики визначають, наскільки легко особа може пристосуватися до нових умов); попередній досвід (досвід роботи в колективі, соціальна підтримка. Люди, які мають позитивний досвід адаптації в минулому, зазвичай легше справляються з новими викликами). А до групових факторів відносять психологічний клімат у колективі (дружня атмосфера сприяє кращій адаптації. Якщо в колективі панує довіра і підтримка, нові члени команди швидше інтегруються); лідерство (стиль керівництва впливає на адаптаційні процеси. Лідери, які підтримують відкриту комунікацію і створюють умови для розвитку, сприяють кращій адаптації працівників) [2; 6].

Провівши ретельний аналіз наукових розробок з даної проблеми можна запропонувати методи покращення соціально-психологічної адаптації особистості в колективі. Дуже ефективним є використання тренінгів та семінарів: організація тренінгів для розвитку комунікативних навичок і командної роботи. Це дозволяє працівникам краще розуміти одне одного та покращує взаємодію в колективі. Не менш ефективним методом є психологічна підтримка: надання психологічної допомоги для працівників, які стикаються з труднощами адаптації. Це може включати індивідуальні консультації або групові сесії. Ще один метод це створення позитивного клімату: формування довірчих відносин у колективі через командні заходи та активності. Спільні заходи допомагають зміцнити зв'язки між працівниками та підвищити їхню задоволеність роботою. А також впровадження менторства: створення системи менторства, де досвідчені працівники допомагають новачкам адаптуватися до нових умов. Це сприяє швидшій інтеграції нових членів команди[5].

Висновок. Соціально-психологічна адаптація особистості є ключовим фактором, що впливає на ефективність діяльності трудового колективу. Розуміння процесів адаптації та впровадження стратегій для їх покращення можуть суттєво підвищити продуктивність і зменшити конфлікти в команді. Важливо, щоб організації приділяли увагу адаптаційним процесам, оскільки це безпосередньо впливає на їх успішність.

Література

1. Березанська Л.П. Соціально-психологічна адаптація особистості в професійній діяльності. Київ: Наука. 2018. 198 с.
2. Павленко А.В. Мотиваційні аспекти адаптації працівників. Вінниця: Нова книга. 2018. 164 с.
3. Романюк І.М. Психологічна адаптація персоналу в умовах організаційних змін. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2019. 144 с.
4. Сидоренко О. Адаптація особистості в умовах змін. Львів: Видавництво «Літера». 2020. С. 12-25
5. Ткаченко І. Психологія команди: теорія та практика. Харків: Видавництво «Фоліо». 2021. С. 78-90.
6. Шевченко М. Соціально-психологічні аспекти управління персоналом. Одеса: Видавництво «Астролябія». 2019. С. 33-50.

УДК 664

В.Луцишин, В.Стручок

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ЕВОЛЮЦІЇ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ В УПРАВЛІННІ ВІДХОДАМИ

V.Lutsyshyn, V. Struchok

Ternopil National Technical University named after Ivan Pylyuy

ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF THE MAIN TERMS IN WASTE MANAGEMENT

В Україні далі залишається невирішеною проблема управління відходами, в тому числі твердими побутовими відходами (ТПВ). На відміну від європейських держав в Україні дуже низький рівень перероблення та утилізації ТПВ і високий показник їх захоронення на полігонах [1]. У 95 відсотках випадків усі вони йдуть на полігони або сміттєзвалища [2]. Значна частина полігонів перевантажена і не відповідає природоохоронним та санітарним нормам.

Причинами наростання зазначених проблем, зокрема, є недостатнє фінансування з державного та місцевих бюджетів природоохоронних заходів, фінансування таких заходів за залишковим принципом, запровадження екологічно безпечних, ресурсо- та енергозберігаючих технологій, розвиток відновлюваних джерел енергії, нематеріального природокористування відбуваються безсистемно і надто повільно [1].

З метою вирішення зазначених проблем Верховною Радою України було прийнято новий рамковий закон «Про управління відходами» та відмінено раніше діючий закон «Про відходи». Значної еволюції, розширення та нового трактування зазнали основні ключові терміни, що застосовані у новому законі. На нашу думку аналіз цієї еволюції дає можливість зрозуміти спрямованість нового закону та перспективи його реалізації в майбутньому.

Терміни, що є визначальними, та які підлягали аналізу, наведено у старій та новій редакції зазначених законів в таблиці 1.

Таблиця 1. Еволюція основних термінів в управлінні відходами

№з/п	Найменування терміну згідно Закону України «Про відходи»	Найменування терміну згідно Закону України «Про управління відходами»
1.	Поводження з відходами	Управління відходами
2.	-	Система управління побутовими відходами
3.	-	Суб'єкт господарювання у сфері управління відходами
4.	Виробник відходів	Утворювач відходів
5.	Утилізація відходів	Рециклінг
6.	-	Термічне оброблення відходів
7.	Відходи: небезпечні відходи, побутові відходи	Відходи: біовідходи, великогабаритні відходи, відходи будівництва та знесення, ремонтні відходи, відходи харчових продуктів, відходи, що не є небезпечними, інертні відходи, медичні відходи, небезпечні відходи, побутові відходи

Відповідно до вимог директиви Європейського Парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року «Про відходи та про скасування деяких директив» [3] базовий термін відміненого закону «Про відходи» «поводження з відходами» замінено на більш перспективний «управління відходами», який передбачає в подальшому проведення системних заходів у зазначеній сфері. Якщо поведження з відходами визначалося як певні дії з відходами, то управління відходами визначено вже як комплекс заходів. Новий базовий термін підсилено похідними доповнюючими термінами «система управління побутовими відходами», що власне і є комплексом заходів, та «суб'єкт господарювання у сфері управління відходами», що здійснює окремі операції з управління побутовими відходами в межах територіальної громади або декількох громад, яких у старому законі немає (пункти 1, 2, 3 порівняльної таблиці 1).

Відповідно до пункту 4 таблиці 1 терміни «виробник відходів» та «утворювач відходів» визначено як юридичну або фізичну особу, що утворює відходи, але поняття утворювача відходів поширено ще й на суб'єктів управління відходами, в результаті діяльності яких відбувається зміна характеристик або складу відходів.

Суттєво перероблено відповідно до вимог директиви [3] термін «утилізація відходів». Його замінено на два терміни «рециклінг» та «термічне оброблення відходів». У відміненому законі термін «утилізація відходів» означав використання відходів як вторинні матеріальні чи енергетичні ресурси. У новому законі все чітко розділено: «рециклінг» (відновлення), операції, де відходи переробляються у матеріали для використання за первинною метою без операцій з відновлення енергії, та «термічне оброблення відходів», де реалізується технологічний процес термічного оброблення відходів, тобто використання їх як паливо (пункти 5, 6 таблиці 1). Наголос робиться на процесах, операціях підготовки до повторного використання, рециклінгу, що відповідає вимозі директиви Європейського Союзу [3] щодо ієрархії управління відходами, до замкнутості циклів використання природних ресурсів, до сучасних виробничих процесів, які не повинні давати відходи, що не мають подальшого використання.

Конкретизована номенклатура відходів, що підлягають управлінню (пункт 7 таблиці 1). Вона значно розширена з двох видів у старому законі до дев'яти у новому. На наш погляд у зв'язку з воєнними діями, що мають місце на території України, та руйнуваннями житлових будівель та споруд, об'єктів соціально-культурної інфраструктури, промислових об'єктів особливої актуальності набирає управління таким видом відходів, як відходи будівництва та знесення, великогабаритні відходи, ремонтні відходи.

Висновок. Аналіз еволюції термінів показує більш ґрунтовний, з визначенням конкретних технологічних операцій, підхід до процесів управління відходами, що дозволяє прогнозувати в ході реалізації нового рамкового закону України «Про управління відходами» досягнення значного прогресу в ході управління відходами відповідно до вимог Директиви Європейського Парламенту і Ради [3] та забезпечить в подальші роки сталий розвиток України як європейської держави.

Література

1. Закон України від 28.02.2019 №2697-VIII «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». – Режим доступу: - <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.
2. Постанова Верховної Ради України від 14.01.2020 р. №457-IX «Про рекомендації парламентських слухань на тему: «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років» //Київ – 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/457-20>.
3. Директива Європейського Парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року «Про відходи та про скасування деяких директив».

УДК 330.658

Г. Й. Островська, к.е.н., доц.; Т. Р. Шведа

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗНАЧЕННЯ КОУЧИНГУ В РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

H. Y. Ostrovska, Ph.D., Assoc. Prof.; T. R. Shveda

THE IMPORTANCE OF COACHING IN THE CREATIVE ORGANIZATION DEVELOPMENT

Протягом останніх десятиліть в розвинених країнах знання, інтелектуальні ресурси та інтелектуальна власність все більше усвідомлюються як найважливіша рушійна сила нової економіки, яку називають економікою «третьої хвилі» або економікою знань. Її характерними рисами стає виробництво і поширення знань і інформації, а не виробництво і розподіл речей. Знання перетворюються на невід’ємну частину економічної системи – третій чинник, що доповнює два традиційних – працю і капітал. Саме тому зростає роль креативності, як здатності генерувати ідеї і знання в процесі діяльності, та перетворення організацій на креативні.

Термін «креативність» (від латин. *creatio* – створення) у перекладі з англійської означає «творчі здібності». У більшості випадків креативність організації є результатом постійних незначних зрушень в процесі мислення. Кількість же революційних «проривів» відносно невелика. Креативність в організаціях традиційно носить адаптивний характер (стосується удосконалення старих продуктів, послуг чи процесів), а не радикальний (що є результатом створення якісно нових продуктів). І це зрозуміло, оскільки більша частка організацій є раціональними установами із чітко визначеними цілями і рівнем прийняття ризику. Проте зі стратегічної точки зору стійкі конкурентні переваги можна отримати лише в результаті радикальних змін.

Креативна організація передбачає, що креативне мислення має стати загальним для більшості її працівників. Завдяки масовості проявів креативного мислення можна прискорити генерацію нового знання і інноваційні процеси в організації та отримати стратегічні переваги над конкурентами. І саме тому бажання працівників відповідати певним критеріям конкурентоспроможності і професійно-кваліфікаційним вимогам, їх мотивація, направлена на підвищення якості праці, набуття фахової багатопрофільності, самовдосконалення сприятиме зростанню як продуктивності праці, так і власному творчому розвитку, що дасть можливість реалізувати інтереси усіх зацікавлених сторін. З огляду на вплив цифрових технологій та економічних змін у сфері професійного розвитку зростає роль кар’єрного коучингу, який може стати ефективним інструментом розвитку організаційної культури та нематеріальної мотивації працівників, а також направлений на розкриття та максимізацію потенціалу працівників.

Коучинг – це певний вид навчання, в якому коуч (з англ. *coach* – тренер, інструктор) допомагає особі досягти поставленої мети.

Коучинг стає важливим інструментом для всіх менеджерів. Основною вимогою жорсткої конкуренції є постійна інтенсифікація діяльності і зростання продуктивності праці, а також в той же час чуйне ставлення до працівників. Коуч не дає порад, не висловлює власну думку, не приймає рішень і не дає готових «рецептів» що і як треба робити. Він допомагає працівникові усвідомити його цілі, причини успіхів і невдач, а також визначити

напрямки зміни власної поведінки на робочому місці. В роботі коуча з працівником реальні завдання останнього можна зрозуміти в процесі діяльності. Коуч здійснює супровід досягнення цілей, встановлює, чи потрібно працівнику розвивати саме такі навички, які той вважає потрібними. Він допомагає у випадку виникнення перешкод на шляху досягнення цілей та при цьому стимулює працівника до визначення причин невдач з метою запобігти їх у майбутньому.

Якщо коучем стає керівник, то його завданням стає змінити напрямки розвитку організації і перетворити її на креативну. В цьому випадку основною метою коучингу є допомога працівнику в самостійному пошуку рішення тієї або іншої реальної проблеми.

Коуч – це фахівець, що має знання, навички та досвід в різних сферах управління організацією. Коуч формує такі умови діяльності в організації, при яких відбувається співпадіння поставлених цілей, ефективності, розвитку та відчуття необхідності, лояльності працівника. Основним завданням коуча стає вивчення цілей, які може поставити перед собою працівник, та його стимулювання до визначення потрібних інструментів та термінів реалізації встановлених завдань. Коуч повинен розвивати вміння слухати, підтримувати та удосконалювати діяльність користувача коучингу. Коуч не буде діяти за працівника – він буде задавати питання та пропонувати структуру обговорення, стимулювати розгляд альтернатив ефективних стратегій взаємодії із ситуацією, розширювати кругозір, тобто бачення перспектив і можливостей і, головне, кидати виклик. Коуч створює умови, спонукає працівника до розширення свідомості і їх спільну діяльність можна назвати співтворчістю.

Коучинг в організаціях впливає на такі явища, як стреси, хвороби, нудьга, незадоволеність і низька ефективність, оскільки персонал, який відчуває власну значущість і вагомість, а також має можливість розвивати свої навички і здібності, може швидше рухатися до виконання завдань як власних, так і всієї організації.

У коучингу використовують багато сучасних методів: питання-відповідь, психологічні техніки, мозкові штурми, арт-терапевтичні техніки. Його практичне використання дає можливість оптимізувати людські ресурси, якими володіє організація, підвищує усвідомленість та відповідальність персоналу при побудові кар'єри, сприяє створенню атмосфери довіри та розвитку процесів самонавчання. Отже, можна говорити, що застосування коучингу у процесі управління кар'єрою персоналу може зробити його більш результативним і ефективним. Більше 70% роботодавців відзначають вигоду від його використання, зумовлену підвищенням якості взаємовідносин та ефективності трудової діяльності, а понад 86% вважають, що окупили вкладені у коучинг кошти.

Висновки. Отже, коучинг став популярним інструментом управління особливо в сфері кадрового менеджменту та перетворення організації на креативну. В цілому коучинг допомагає працівникам розвиватися, освоювати нові навички й досягати більших та кращих професійних результатів. Для ефективного його використання, потрібно удосконалювати знання та навички, які можуть покращити співпрацю коуча і працівника організації.

Література

1. Довгань Л.Є., Ситник Н.І. Креативний менеджмент: Навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 248 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/63c4e60a-96bc-4544-adb5-2af25d35deca/content>
2. Никифорак В. А., Мельник О. І., Белінська Ю. О. Коучинг як інструмент управління персоналом. Ефективна економіка. 2019. №4. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.4.56
3. Островська Г. Креативний менеджмент як домінанта інноваційних підприємств. Соціально-економічні проблеми і держава. 2021. Вип. 2 (25). С. 625-640. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2021/21hyodip.pdf>

УДК 620.92

Г.В. Ракочий, ст.гр. МО-31

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАЛИВА

H.V. Rakochiy, st. Gr. MO-31

USING OF AGRICULTURE AND FOOD INDUSTRY BIOMASS AS ENERGY FUEL

Біомаса є перспективним джерелом відновлюваної енергії як у світі загалом, так і в Україні. Наразі біомаса посідає четверте місце у світі за обсягами енергетичного використання. У валовому кінцевому споживанні енергії у світі частка біомаси становить 12%, що також є найбільшою складовою внеску всіх відновлюваних джерел енергії. Однією з головних переваг енергетичного використання біомаси є її мультиваріантність як за технологіями перетворення енергії, так і за способами її кінцевого використання. Біомасу можна використовувати для енергетичних потреб шляхом безпосереднього спалювання (дрова, тріска, тюки соломи, гранули та брикети з біомаси), а також застосовувати у переробленому вигляді. Прикладом останнього є рідкі біопалива (біодизель, біоетанол, рідкі продукти піролізу) та газоподібні біопалива (біогаз, газоподібні продукти газифікації та піролізу). На відміну від енергії сонця і вітру, виробництво електроенергії з біомаси / біогазу є стабільним. Електрогенеруючі потужності на біомасі можна залучити до балануючого ринку електроенергії України. Біоенергетика відіграє важливу роль у скороченні викидів парникових газів, що особливо актуально у зв'язку з проблемою глобального потепління та зміни клімату. Стосовно виділення CO₂ біомаса є нейтральним паливом, оскільки в процесі росту рослини поглинають такий самий обсяг діоксиду вуглецю, який потім виділяється при спалюванні відповідного виду біомаси.

За даними 2019 р., Україна має значний потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, - загалом майже 24 млн т н. е./рік. Основними складовими енергетичного потенціалу біомаси є відходи та побічні продукти сільського господарства (сільськогосподарські залишки) - 11,0 млн т н. е./рік, або 46 % загального потенціалу) і енергетичні рослини (7,5 млн т н. е./рік, 32 %), що разом визначається терміном «агробіомаса».

Технологій перетворення енергії біомаси вже є комерційними і широко апробованими. Це, наприклад, пряме спалювання лігноцелюлозної біомаси, переетерифікація олій та жирів (виробництво біодизелю), ферментація цукро та крохмалевмісної сировини (виробництво біоетанолу), метанове бродіння гноївки, посліду, силосу кукурудзи та жому (виробництво біогазу).

При використанні необхідно враховувати специфічні властивості окремих видів біомаси палива. Так, свіжа солома може мати високий вміст хлору і лужного металу калію, внаслідок чого в процесі її спалювання утворюються такі хімічні сполуки, як хлорид натрію і хлорид калію, які спричиняють корозію сталевих елементів енергетичного обладнання, особливо за високих температур. Іншою особливістю соломи як палива є відносно низька температура плавлення золи – 850 - 1050 °C (для порівняння: у деревини - до 1400 °C), що може призвести до шлакування елементів енергетичного обладнання.

УДК 159.9

Д.В. Цегельник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СОЦІАЛЬНО–ПСИХОЛОГІЧНА АДАПТАЦІЯ ЯК ЧИННИК ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ВНУТРІШНЬО–ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ

D.V. Tsehelnik master of group BPmd - 61

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

SOCIO-PSYCHOLOGICAL ADAPTATION HOW FACTOR OF PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF INTERNALLY DISPLACED PERSONS

Актуальність теми є надзвичайно важливою в умовах сучасної війни, яка змусила мільйони українців залишити свої домівки і шукати безпечне місце у всьому світі. Війна в Україні спричинила безпрецедентну хвилю внутрішнього переміщення. Мільйони людей, серед яких жінки, діти та літні особи, були змушені покинути свої рідні місця, що створює величезне навантаження на систему соціальної допомоги та психологічної підтримки. Внутрішньо переміщені особи часто переживають важкі психологічні травми, пов'язані з втратою рідних, дому, роботи, а також зі свідченням насильства та руйнувань. Термін "адаптація" походить від латинського слова "adaptatio", що означає "пристосування". У даному контексті він вказує на процес пристосування до змін у навколишньому середовищі [1; 2]. Питання адаптації отримало широке висвітлення в психолого-педагогічній літературі. Вагомий внесок у розвиток теорії адаптації зробили зарубіжні дослідники: Ж.Б. Ламарк заклав основи біологічного підходу, У. Кеннон та Г. Сельє досліджували фізіологічні аспекти адаптації, І.Г. Гердер зосередився на адаптації особистості в соціокультурному контексті, а Ж. Піаже, Г. Спенсер, Л. Філіпс та Т. Шибутані приділили увагу соціально-психологічним аспектам адаптації [3]. Внутрішньо переміщені особи (ВПО) — це люди, які були змушені залишити свої домівки через збройні конфлікти, природні катастрофи або інші кризові ситуації, але залишилися в межах своєї країни. Адаптація ВПО є важливою темою, оскільки її успішність впливає на їх психоемоційний стан та загальне благополуччя. Психологічне благополуччя таких осіб залежить від здатності ефективно адаптуватися до нових умов, що є важливим чинником для стабільності та розвитку суспільства в цілому. Метою даної роботи є аналіз соціально-психологічної адаптації як чинника психологічного благополуччя внутрішньо переміщених осіб. Завданнями даного дослідження є: вивчення теоретичних засад соціально-психологічної адаптації, дослідження факторів, що впливають на адаптацію ВПО, аналіз психологічних труднощів, з якими стикаються ВПО. Серед основних теорій адаптації виділяють концепцію культурної адаптації, яка фокусується на інтеграції осіб в нову культурну та соціальну середу. Теорія стресу та копіngu описує різні стратегії подолання стресу, які включають як активні, так і пасивні механізми управління емоціями та ситуаціями. Важливим чинником адаптації є наявність соціальних мереж — родини, друзів, громади. Підтримка з боку соціальних груп є ключовим ресурсом, що допомагає у скороченні стресу та соціальної ізоляції. ВПО, які мають підтримку в новому середовищі, можуть адаптуватися швидше, відчувати себе більш безпечно. В науковій літературі, психологічне благополуччя ВПО розглядається як стан, у якому людина відчуває гармонію

з собою, іншими людьми та навколишнім середовищем. Це включає емоційне благополуччя (задоволення від життя, відсутність тривоги та депресії), когнітивне благополуччя (здатність адекватно оцінювати ситуацію) та соціальне благополуччя (інтеграція в нову соціальну середу). Взаємозв'язок між рівнем соціальної підтримки та адаптацією є важливим фактором для підтримання психологічного благополуччя. Чим більше підтримки отримує ВПО від родини, громади або державних структур, тим вищий рівень їхнього психологічного благополуччя.

Завдяки використанню адаптивних механізмів подолання стресу (психологічна підтримка, групи самопомоги, релаксаційні техніки) ВПО можуть знизити рівень тривожності, депресії, що позитивно впливає на їх психологічний стан. До особистісних чинників що впливають на соціально-психологічну адаптацію ВПО відносяться рівень стресостійкості, емоційна стабільність, здатність до самоорганізації та мотивація до адаптації. Люди з високою стресостійкістю легше справляються з життєвими труднощами, що допомагає їм адаптуватися в новому середовищі.

Для ВПО, які переселяються на території з іншими культурними традиціями та мовними особливостями, це може стати додатковим бар'єром. Важливою умовою адаптації є мовна інтеграція та розуміння культурних норм.

Також наявність доступу до ресурсів, правова захищеність, можливість працевлаштування та отримання соціальної допомоги визначають швидкість адаптації ВПО. Усі ці чинники можуть бути суттєво обмежені, що ускладнює процес адаптації.

Водночас ВПО часто стикаються з психоемоційними розладами, такими як тривожність, депресія, ПТСР, що є наслідками пережитих травм. Війна, насильство та втрата дому можуть мати глибокий і довготривалий вплив на психічний стан.

Основним ключем до успішної адаптації ВПО виступає їхня здатність до соціально-психологічної адаптації, що безпосередньо впливає на рівень психологічного благополуччя. Особливе місце в цьому контексті займають копінг-стратегії, які являють собою сукупність методів та механізмів, що сприяють подоланню стресу.

Література

1. Артеменко С. І., Лазебна О. В., Кравченко Л. О., Думчева О. В. Психологічна допомога людям, які зазнали вимушеного переміщення. 2019. 78 с.
2. Барінова О. Ю. Соціальна допомога внутрішньо переміщеним особам як складова процесу їхньої адаптації. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 19. Корекційна педагогіка та спеціальна психологія. 2018. № 1(46). С. 5–9.
3. Єрмоєнко О. А. Теоретичні і методичні засади адаптивної системи професійної підготовки магістрів з управління навчальним закладом: дис. д-ра пед. наук: 13.00.04. Українська інженерно-педагогічна академія: Харків, 2021. 619 с.

УДК 159.9:316.6:004.7:331.101.3

Мирослава Боднарчук, Христина Боднарчук, Богдан Хоміцький
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ІТ-КОМПАНІЇ ЗАСОБАМИ МЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ

Myroslava Bodnarchuk, Khrystyna Bodnarchuk, Bohdan Khomitskyi

RESEARCH ON PSYCHOLOGICAL CLIMATE IN IT COMPANY USING NETWORK ANALYSIS

Дослідження формальної та неформальної мережевої взаємодії в організаціях має ключове значення для розвитку корпоративної культури, удосконалення інструментів управління та оптимізації бізнес-процесів. Використання соціального мережевого аналізу вивчає способи передачі інформаційних, матеріальних та інших ресурсів через працівників і департаменти, розкриває патерни комунікацій, а також роль лідерства й процеси професійної соціалізації. Позиція працівника в організаційній мережі, його залученість у корпоративний нетворкінг, а також кількість і характер зв'язків з колегами впливають на рівень задоволеності роботою, швидкість кар'єрного зростання і загальну ефективність компанії [1 – 3].

У цій роботі проаналізовано формальну та неформальну мережеву взаємодію у двох українських ІТ-компаніях: консалтинговій (Partnerway, Київ) та продуктивній (ScalHive, Тернопіль). Використовуючи соціальний мережевий аналіз, було порівняно особливості мережевої взаємодії в цих компаніях, а гіпотези базувалися на припущеннях про вплив типу ІТ-компанії на характер зв'язків між працівниками. Також були визначені тенденції у кількісних змінах всередині колективів до і після початку повномасштабного вторгнення. Дані для обох компаній збиралися точково в березні-квітні 2023 року.

Для проведення дослідження психологічного клімату висунемо гіпотези, які перевіримо засобами соціального мережевого аналізу.

Гіпотеза №1: Жінки в ІТ компаніях володіють більшим обсягом неформальних зв'язків та більше беруть участь у заходах організаційного нетворкінгу. Чоловіки, на противагу, залучені більше до формальної взаємодії в рамках структури компанії.

Гіпотеза №2: Компанії збільшили кількість працівників після початку повномасштабного вторгнення.

Гіпотеза №3: Неформальна взаємодія працівників має вищі показники щільності для продуктивної ІТ-компанії порівняно з консалтинговою.

Гіпотеза №4 Працівники, більш залученими до внутрішнього організаційного нетворкінгу, показують вищий рівень задоволеності від роботи.

Перевірка цих гіпотез засобами аналізу даних, реалізованих в Microsoft Excel та UCINET for Windows дозволить виробити комплекс заходів з покращення психологічного клімату в ІТ-компанії залежно від її типу.

Література

1. Bonacich, P. (1987). Communication networks and collective action. *Social Networks*, 9(4), 389-396.
2. Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American journal of sociology*, 78(6), 1360-1380.
3. Podolny, J. M., & Baron, J. N. (1997). Resources and relationships: Social networks and mobility in the workplace. *American sociological review*, 673-693.

УДК 664

Н.Гаврилюк, В.Стручок

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОСТІ В УПРАВЛІННІ ВІДХОДАМИ

N.Gavrilyuk, V. Struchok

Ternopil National Technical University named after Ivan Pylyuy

STUDY OF THE VALUE OF OPERATIONAL EFFICIENCY IN WASTE MANAGEMENT

В Україні далі залишається невирішеною проблема управління відходами, в тому числі твердими побутовими відходами (ТПВ). На відміну від європейських держав в Україні дуже низький рівень перероблення та утилізації ТПВ і високий показник їх захоронення на полігонах [1]. У 95 відсотках випадків усі вони йдуть на полігони або сміттєзвалища [2]. Значна частина полігонів перевантажена і не відповідає природоохоронним та санітарним нормам.

З метою вирішення зазначених проблем Верховною Радою України було прийнято новий рамковий закон «Про управління відходами» та відмінено раніше діючий закон «Про відходи». Значного розширення зазнав перелік основних операцій, які повинні виконуватись суб'єктами господарювання та іншими причетними до цього сторонами в ході реалізації процесу управління відходами. На нашу думку аналіз сукупності цих операцій дає можливість зрозуміти, яку систему управління відходами ми отримуємо в ході реалізації зазначеного нового закону.

Операції, що є визначальними, та які підлягали аналізу, наведено у старій та новій редакції зазначених законів в таблиці 1.

Таблиця 1. Операції з управління відходами

№з/п	Найменування операції згідно Закону України «Про відходи»	Найменування операції згідно Закону України «Про управління відходами»
1.	Збирання відходів	Збирання відходів
2.	Сортування відходів	Роздільне збирання відходів Сортування відходів
3.	-	Зберігання відходів (до 1 року)
4.	Оброблення (перероблення) відходів (теж, що й знешкодження)	Оброблення відходів: - відновлення відходів (13 операцій); - видалення відходів (15 операцій); - підготовка відходів до повторного використання.
5.	-	Відновлення матеріалів
6.	Перевезення відходів	Перевезення відходів
7.	Утилізація відходів	Рециклінг
8.	Видалення відходів	Термічне оброблення відходів
9.	Захоронення (розміщення) відходів	Захоронення відходів
10.	-	Зворотне заповнення
11.	-	Приймання відходів

Аналіз порівняльної таблиці 1 свідчить про значне зростання кількості операцій у процесі управління відходами, що відповідає вимогам директиви Європейського Парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року «Про відходи та про скасування деяких директив» [3]. Зокрема, перед сортуванням відходів додано операцію з одразу проведення у місцях утворення роздільного збирання відходів та операцію зберігання відходів, але на термін не більше 1 року.

Конкретизовано процес оброблення відходів, який включає в себе 13 операцій з відновлення відходів, 15 операцій з їх видалення та підготовку відходів до прямого, без оброблення, повторного використання.

Немає вже поняття утилізації відходів, а застосовується операція рециклінгу, що включає в себе переробку продукції, матеріалів або речовини з первинною або іншою метою, та операцію з термічного оброблення відходів з виділенням тепла або без нього.

Звертає на себе увагу операція щодо захоронення відходів, яка доповнена суто екологічною операцією із зворотного заповнення, що передбачає використання відходів, що не є небезпечними або інертними для заповнення виробок (пустот), рекультивації об'єктів, ландшафтних робіт.

Ключовими термінами у новому рамковому законі [4], на нашу думку, є «виробник продукції» та «розширена відповідальність виробника», яких у відміненому законі «Про відходи» немає. Виробник продукції є суб'єктом господарювання, що вводить в обіг продукцію шляхом її виготовлення або імпорту на ринок України, яка в подальшому є джерелом відходів. Тому на зазначеного виробника покладається розширена відповідальність за управління стадією відходів у життєвому циклі його продукції.

Висновок. Отже, широка операційність та стадійність в ході управління відходами лежить в основі та дає можливість побудувати систему самого управління побутовими та іншими відходами, яка передбачає в подальшому розподіл операцій з управління відходами між усіма причетними до цього сторонами.

Література:

1. Закон України від 28.02.2019 №2697-VIII «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». – Режим доступу: - <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.
2. Постанова Верховної Ради України від 14.01.2020 р. №457-IX «Про рекомендації парламентських слухань на тему: «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років» //Київ – 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/457-20>.
3. Директива Європейського Парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року «Про відходи та про скасування деяких директив». – Режим доступу: - https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text.
4. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 року №2320-IX. – Режим доступу: - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>.

УДК

Наталія Гавришко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСОБИ НАЛАГОДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ТРУДОВОМУ КОЛЕКТИВІ

Natalia Havryshko

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

MEANS OF ESTABLISHING THE SOCIO-PSYCHOLOGICAL CLIMATE IN THE WORKING TEAM

Актуальність теми зумовлена підвищенням вимог до психологічної залученості працівників у трудову діяльність і зростанням залежності між соціально-психологічним кліматом колективу та ефективністю праці. В умовах змін і викликів, таких як війна чи кризи, створення згуртованого колективу стає стратегічно важливим завданням для організацій.

Соціально-психологічний клімат — це моральна й психологічна атмосфера в колективі, яка визначає характер взаємовідносин його членів. Цей феномен є універсальним і поширюється на різні типи груп: трудові колективи, сім'ї, освітні спільноти тощо. Атмосфера, що панує в групі, безпосередньо впливає на успішність її діяльності та психічне здоров'я кожного з учасників. Формування сприятливого психологічного клімату є частиною профілактики психосоматичних захворювань, конфліктів та стресів [3].

У науковій літературі існує багато визначень поняття «психологічний клімат», що свідчить про багатогранність цього явища. Серед дослідників, які зробили вагомий внесок у його вивчення, варто назвати Б. Д. Паригіна, Р.Х. Шакурова, М. С. Мансурова, В. М. Шепеля, Л. П. Буєву, Г. В. Ложкіна, Р. Бенедикта, Дж. Далларда, Левіна, М. Міда, Н. Міллера, Р. Сірса, Т. Френча та ін. Що стосується України, соціально-психологічний клімат досліджували В. Д. Воднік, Л. О. Сасіна, Г. В. Виноградов, та інші.

Формування соціально-психологічного клімату залежить від різних факторів, які можна поділити на дві основні групи:

1. Фактори макросередовища:
 - Політична й економічна ситуація в суспільстві;
 - Загальний соціально-психологічний настрій населення;
 - Рівень життя та забезпечення базових потреб.
2. Фактори мікросередовища:
 - Об'єктивні: технічні умови праці, організаційна структура, розмір колективу, якість робочого середовища.
 - Суб'єктивні: стиль управління керівника, міжособистісні стосунки, рівень задоволеності роботою, підтримка позаробочого життя [1].

Емпіричне дослідження соціально-психологічного клімату дозволяє змінити атмосферу в групі, взаємовідносини між її членами й загальний настрій. У таких дослідженнях використовують широкий спектр показників, кожен із яких може бути ключовим у певних обставинах [2].

Діагностика соціально-психологічного клімату колективу визначається як інтегральна характеристика його настрою та якості взаємин.

Кожен колектив є унікальним. Лише зібравши й проаналізувавши дані, можна надати рекомендації для покращення стосунків між його членами. Основні напрями для налагодження соціально-психологічного клімату:

1. **Залучення та визнання працівників.** Методи підвищення мотивації через визнання досягнень і залучення до прийняття рішень. Працівники, які почуваються важливими для організації, є більш продуктивними.

2. **Здоров'я та добробут.** Програми здорового способу життя, підтримка фізичної активності й психологічного здоров'я. Збалансування роботи й особистого життя також критично важливе.

3. **Навчання та розвиток.** Можливості для професійного зростання: курси, конференції, семінари. Це сприяє задоволенню працівників роботою.

4. **Соціальна взаємодія.** Неформальні зустрічі, корпоративні заходи й тимбілдинги покращують довіру та згуртованість.

На сьогоднішній день розроблено значний арсенал психокорекційних програм, спрямованих на покращення морально-психологічного клімату колективів різного складу та спрямованості.

- Тренінги та семінари: управління стресом, вирішення конфліктів, підтримка психічного здоров'я.

- Стрес-менеджмент: медитація, дихальні техніки.

- Програми здорового способу життя: спортивні заходи, відвідування тренажерних залів.

- Сприятливе середовище: політика взаєморозуміння, толерантності й поваги.

- Система зворотного зв'язку: працівники можуть висловлювати пропозиції щодо покращення умов [1].

Проведене дослідження показує, що створення та підтримка позитивного психологічного клімату є важливим фактором успіху будь-якої організації. Регулярне впровадження заходів для його покращення сприятимуть підвищенню ефективності роботи та задоволення працівників.

Література

1. Добробут співробітників: посібник для керівників компаній. Bolt Blog : веб-сайт. URL: <https://bolt.eu/uk-ua/blog/employee-wellbeing-in-the-workplace/> (дата звернення: 22.11.2024)

2. Соціальна робота. Київ : Києво-Могилянська акад., 2004. Т. 2 : Теорії та методи соціальної роботи. 224 с.

3. Фактори формування соціально-психологічного клімату. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/7270199/page:10/> (дата звернення: 21.11.2024).

УДК 159.9

Наталія Цюзь магістрантка групи БПмд-61

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕМОЦІЙНЕ ВИГОРАННЯ ПЕДАГОГІВ

Nataliia Tsiuz master of group BPmd-61 Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

EMOTIONAL BURNOUT AMONG TEACHERS

В умовах сучасних освітніх трансформацій, дистанційного навчання та зростаючих вимог до професійної компетентності педагогів проблема емоційного вигорання набуває особливої актуальності. За статистикою, близько 40% педагогів відчувають симптоми емоційного вигорання вже після 5 років роботи [3, с. 144]. Особливої гостроти ця проблема набула в період пандемії COVID-19 та під час воєнного стану, коли педагоги змушені були адаптуватися до нових умов роботи, освоювати цифрові технології та водночас надавати емоційну підтримку учням.

Проблема професійного вигорання була предметом активного дослідження багатьох науковців протягом кількох десятиліть. Серед них П. Бріл, М. Буриш, Н. Водоп'янова, Р. Голембієвський та інші дослідники вивчали теоретичні властивості синдрому емоційного вигорання. Багато науковців досліджували емпіричні основи цього синдрому, зокрема М. Андерсон, Е. Ф. Іваніцкі, Д. Кронін-Стаббс тощо, а С. Маслач, С. Меєр, С. Джексон провели дослідження щодо впливу організаційних, особистісних та рольових змінних на розвиток синдрому.

Термін «вигорання» був вперше використаний американським психіатром Х. Дж. Фрейденбергом у 1974 році для опису стану здорових людей, які працюють у галузі надання професійної допомоги та перебувають у тісному спілкуванні з клієнтами в умовах підвищеної емоційної напруженості. Через два роки, у 1976 році, дослідниця С. Маслач визначила вигорання як реакцію на стрес, пов'язаний з роботою, яка призводить до емоційного віддалення від клієнтів, цинічного ставлення до них та зниження ефективності роботи [1, с. 27].

Аналіз літератури свідчить про те, що емоційне вигорання є дуже складним явищем, яке не має єдиної причини виникнення. Деякі дослідники вважають, що воно виникає під впливом організаційних змін, тоді як інші вважають, що воно пов'язане з особистісними змінами.

Інші дослідники визначають, що емоційне вигорання пов'язане також з емоційним інтелектом. В результаті дослідження цього питання науковці дійшли висновку, що синдром професійного вигорання є полісистемним явищем, яке вимагає комплексного підходу до його дослідження та підтримки людей, які його переживають [2, с. 60].

Емоційне вигорання у педагогів є серйозною проблемою, яка виникла внаслідок тривалого впливу стресових ситуацій у навчальному процесі. Це явище викликає фізичну, емоційну та психологічну виснаженість у педагогів, що призводить до зниження їхньої ефективності та якості навчання.

Розглянемо основні причини та наслідки емоційного вигорання у педагогів, щоб краще зрозуміти цю проблему та знайти шляхи її вирішення.

Однією з причин є велике навантаження, що нерідко призводить до фізичного та емоційного виснаження. Конфлікти з учнями та батьками підвищують рівень стресу, а відсутність підтримки з боку адміністрації школи та чіткої політики щодо підтримки вчителів лише погіршує ситуацію. Відповідальність за навчальні досягнення учнів та результати тестів створює додатковий тиск. Тривалість робочого дня, яка включає підготовку до уроків, проведення занять, батьківські збори тощо, також є значним фактором. Крім того, відсутність можливостей для професійного розвитку та підвищення кваліфікації може сприяти вигоранню. В результаті педагоги можуть відчувати зниження мотивації, психологічну напругу, відсутність бажання спілкуватися, що негативно впливає на учнів та збільшує рівень стресу.

Відповідні заходи для подолання емоційного вигорання у педагогів повинні бути комплексними та включати різні аспекти їхньої роботи та особистого життя. Одним із таких заходів є створення сприятливої навчальної атмосфери, яка надасть педагогам відчуття безпеки та підтримки. Це можна досягти шляхом організації тренінгів і семінарів для педагогів, де вони можуть обмінюватися досвідом і отримувати підтримку від колег.

Іншим важливим заходом є забезпечення належних ресурсів і матеріалів для проведення навчання. Це може допомогти зменшити навантаження на педагогів і дати їм більше часу для підготовки матеріалів і проведення навчальних занять. Крім того, школи повинні забезпечувати педагогам можливість проходження психологічної консультації і підтримки, щоб вони могли впоратися зі стресом і попередити емоційне вигорання.

Педагоги повинні також вивчити техніки управління стресом і займатися фізичною активністю, щоб допомагати їм підтримувати фізичне і психологічне здоров'я. Цього можна досягти шляхом організації програм фізичної активності для педагогів і учнів, проведення тренінгів зі стрес-менеджменту тощо. Крім того, школи повинні заохочувати педагогів до проведення самостійного часу для відпочинку і відновлення сил.

Попередження емоційного вигорання педагогів вимагає комплексного підходу, який охоплює організаційні, індивідуальні та професійні аспекти. Для ефективної роботи педагогів необхідно створити такі умови, які підтримують формування мотивації, знань та умінь щодо організації особистості та професійної діяльності. В результаті цього педагоги зможуть зберегти своє здоров'я та професійне довголіття.

Література

1. Большакова А. М., Віденєєв І. О. Особливості самоактуалізації та професійного вигорання у педагогів. *Габітус*. 2022. № 42. С. 27–31.
2. Зайчикова Т. В. Чинники прояву та передумови формування синдрому «професійного вигорання» у вчителів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 12. Психологічні науки* : зб. наук. праць. Київ, 2020. Вип. 11 (56), с. 57–66.
3. Павелків Р. Синдром емоційного вигорання викладачів закладів вищої освіти в умовах військової агресії росії проти України. *Психологія: реальність і перспективи*. 2023. Вип. 20. С. 144–153.

УДК 159.9

О.П. Буцик магістрантка групи БПмд-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНІМАЛОТЕРАПІЯ ЯК ЗАСІБ ПОДОЛАННЯ ТРИВОЖНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ

O.P. Butsyk master of group BPmd - 61

Ternopil Ivan Pulyuj National Technical University, Ukraine

ANIMAL THERAPY AS RESOLVTNT FOR OVERCOMING ANXIETY IN THE CONDITIONS OF WAR

Актуальність даного дослідження зумовлена різким зростанням рівня тривожності серед населення України в умовах війни. Так, емоційно-психологічний стан українців у 2023 році характеризується домінуванням тривоги, яка охоплює 57% опитаних. Ця тенденція зумовлює необхідність пошуку дієвих методів подолання тривожності, що є надзвичайно ефективним для підтримки психічного здоров'я у кризових ситуаціях.

Анімалотерапія, як один із перспективних напрямків психологічної допомоги, дозволяє гармонізувати психоемоційний стан людини за допомогою взаємодії з тваринами. Особливого значення цей метод набуває в умовах війни, коли люди стикаються з постійними стресовими ситуаціями, які підвищують ризик розвитку тривожних і депресивних станів. Анімалотерапія дає природний і зручний інструмент для покращення емоційного стану, який може ефективно компенсувати обмежений доступ до традиційної психотерапії. Такий підхід особливо актуальний під час війни, оскільки він не потребує значних ресурсів та є доступним для широкого кола людей.

Слід зазначити, що анімалотерапія залишається недостатньо вивченою в науковому середовищі, особливо щодо визначення механізмів впливу тварин на психоемоційну сферу людини. Попри те, що вона активно розвивається за кордоном, в Україні цей метод ще недостатньо розвинений. Основи анімалотерапії базуються на досягненні зоопсихології, в розробку якої зробили величезний внесок зарубіжні вчені. Англійський етолог Д. Мак-Фарленд розглядав психологічні аспекти поведінки тварин, тоді як американська дослідниця К. Прайор досліджувала процеси взаємодії тварин і людини, способи управління їх поведінкою, а також спілкування людей із собаками та дельфінами. Ці дослідження сприяли формуванню наукового підґрунтя для подальшого використання анімалотерапії у психотерапевтичній практиці [2].

В Україні анімалотерапія, хоч і розвивається, проте все ще залишається малодослідженою галуззю. Значний внесок у вивчення цього напрямку зробили вітчизняні науковці: Н. Коляденко, І. Анцупова, Н. Кряжева, Д. Нестерова, І. Шпонтанк, А. Лабінський, М. Грицина, Б. Гутий та Г. Лабінська [3]. Їхні дослідження складають основу для подальшого впровадження методів анімалотерапії в роботу психологів та психотерапевтів.

У контексті нашого дослідження особливу увагу слід приділити визначенню поняття «анімалотерапія». Цей термін має кілька інтерпретацій, з найбільш поширених є така: «Анімалотерапія» (від лат. *animal* – тварина і грец. *θεραπεια* – лікування), або пет-терапія, зоотерапія – це вид терапії, що забезпечує використання тварин, їх звуків та символів (зображень, малюнків, казкових героїв) для лікування, реабілітації, профілактики захворювань та надання психотерапевтичної допомоги [3].

Науковці розрізняють спрямовану (направлену) анімалотерапію (використання спеціально навчених тварин за розробленими терапевтичними програмами) і ненаправлену (неспрямовану) терапію (взаємодія з тваринами в домашніх умовах) [1].

У багатьох країнах функціонують спеціалізовані організації та центри, які впроваджують зоотерапію як метод допомоги людям із фізичними та психічними захворюваннями. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) офіційно визнала позитивний вплив взаємодії з тваринами на стан здоров'я людини. Анімалотерапія включає багато напрямків, які класифікуються насамперед за видами тварин, які виступають асистентами в терапії. Серед них виділено чотири основні види, які мають найбільше поширення та наукове обґрунтування: іпотерапія, дельфінотерапія, каністерапія та фелінотерапія [2].

Іпотерапія (від грец. *hippo* – кінь) є офіційно визнаною методикою лікування, яка базується на використанні верхової їзди. Рухи коня стимулюють організм пацієнта за допомогою різноспрямованих імпульсів, що створює діалог між людиною та тваринним «терапевтичним посередником». Іпотерапія застосовується при порушеннях рухової сфери, ураженні органів чуття, психоневрологічних захворюваннях.

Дельфінотерапія є одним із методів анімалотерапії, який ґрунтується на взаємодії з дельфінами. Дельфінотерапія ефективно використовує для реабілітації осіб, які пережили важкі психологічні травми або стресові ситуації. Дельфіни можуть сприяти лікуванню навіть складних генетичних захворювань, що робить їх незамінними помічниками в процесах реабілітації [3].

Каністерапія (від лат. *canis* – собака) – це вид анімалотерапії, який використовує собак для лікувальних і реабілітаційних цілей. Позитивний вплив собак на фізичний та психоемоційний стан людей з обмеженими можливостями, які настали в результаті перенесених травм або захворювань (реабілітація), так і вроджених порушень (абілітація), є науково доведеним [1].

Фелінотерапія (від лат. *felis* – кішка) є методом лікування та профілактики різних захворювань за допомогою контакту з котами. Дослідження терапевтів з Англії та США показали, що коти мають позитивний вплив на людей із психічними розладами, серцевими захворюваннями, а також сприяють одужанню від алкогольної та наркотичної залежності. Спілкування з котами допомагає дітям з аутизмом збільшити рівень емпатії, зменшити тривожність і покращити поведінку, зокрема знижує гіперактивність та неухважність [3].

В результаті проведеного теоретичного аналізу переконуємося, що анімалотерапія може позитивно впливати на стан здоров'я людини. Емоційна близькість, що виникає між твариною та людиною, має оздоровчий ефект. Адже для тварин не мають значення ні соціальний статус, ні колір шкіри, ні матеріальний достаток людини. Спілкування з тваринами не лише заповнює емоційну порожнечу, але й стимулює вироблення ендорфінів, що знижує рівень стресу та болю, допомагаючи людині відновлюватися як фізично, так і емоційно.

Література

1. Коляденко Н. В. Зоопсихологія та порівняльна психологія : підручник. Київ : ДП «Вид. дім «Персонал». 2019. 508 с.
2. Фесенюк Н. П., Коляденко Н. В., Здоровенко Н. В. Обґрунтування концепції оздоровчо-психопрофілактичного впливу тварин в умовах зоопарку. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*. 2021 (1). С. 151-167.
3. Kachalova T. Social rehabilitation of children with special educational needs using animal therapy. *In the third millennium: Information Technology, Education, Law, Psychology, Social Sphere, Management*. 2024. С. 491-513.

УДК 159.9

Олена Кухар

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ДИТЯЧИХ ЕМОЦІЙНИХ ТРАВМ НА ПСИХОСОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ОСОБИСТОСТІ

Olena Kukhar

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

THE IMPACT OF CHILDHOOD EMOTIONAL TRAUMA ON THE PSYCHOSOCIAL DEVELOPMENT OF THE INDIVIDUAL

Актуальність дослідження полягає в тому, що дитячі емоційні травми є однією з найважливіших проблем сучасної психології, адже вони впливають на формування особистісних якостей, моделей поведінки та взаємодії з соціальним середовищем. Особливої актуальності це питання набуває у контексті сьогодення, коли збільшується кількість дітей, що зазнають стресових чи травматичних ситуацій через кризові події, зокрема воєнні дії, міграцію та сімейні кризи.

Дитячі емоційні травми охоплюють широкий спектр негативних життєвих обставин, що формують базові механізми адаптації та впливають на розвиток особистості. Дослідження цієї проблематики здійснювали представники різних наукових напрямів: З. Фройд (психоаналіз), Дж. Боулбі (теорія прив'язаності), Б. ван дер Колк (нейропсихологія), П. Левін (соматична терапія), Т.С. Яценко та В.Ф. Сигневич (психологія). Їхні дослідження стали основою для вивчення впливу травматичного досвіду.

Емоційна травма — це порушення психічного стану, спричинене впливом екстремальної стресової, лякаючої чи тривожної події, яка може негативно вплинути на здатність індивіда до адаптації, емоційної регуляції та подолання наслідків цього досвіду [1; с. 21-24].

Існує багато різних типологій психологічних травм, кожна з яких описує певні аспекти травматичних переживань. Розглянемо деякі з них:

1. **монотравма** (спричинена однією поодинокую подією, яка має значний вплив на психіку людини);
2. **мультитравма** (охоплює кілька різних травм, які відбуваються в певний період часу, накопичуючи негативний вплив на психічне здоров'я);
3. **секвенційна травма** (пов'язана з серією травматичних подій, які повторюються протягом часу, що може посилювати їхній вплив на психіку);
4. **екзистенційна травма** (події, які не тільки завдають фізичної шкоди, але й створюють загрозу для життя та існування людини, викликаючи глибокі екзистенційні переживання);
5. **бойова травма** (виникає в результаті участі в бойових діях, де психологічний вплив на особистість може бути особливо руйнівним через стрес, насильство та небезпеку);
6. **травма втрати** (включає переживання, пов'язані з втратою близьких, важливих для людини аспектів життя);

7. травма розвитку (відбувається внаслідок незадоволення базових емоційних потреб у дитинстві або під час важливих етапів розвитку, що може призвести до проблем у формуванні особистості);

8. травма ідентичності (пов'язана з переживаннями несправедливості, приниження чи порушенням особистісних кордонів, що може вплинути на почуття власної цінності);

9. травма взаємин (охоплює психологічні ушкодження, спричинені руйнівними стосунками) [2].

Емоційні травми можуть значно вплинути на те, як людина сприймає себе та своє місце у соціумі. Вони часто змінюють уявлення про власну особистість, ролі в суспільстві та взаємодію з іншими людьми. Люди, які пережили психічні травми, можуть відчувати постійне напруження, тривогу, а також втрату відчуття того, хто вони є, що призводить до емоційної нестабільності. Травма може суттєво порушити звичний хід життя людини, проявляючись через різні психічні механізми. Спогади про пережите можуть повторюватися в снах, викликаючи відчуття, ніби подія трапляється знову. Також, під час згадування травматичних моментів, людина може відчувати глибоке засмучення та пригніченість, особливо коли ці спогади спливають в пам'яті під час розмов або при знаходженні в схожих ситуаціях. Для захисту психіки від болючих переживань, людина часто намагається уникати будь-яких нагадувань про подію, свідомо блокуючи свої почуття та емоції. Водночас, травма може призвести до часткової або повної втрати пам'яті про події, які сталися, коли психіка витісняє ці спогади як спосіб зменшити стрес. Пережита травма часто змінює ставлення до світу та людей. Особа може почати сприймати навколишнє середовище як загрозове, що проявляється в недовірі до інших і відчутті, що навколишній світ є небезпечним. З часом ці переживання можуть призвести до блокування позитивних емоцій, таких як радість чи задоволення, оскільки людина втрачає здатність насолоджуватися життям через постійну емоційну напругу.

Отже, аналіз впливу емоційних травм на психосоціальний стан показує, наскільки глибокими та різноманітними можуть бути наслідки травматичних переживань. Травми не тільки порушують емоційну регуляцію, але й суттєво змінюють сприйняття себе та інших, а також здатність до здорової соціалізації. З огляду на ці наслідки, важливо приділяти увагу не лише лікуванню самих травм, а й реабілітації особистості на рівні психосоціальної адаптації, щоб забезпечити ефективне відновлення після травматичних подій [3; с. 23-27].

Література

1. Бабелюк О., Гоцуляк Н. Психологія травмуючих ситуацій: : навч. посіб. Кам'янець-Подільський : ТОВ "Друк. "Рута", 2021. 110 с.
2. Дитячі травми та як вони впливають на доросле життя. *Психолог онлайн - сервіс підбору психотерапевта AboutYou в Україні*. URL: <https://aboutu.live/blog/dityach-travmi-ta-yak-voni-vplyvayut-na-dorosle-zhittya> (date of access: 28.11.2024).
3. Растроста Г. Психологічна допомога дитині у психотравмуючій ситуації. : метод. посіб. Суми : НВВ КЗ СОІППО, 2019. 64 с.

УДК 339.13.027

О. О. Гарматюк, к. е. н., доцент, Ю. П. Дишкант, аспірант
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМНИЦТВА
НА ОСНОВІ ВНУТРІШНІХ РЕСУРСІВ СФЕРИ
ПРИВАТНОГО БІЗНЕСУ У КОНТЕКСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АНТИКРИЗОВОГО
МЕНЕДЖМЕНТУ**

O. O. Garmatiuk, Ph.D., Assoc. Prof., Y. P. Dyshkant

**FEATURES OF DEVELOPMENT OF THE REGIONAL SYSTEM OF
ENTREPRENEURSHIP ON THE BASIS OF INTERNAL RESOURCES OF THE
SPHERE OF PRIVATE BUSINESS IN THE CONTEXT
OF CRISIS MANAGEMENT**

Швидкість і глибина перетворень сучасної економіки обумовлюють фокусування наукового пошуку на аспекті генерації перспективних ресурсів розвитку регіональної системи підприємництва. Система антикризового управління підприємницькою діяльністю представляє собою комплекс узгоджених елементів, які, взаємодіючи між собою, діагностують ознаки та прояви кризи, сприяють її подоланню, подальшому поверненню підприємницьких структур до стабільного функціонування та створюють необхідні умови для подолання негативного впливу зовнішніх та внутрішніх факторів на діяльність підприємств.

До складових елементів антикризового управління належать: суб'єкт та об'єкт, мета, пріоритетні цілі та завдання, основні принципи, функції, методи та критерії оцінки ефективності проведення антикризових заходів [2, с. 51].

Проблема пошуку ресурсів розвитку регіональної системи підприємництва у сучасних умовах якісно змінюється завдяки глибоким і взаємозалежним перетворенням, ініційованим на різних рівнях організації господарських зв'язків. В умовах затяжної стагнації, загострення просторової конкуренції та дії обмежень допуску до зовнішніх фінансових і технологічних ринків зростає значення внутрішніх ресурсів розвитку регіональної системи підприємництва. При цьому у фокусі пошуку зазначених ресурсів закономірно виявляється сфера малого та середнього приватного бізнесу, що володіє недостатніми дослідженими, але, як свідчить закордонний досвід, значними ресурсами, затребуваними з метою створення зон нового росту, упорядкування зв'язків внутрішнього середовища, збільшення конкурентоспроможності тощо.

Проблеми, з якими зіштовхнулася регіональна система підприємництва, орієнтують дослідників у виборі основних напрямків пошуку внутрішніх ресурсів її розвитку. У даному відношенні фокусування пошуку зазначених ресурсів на сфері приватного малого та середнього бізнесу обумовлює першочергова увага до суб'єктних, організаційних й інституціональних ресурсів розвитку, оскільки тут досягається необхідний баланс між "попитом" регіональної системи підприємництва та "пропозицією" малого та середнього бізнесу приватної сфери. Разом з тим, приватний малий і середній бізнес в умовах "нової економічної реальності" суттєво розширює свою участь у розвитку зазначеної системи по багатьох напрямках.

На сьогодні приватна сфера малого та середнього бізнесу має значні можливості у вирішенні завдань структурної реорганізації регіональної системи підприємництва: становлення та розвитку кластерів, нових індустріальних районів й інших форм просторової організації господарських зв'язків території. Разом з тим, такі можливості потребують адекватного середовища реалізації, але руйнуються при адміністративному тиску. Вони затребувані для продуктивної реструктуризації досліджуваної системи, оскільки вона орієнтована на формування територіальних плацдармів ефективного бізнес-росту, що створюють нові конкурентні переваги. У перетворенні регіональної системи підприємництва затребувані інституційні ресурси сфери приватного малого та середнього бізнесу, у першу чергу, ресурси самоорганізації та системного упорядкування ринкових зв'язків. Разом з тим, досвід інституційних перетворень регіональної системи підприємництва свідчить про істотний ризик формування інституційних пасток, у які втягуються та відчужуються від завдань розвитку даної системи засобів зазначеної сфери.

До факторів кризового менеджменту слід віднести наступне.

1. Динаміка приросту частки накопичених інвестицій і приросту частки інноваційної продукції свідчить про те, що вітчизняна система підприємництва функціонує інерційним чином, при цьому її розвиток фактично не має місця;

2. Частка корпорацій-нерезидентів постійно зростає на шкоду позиціям територіальної сфери приватного малого та середнього бізнесу, причому такий ріст підсилюється у кризових ситуаціях, що відображає фокусування кризових факторів на зазначеній сфері.

3. Частка інноваційної продукції у сфері приватного малого та середнього бізнесу залишається вкрай незначною, що свідчить про те, що дана сфера тяжіє до інерційного способу ресурсної участі у розвитку системи підприємництва, не володіючи необхідним потенціалом для ресурсної підтримки глибоких технологічних, організаційних й інституційних змін.

4. Оцінювання рівня довіри суб'єктів зазначеної сфери до влади регіонів і підтримки їх у генерації ресурсів є вкрай низькими, що відповідає інерційному або десцендентному способам забезпечення розвитку регіональної системи підприємництва ресурсами сфери приватного малого та середнього бізнесу; в обох випадках ресурси зазначеної сфери використовуються неефективно, без адаптації до “нової економічної реальності” і імперативам постіндустріальних перетворень. Разом з тим, відзначимо слабкий ріст вказаних оцінок упродовж останніх двох років, що викликано розгортанням економічної політики у напрямку посилення підтримки власних виробників [1, с. 121].

Гострота кризової ситуації на мезорівні української економіки, коли у ряді регіонів прослідковується різке зниження ВВП через військові дії, а доходи населення теж різко впали, змушує територіальні органи влади й управління, а також суб'єктів сфери приватного малого та середнього бізнесу використовувати засади антикризового менеджменту, активізувати пошук нових форм узгодження інтересів, можливостей росту та відповідних стимулів для генерації якісно нових ресурсів і розширення участі зазначеної сфери у розвитку регіональної системи підприємництва. Досліджувана сфера приватного бізнесу має специфічні суб'єктні можливості, що здобувають високу цінність у кризовій ситуації.

Література

1. Васильєва Т.А., Афанасьєва О.Б. Держава, підприємства та банки в системі антикризового управління: монографія. Суми: Вид. “Ярославна”, 2013. 488 с.
2. Гринько Т.В. Стратегія як інструмент антикризового управління на підприємстві // Економіст, 2013. № 8. С. 51-53.

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

УДК 004.032.26

В.І. Нетреб'як; О.В. Тотосько, к.т.н. доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОСОБИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛК

V.I. Netrobyak; O.V. Totosko, Ph.D, Assoc. Prof.

RESEARCH ON AN AUTOMATED PERSONAL RECOGNITION SYSTEM USING PLC

Система домашньої автоматизації з кожним днем стає популярною в усьому світі, оскільки робить життя більш гладким і мінімізує робоче навантаження. Враховуючи внесок системи в полегшення повсякденного життя та посилення безпеки та безпеки будинку, очевидна необхідність розвитку та модернізації системи. Домашня автоматизація стосується автоматичного та електронного керування побутовими приладами, функціями та діяльністю. Система складається з апаратних, комунікаційних та електронних інтерфейсів, які працюють для інтеграції електричних пристроїв один з одним. Крім того, він забезпечує безпеку завдяки автоматичним дверям, керованим датчиком відбитків пальців. У даній ми об'єднали домашню допомогу та систему безпеки за допомогою мікроконтролера.

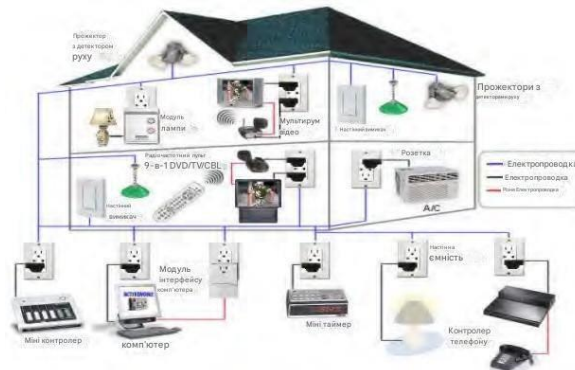


Рисунок 1. Система домашньої автоматизації.

Були проведені експерименти за допомогою різних відбитки пальців, щоб перевірити протоколи розпізнавання. Після отримання зображень відбитків пальців було згенеровано оцінки відповідності. Щоб краще відобразити результати тестування, були використані різні методи відображення результатів тестування.

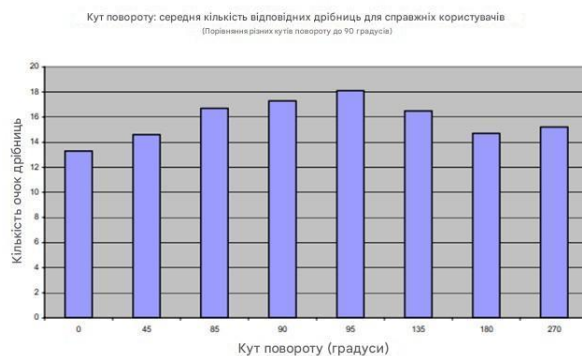


Рисунок 2. Середня кількість точок артефактів, що зіставляються від кута повороту

На рис. 2 показано середню кількість контрольних точок, зіставлених для всіх десяти користувачів під різними кутами повороту, у порівнянні зі справжнім відбитком пальця користувача під кутом повороту 90 градусів. Слід зазначити, що кути повороту 85, 90, 135 і 95 призвели до найбільшої середньої кількості збігів контрольних точок.

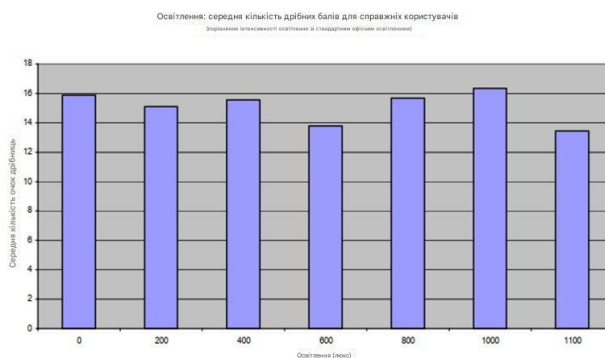


Рисунок 3. Середня кількість точок артефактів, зіставлених від освітлення

На рисунку 3 показано середню кількість точок артефактів для експериментальних відбитків за різних умов освітлення порівняно зі справжнім відбитком пальця користувача під кутом повороту 90 градусів і за нормального освітлення. Коли датчик відбитків пальців був представлений у різних умовах освітлення, була помічена мінливість у середній кількості точок, що збігаються.

Висновок. Досліджено протоколи розпізнавання в залежності від різних умов надання відбитків пальців, при різних кута, а також при різному освітленні. Отримані результати дозволяють корегувати протоколи для більш якісного розпізнавання особи, що дозволить підвищити якість захисту та систему безпеки.

Література

1. Ashbourn, J. (2000). Biometrics: Advanced Identity Verification. Springer, London.
2. Bolle, R. M., Pankanti, S., & Ratha, N. K. (2000). Evaluation Techniques for Biometrics-Based Authentication systems (FRR). Yorktown Heights, NY: IBM.
3. Doddington, G. R., Pryzbocki, M. A., Martin, A. F., & Reynolds, D. A. (2000). The NIST Speaker Recognition Evaluation: Overview Methodology, Systems, Results, Perspective

4. Doddington, G., Liggett, W., Martin, A., Przybocki, M., & Reynolds, D. (1998). Sheep, Goats, Lambs, and Wolves: A Statistical Analysis of Speaker Performance in the NIST 1998 Speaker Recognition Evaluation. International Conference on Spoken Language Processing.
5. Fingerprint Verification Competition. Retrieved on 04/12/2005 from: <http://bias.csr.unibo.it/fvc2004/default.asp>
6. The Fingerprint Vendor Technology Evaluation (FpVTE). Retrieved on 04/12/2005 from: <http://fpvte.nist.gov>
7. Haas, N., Ratha, N. K., & Bolle, R. M. (2002). Pre-enhancing Non-uniformly Illuminated Fingerprint Images. Retrieved April 2, 2005 from <http://www.research.ibm.com/ecvg/pubs/norm-enhance.pdf>
8. Jain, A. K., & Ross, A. (September 2002). Learning User-specific Parameters in a Multibiometric System, Proc. of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), (Rochester, NY), pp. 57-60.
9. Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. (Eds.) (2004). An Introduction to Biometric Recognition. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14 (4).

УДК 004.032.26

Ю.Д. Сидорко; Я.Ф. Балан; Д.П. Стухляк, к.т.н. доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЦЕГЛИ НА БАЗІ ПЛАТФОРМИ FIT

Yu.D. Sydorko; D.P. Stukhlyak, Ph.D, Assoc. Prof.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROLLING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF BRICK PRODUCTION BASED ON THE FIT PLATFORM

За останні роки у стратегії виробництва було зроблено багато змін. Підвищення продуктивності та зменшення відходів було в центрі уваги всіх цих заходів. Яскраві приклади передових виробничих стратегій включають загальне управління якістю, точно вчасно, реінжиніринг бізнес-процесів, гнучке виробництво, ощадливе виробництво. Сучасні виробничі системи стали складнішими та автоматизованими порівняно з традиційною моделлю, яка базується на людині як на первинному ресурсі. Виробництво вважалося трансформаційним процесом. Здатність організації швидко адаптуватися до мінливих вимог клієнтів і коливань ринку визначається як гнучкість. Це дає компанії конкурентну перевагу, оскільки вона може постачати свою продукцію швидше, ніж її конкуренти.

У роботі було проведено дослідження та автоматизацію для вдосконалення поточного виробничого процесу шляхом застосування принципів виробництва FIT за допомогою техніки моделювання дискретних подій (DES). Принципи FIT зосереджені на тому, щоб зробити виробничий процес ощадливим, гнучким і стійким, зберігаючи продуктивність, прибутковість і відходи на оптимальному рівні.

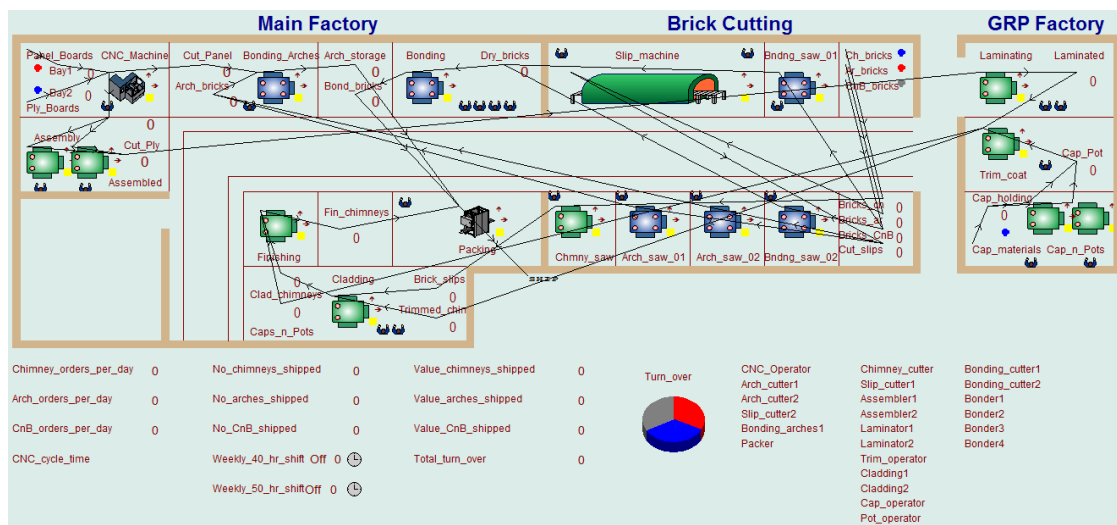


Рисунок 1. Модель системи.

Симуляція дискретних подій (DES) — це потужний інструмент, який можна використовувати для створення моделі поточного виробничого процесу, а потім

використовувати для вивчення впливу на перебіг процесу шляхом імітації моделі за різними сценаріями, що відповідають різним ключовим параметрам процесу. У цьому дослідженні програмне забезпечення WITNESS використовувалося як платформа для побудови моделі DES і запуску моделювання. Моделювання проводилося вручну, тобто за допомогою інтуїтивно зрозумілого підходу, а пізніше було запущено автоматично, тобто за допомогою вбудованого модуля оптимізації в WITNESS для збору необхідних даних для вдосконалення поточного виробничого процесу.

На рисунку 2 наведено схему автоматизації системи керування технологічним процесом виробництва цегли.

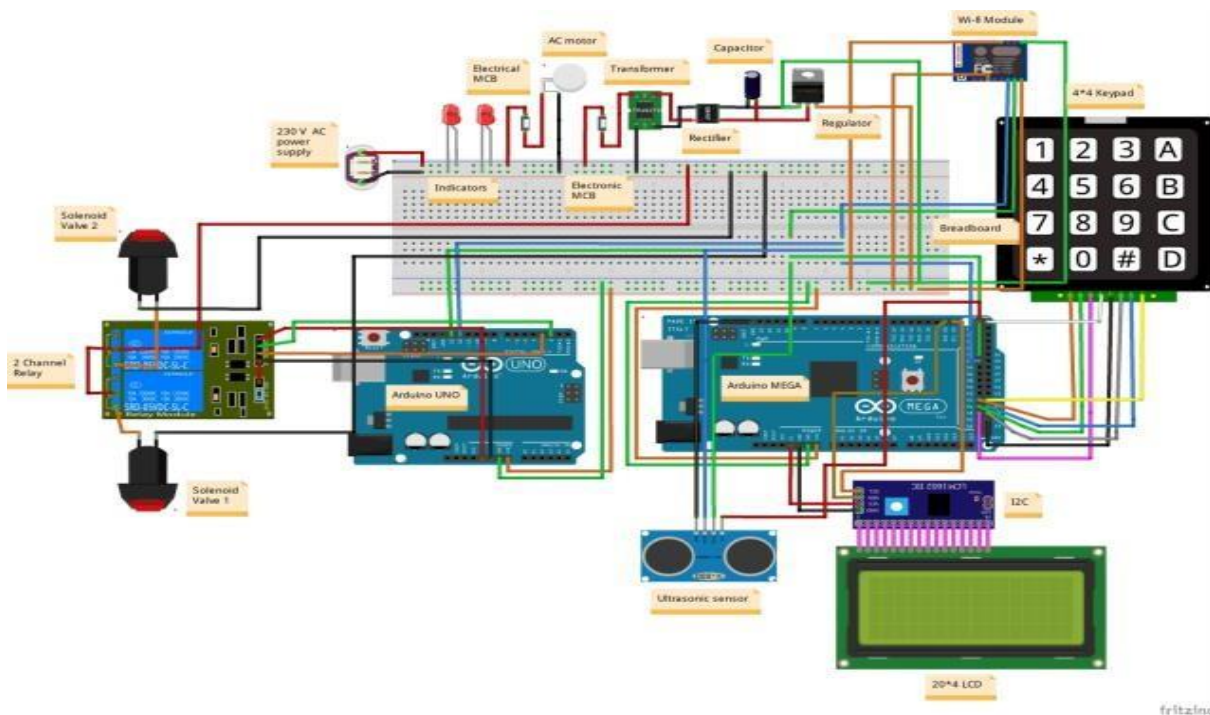


Рис. 2. Система автоматизації системи керування.

Висновок. Розроблена система забезпечує прийнятну продуктивність із доступними інвестиціями. Це автоматизована модель із простим алгоритмом. Це багатофункціональна машина, яка може виготовляти різні види цегли високої якості, просто змінивши форму. Це може досягти масового виробництва, що підвищує ефективність заводу, що зменшує робоче навантаження, а також знижує вартість виробництва.

Література

1. D.S. Madara, S.S. Namango and D. Arusei, "Innovative conceptual design of manual-concrete-block-making-machine", Innovative Systems Design and Engineering, vol. 7, no. 7, pp.41-52, July 2016.
2. Catalogue for Machines developed and promoted for production of cost-effective building components, Building material, and technology promotion council, pp. 2-33, April 2017.
3. S. Kaushik, and A. Guptha, "Design and fabrication of ash brick machine", International Journal of Scientific and Engineering Research, vol. 7, no. 3, pp. 604-609, March 2016.
4. S. Mehtha, and H. Prajapati, "Design of automatic fly ash brick manufacturing machine components", ELK Asia Pacific journals, pp. 3-9, 2017.
5. A. Ayyapan. and S. Milan, "Design of hybrid powered automated compressed stabilized earth block (CSEB) machine", International Conference for Convergence in Technology, India, pp. 1-6, April 2018.

УДК 004.3

Н.А. Шевченко, Г.В. Шимчук, У.А. Гарматюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ МЕРЕЖЕВОЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ VRF У БАГАТОКОЛІЙНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ

N.A. Shevchenko, G.V. Shymchuk, U.A. Harmatyuk

INTEGRATION OF VRF NETWORK VIRTUALIZATION TECHNOLOGY INTO MULTIPATH ROUTING

Сучасні IP-мережі стикаються з викликами забезпечення стійкості до відмов і ефективного розподілу трафіку. Використання багатоколіїної маршрутизації (ECMP) є одним із перспективних підходів для розв'язання цих завдань. Водночас інтеграція технології мережевої віртуалізації VRF (Virtual Routing and Forwarding) відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та ізоляції трафіку, що критично важливо для багатозадачних середовищ.

Розглянемо такі основні поняття як:

1. Основи інтеграції VRF у багатоколіїну маршрутизацію.
2. Архітектурні особливості створення ізольованих віртуальних маршрутних таблиць для підтримки одночасної роботи різних мережевих сегментів.
3. Вплив віртуалізації на стійкість до відмов, зокрема завдяки ізоляції потенційних зон відмови та локалізації мережевих проблем.

Virtual Routing and Forwarding (VRF) – це технологія мережевої віртуалізації, що дозволяє створювати декілька ізольованих маршрутних таблиць на одному фізичному пристрої. В інтеграції з багатоколіїною маршрутизацією (ECMP), VRF забезпечує логічне розділення мережевих потоків між різними віртуальними сегментами. Основні етапи інтеграції включають:

- Виділення маршрутів. Кожна віртуальна маршрутна таблиця в межах VRF може містити унікальні маршрути, що дозволяє розділяти трафік між сегментами, зберігаючи логічну ізоляцію.
- Підтримка ECMP. У рамках кожного VRF можуть використовуватися алгоритми ECMP для оптимального розподілу трафіку за кількома маршрутами з однаковою метрикою.
- Тегування трафіку. Використання міток (MPLS або інших) для ідентифікації маршрутів і збереження відповідності між віртуальними сегментами та фізичними ресурсами.

Переваги інтеграції VRF з ECMP:

- Поліпшення ізоляції потоків трафіку.
- Забезпечення ефективного розподілу навантаження між маршрутами.
- Спрощення управління складними мережами з великою кількістю клієнтів або сервісів.

Ключовий принцип VRF полягає у створенні декількох ізольованих маршрутних таблиць на одному фізичному пристрої (роутері чи комутаторі). Основні архітектурні аспекти:

- Віртуальні інтерфейси. Кожному VRF виділяється власний набір інтерфейсів (фізичних або віртуальних), які використовуються для взаємодії з відповідними мережевими сегментами.

- Розділення таблиць маршрутизації. В кожній VRF створюється окрема таблиця маршрутизації, яка незалежно обробляє трафік і не перетинається з іншими таблицями.

- Маршрутизація між VRF. За необхідності можна реалізувати передачу даних між VRF через загальні маршрутизатори або комутатори із використанням спеціальних маршрутних правил.

- Підтримка множинних клієнтів. Архітектура VRF дозволяє ізолювати трафік різних клієнтів або сервісів, створюючи окремі віртуальні мережі, які працюють паралельно на одній фізичній інфраструктурі.

Переваги такого підходу:

- Простота масштабування мережі.
- Зниження ризику впливу помилок в одній мережі на інші.
- Гнучке управління ресурсами в межах загальної інфраструктури.

Віртуалізація мережі через VRF суттєво підвищує стійкість до відмов завдяки кільком критично важливим механізмам:

- Ізоляція зон відмови. Проблеми, які виникають у межах одного VRF (наприклад, перевантаження або відмова маршруту), не впливають на інші VRF, оскільки кожен сегмент ізолюваний на рівні маршрутних таблиць.

- Локалізація помилок. Завдяки ізолюваним маршрутним таблицям адміністратори можуть швидко виявити джерело проблеми та усунути її без втручання в інші сегменти мережі.

- Резервування маршрутів. Використання ECMP в рамках кожного VRF дозволяє забезпечити автоматичне переключення на альтернативний маршрут при відмові одного з маршрутів, зберігаючи безперервність передачі трафіку.

- Мінімізація впливу атак. Ізоляція мережесегментів допомагає знизити ризик поширення DDoS-атак або інших загроз у межах фізичної інфраструктури.

Загалом, інтеграція VRF із багатоколісною маршрутизацією значно покращує надійність мережі, скорочуючи час простою та забезпечуючи високу доступність послуг навіть у разі непередбачуваних відмов.

Результати показують, що використання VRF у багатоколісній маршрутизації дозволяє знизити час відновлення мережі після відмов, зменшити втрати пакетів у разі перевантажень і підвищити гнучкість управління мережевими ресурсами. У дослідженні також висвітлюються виклики, пов'язані з впровадженням цієї технології, такі як збільшення складності конфігурації та необхідність сумісності з існуючими протоколами маршрутизації.

Інтеграція VRF у багатоколісну маршрутизацію є перспективним напрямом для створення стійких та високопродуктивних мережесегментів інфраструктур, що здатні задовольнити сучасні вимоги бізнесу та користувачів.

Література

1. Smith J., Zhang Y., Brown K. Improving Network Resilience Using Virtual Routing and Forwarding (VRF) // IEEE Communications Magazine. — 2018. — Vol. 56, Issue 10. — P. 45–53.
2. Miller A., Lee T. Performance Evaluation of Equal-Cost Multi-Path Routing in Virtualized Networks // ACM SIGCOMM. — 2019. — Vol. 29, No. 3. — P. 33–41.
3. Kumar V., Shah A. Enhancing MPLS VPNs with Software-Defined Networking (SDN) Principles // Computer Networks. — 2020. — Vol. 175. — Article 107284.
4. Li C., Chen Z. Traffic Engineering in VRF-Enabled Networks: Challenges and Opportunities // Elsevier Journal of Networking. — 2021. — Vol. 89. — P. 67–75.

УДК 004.3

Н.А. Шевченко, Г.В. Шимчук, У.А. Гарматюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТРИК МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ IP-МЕРЕЖ

N.A. Shevchenko, G.V. Shymchuk, U.A. Harmatyuk

OPTIMIZING ROUTING METRICS TO ENSURE STABILITY AND RELIABILITY OF IP NETWORKS

Стійкість та надійність IP-мереж є ключовими характеристиками сучасних комунікаційних інфраструктур, що обслуговують критично важливі сервіси, як-от електронна комерція, медичні системи, індустрія розваг та інтернет речей (IoT). Одним із найбільш ефективних підходів для забезпечення цих характеристик є оптимізація метрик маршрутизації, що впливає на вибір маршруту та загальну продуктивність мережі.

Маршрутизація базується на визначенні оптимального шляху передачі даних через мережу. Для цього використовуються метрики — числові значення, що оцінюють якість маршруту. До найпоширеніших метрик належать:

- Довжина шляху (hop count) – кількість проміжних вузлів між джерелом і отримувачем.
- Пропускна здатність – максимальний обсяг даних, який може бути переданий по маршруту.
- Затримка (latency) – час передачі пакету від відправника до отримувача.
- Вартість зв'язку – залежить від економічних факторів чи пріоритету використання конкретних каналів.

Оптимізація метрик маршрутизації спрямована на вибір таких значень, які забезпечать баланс між продуктивністю, стійкістю до відмов і адаптивністю до змін у мережевих умовах.

Розглянемо методи оптимізації метрик, а зокрема:

- Мультикритеріальний підхід. Замість використання однієї метрики, застосовується їх комбінація. Наприклад, комбінація затримки та пропускної здатності дозволяє враховувати як швидкість доставки даних, так і доступні ресурси каналу.
- Динамічна маршрутизація. Метрики постійно оновлюються відповідно до змін у мережі (наприклад, перевантаження вузлів або відмова каналу). Протоколи на кшталт OSPF та EIGRP підтримують цей підхід.
- Інтелектуальні алгоритми. Використання алгоритмів машинного навчання для передбачення змін у мережі та динамічної адаптації метрик на основі аналізу історичних даних.
- Ієрархічна маршрутизація. Для великих мереж застосовується поділ на зони з оптимізацією метрик на локальному рівні, що зменшує обчислювальну складність.

Вплив оптимізації метрик на стійкість та надійність, залежить від:

- Зменшення часу відновлення. Оптимізовані метрики сприяють швидшому переключенню на альтернативний маршрут у разі відмови вузла або каналу зв'язку.
- Запобігання перевантаженням. Маршрутизація враховує поточну завантаженість вузлів і каналів, що дозволяє уникнути вузьких місць у мережі.
- Ізоляція зон відмови. Оптимальні маршрути мінімізують ймовірність розповсюдження проблем із сегменту на всю мережу.
- Підвищення якості обслуговування (QoS). Забезпечується стабільний рівень продуктивності навіть під час пікових навантажень.

Оптимізація метрик маршрутизації є актуальною для таких протоколів, як OSPF, IS-IS, BGP, а також у сценаріях використання мультипротокової маршрутизації (MPLS). Результати

моделювання в сучасних дослідженнях показали, що адаптивна маршрутизація із застосуванням оптимізованих метрик знижує ймовірність відмов на 30–50% і покращує швидкість відновлення мережі після збою на 40%.

В останні роки у сфері оптимізації метрик маршрутизації активно впроваджуються сучасні інструменти, які враховують не лише технічні параметри мережі, а й зовнішні фактори, такі як енергоспоживання та екологічність роботи інфраструктури. Розглянемо на прикладі таких інструментів:

1. Контекстуальна маршрутизація – цей підхід базується на використанні додаткових контекстуальних даних, таких як тип трафіку (відео, голос, IoT), пріоритетність передачі та політика організації. Наприклад, у корпоративних мережах може бути пріоритетним забезпечення низької затримки для відеоконференцій, тоді як у дата-центрах важливішою є пропускна здатність.

2. Інтеграція з SDN – програмно-визначені мережі (SDN) дозволяють централізовано управляти маршрутизацією, динамічно змінюючи метрики в реальному часі. Контролер SDN може аналізувати стан мережі та передбачати потенційні точки відмови, адаптуючи маршрути відповідно до змін умов.

3. Використання алгоритмів штучного інтелекту. Машинне навчання та штучний інтелект знаходять застосування в прогнозуванні перевантажень, аналізі журналів мережевого трафіку та автоматичній оптимізації метрик. Наприклад, нейронні мережі можуть бути використані для побудови моделей, які визначають оптимальні маршрути в умовах змінного трафіку.

4. Енергетична ефективність. Для великих мереж із значною кількістю вузлів важливим фактором є мінімізація споживання енергії. Оптимізація метрик може бути спрямована на зменшення використання енергії шляхом вибору маршрутів, що споживають менше ресурсів, наприклад, за рахунок зменшення кількості активних проміжних вузлів.

Поглиблена оптимізація метрик маршрутизації стає особливо актуальною в умовах зростання вимог до масштабованості та адаптивності мереж. Зростання популярності хмарних технологій, віртуалізації мережевих функцій (NFV) та IoT відкриває нові можливості для використання адаптивних алгоритмів маршрутизації.

Оптимізація метрик маршрутизації є необхідною умовою для побудови надійних IP-мереж, здатних адаптуватися до змін і забезпечувати високий рівень обслуговування. Подальший розвиток методів оптимізації, включаючи використання штучного інтелекту, дозволить створювати ще більш ефективні системи маршрутизації, що відповідають вимогам сучасних і майбутніх мереж.

Інноваційні підходи до оптимізації метрик маршрутизації є ключовими для забезпечення стійкості, надійності та адаптивності сучасних IP-мереж. Їх реалізація дозволяє не лише ефективно вирішувати поточні завдання, а й готувати мережеву інфраструктуру до майбутніх викликів, таких як зростання кількості підключень, потреба в низьких затримках та підвищена важливість енергозбереження.

Література

1. Li Y., Johnson M. Integration of NFV and VRF for Modern Network Architectures // IEEE Xplore. — 2019. — Vol. 7. — P. 123–134.
2. Gupta R., Singh S. SD-WAN with VRF: Enhancing Multi-Tenant Network Resilience // Springer Journal of Networking. — 2021. — Vol. 12, No. 4. — P. 89–102.

УДК 004.41

Т. Ланевич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

APACHE KAFKA TA RABBITMQ: ПОРІВНЯННЯ АРХІТЕКТУР ТА МОЖЛИВОСТЕЙ

T. Lanevych

APACHE KAFKA AND RABBITMQ: COMPARING ARCHITECTURES AND CAPABILITIES

Архітектура, керована подіями (Event-driven architecture, EDA) – це патерн проєктування програмного забезпечення, який дозволяє організації виявляти «події» або важливі бізнес-моменти і реагувати на них у реальному часі або в режимі, близькому до реального. Ця модель замінює традиційну архітектуру «запит/відповідь», де сервіси повинні були чекати на відповідь, перш ніж перейти до наступного завдання. Використання Apache Kafka та RabbitMQ є популярними підходами для реалізації такої архітектури у масштабованих і гнучких проєктах, оскільки вони підтримують високу доступність, ефективність обміну повідомленнями і низьку затримку.

RabbitMQ – це потужний і гнучкий брокер повідомлень, заснований на протоколі AMQP (Advanced Message Queuing Protocol). Він використовується для керування маршрутизацією, доставкою та зберіганням повідомлень у розподілених системах. RabbitMQ дозволяє використовувати різні типи обміну повідомлень, що робить його хорошим вибором для багатьох різних додатків.

Apache Kafka – це платформа для потокової обробки подій, що дозволяє ефективно обробляти величезні обсяги даних у реальному часі. Kafka є розподіленою системою, де події передаються між виробниками (producers) та споживачами (consumers) через так звані теми (topics).

Основні відмінності між RabbitMQ та Apache Kafka:

1. Архітектура RabbitMQ базується на чергах, де повідомлення тимчасово зберігаються до моменту їх використання. Кожна черга підключена до біржі, яка спрямовує повідомлення до потрібної черги на основі визначених правил. Ця архітектура добре підходить для систем, які потребують складної маршрутизації та надійної доставки повідомлень. Kafka використовує розподілену архітектуру, засновану на незмінних журналах (immutable logs). Повідомлення записуються в теми і залишаються там, навіть після того, як їх буде прочитано. Це дозволяє декільком користувачам читати одні й ті ж повідомлення без шкоди для продуктивності, що робить Kafka дуже масштабованою і придатною для великих обсягів даних.

2. RabbitMQ часто є найкращим вибором для додатків, які потребують надійної доставки повідомлень і підтримки складних шаблонів обміну повідомленнями. Він широко використовується в системах електронної комерції, де важливо забезпечити надійну і своєчасну доставку замовлень, транзакцій і повідомлень. Kafka – це правильний інструмент для систем, які потребують обробки великих обсягів даних у режимі реального часу, наприклад, для моніторингу конвеєрів даних або потокової передачі даних. Його архітектура дозволяє ефективно обробляти безперервні потоки даних, що робить його

ідеальним для таких програм, як моніторинг інфраструктури, аналіз даних у реальному часі та інтеграція даних між різними системами.

3. Хоча RabbitMQ можна масштабувати горизонтально, він має деякі обмеження в проектах з дуже високою пропускнуою здатністю. Його модель черги та обміну є потужною, але може мати проблеми у сценаріях з надзвичайно великими обсягами повідомлень та низькими вимогами до затримок. Kafka був розроблений для високої масштабованості. Він може обробляти петабайти даних без втрати продуктивності завдяки розподіленій архітектурі та управлінню журналами. Це робить Kafka найкращим вибором для додатків, які потребують масштабного горизонтального масштабування.

4. Обидві системи забезпечують збереження повідомлень, але різними способами. RabbitMQ дозволяє зберігати повідомлення на диску, гарантуючи, що вони не будуть втрачені у випадку збою. Однак, існують деякі обмеження на те, як цими повідомленнями керувати і видаляти їх з черг. Kafka зберігає повний журнал подій у своїх темах. Повідомлення залишаються в журналі протягом певного часу, навіть якщо вони були використані. Це забезпечує більшу довговічність і дозволяє користувачам із затримкою отримати доступ до попередніх повідомлень без впливу на продуктивність системи.

Використання RabbitMQ найкраще підходить для застосунків, в яких важливо мати:

1. Складну маршрутизацію повідомлень на основі певних правил.
2. Гарантовану та надійну доставку повідомлень.
3. Легку та швидку інтеграцію в проектах з невеликим обсягом повідомлень і низькою затримкою.

Apache Kafka краще підійде для:

1. Обробки великих обсягів даних у реальному часі.
2. Застосунків, які потребують високої масштабованості та низької затримки.
3. Сценаріїв, коли декілька споживачів мають доступ до одних і тих самих повідомлень, наприклад, у конвеєрах даних.

Висновок. Вибір між Apache Kafka та RabbitMQ залежить від характеру системи та вимог до обробки подій. Kafka більше підходить для великих, масштабованих і високонавантажених систем, де потрібно обробляти потоки даних в реальному часі. RabbitMQ є чудовим вибором для більш традиційних систем з фокусом на асинхронну обробку подій з низькою затримкою та високою гнучкістю в маршрутизації.

Література

1. Implementing event-driven architecture with Apache Kafka [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/abb-bank/implementing-event-driven-architecture-with-apache-kafka-2eaa26181917>.
2. RabbitMQ vs Kafka: A Comparative Analysis of Mechanism, Concepts, Features, & Use Cases [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/@byanalytixlabs/rabbitmq-vs-kafka-a-comparative-analysis-of-mechanism-concepts-features-use-cases-4420dafc8280>.
3. RabbitMQ vs. Kafka: Which One to Choose for Your Event-Driven Architecture? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dev.to/guilhermesiqueira/rabbitmq-vs-kafka-which-one-to-choose-for-your-event-driven-architecture-3enm>.

УДК 004.41

Т. Ланевич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАСТОСУВАННЯ ДОМЕННО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ У ГНУЧКІЙ АРХІТЕКТУРІ

U. Lanevych

THE USE OF DOMAIN-DRIVEN DESIGN IN A FLEXIBLE ARCHITECTURE

У сучасному складному світі розробки програмного забезпечення, створення додатків, які вирішують реальні бізнес-проблеми, виходить далеко за межі написання хорошого коду. Це вимагає глибокого розуміння предметної області – конкретної галузі знань або діяльності, для підтримки якої розробляється програмне забезпечення. Це основна передумова доменно-орієнтованого проектування (Domain-Driven Design, DDD) – методології, яка сформувала сучасну архітектуру програмного забезпечення, зокрема, у зв'язку з розвитком мікросервісів. DDD є життєво важливою основою для створення масштабованих, підтримуваних та бізнес-орієнтованих програмних систем.

Domain-Driven Design є підходом, спрямованим на проектування програмного забезпечення через глибоке розуміння предметної області, зосереджуючись на бізнес-логіці. В умовах Agile цей підхід стає особливо цінним завдяки можливості швидко адаптуватися до змін, підтримуючи модульність та контроль залежностей.

Основні принципи DDD:

1. Єдина мова (Ubiquitous Language). Під час розробки програмного забезпечення всі члени команди користуються спільним словником або мовою. Вона має на меті усунути непорозуміння між розробниками та експертами предметної області, дозволяючи їм спілкуватися більш ефективно і точно.

2. Обмежені контексти (Bounded Contexts). Дозволяють розділяти систему на самостійні компоненти, щоб зменшити міжмодульні залежності.

3. Сутності (Entities). Це об'єкти, які мають чітку ідентичність, що зберігається з часом. Вони представляють основні концепції предметної області, де ідентичність має вирішальне значення, навіть якщо інші атрибути змінюються.

4. Об'єкти-значення (Value Objects) – На відміну від сутностей, об'єкти-значення не мають чіткої ідентичності. Вони визначаються своїми атрибутами і є незмінними, тобто не можуть бути змінені після створення.

5. Агрегати та агрегатні корені (Aggregates and Aggregate Roots). Це група пов'язаних сутностей і об'єктів, які розглядаються як єдине ціле. Корінь агрегату є первинною сутністю, яка контролює доступ до інших об'єктів у межах агрегату.

Переваги застосування доменно-орієнтованого проектування:

1. Єдина мова і чіткі межі контексту покращують комунікацію між членами команди і зацікавленими сторонами. Це створює дуже важливий зв'язок між технічними і бізнес-командами, який може змінити правила гри для нового дизайну продукту, який потрібно підтримувати в часі.

2. Підвищена гнучкість. Використання обмежених контекстів та агрегатів у DDD створює більш адаптивний і гнучкий підхід до проектування. Обмежені контексти встановлюють чіткі межі, що дозволяє різним частинам системи розвиватися незалежно,

зменшуючи вплив змін в одній частині на інші. Це особливо важливо для великих і складних систем, де різні модулі можуть мати специфічні вимоги. Агрегати, інкапсулюючи пов'язані сутності та об'єкти-значення, спрощують модель, роблячи систему більш керованою. Модульна структура підтримує чистоту коду та дає змогу використовувати різноманітні технології, відповідаючи на зміни бізнес-вимог і технологічних ландшафтів. DDD добре поєднується з мікросервісами та модульними архітектурами, сприяючи гнучкості у розробці.

3. Висока згуртованість і слабкі зв'язки. У доменно-орієнтованому дизайні агрегати забезпечують високу згуртованість, групуючи тісно пов'язані сутності та об'єкти-значення. Таке тісне внутрішнє групування підвищує чіткість і цілісність системи. Водночас, обмежені контексти підтримують вільний зв'язок, дозволяючи різним частинам системи взаємодіяти з мінімальними залежностями, тим самим підвищуючи гнучкість і простоту обслуговування.

Недоліки застосування доменно-орієнтованого проектування:

1. Складність. Детальне моделювання, притаманне DDD, може зробити процес розробки більш складним. Це особливо помітно в тонкому моделюванні бізнес-логіки та розмежуванні обмежених контекстів і агрегатів. Хоча така складність допомагає в роботі зі складними бізнес-доменами, вона може бути непосильною для простіших проєктів.

2. Забирає багато часу. Впровадження DDD, зокрема створення єдиної мови та постійне вдосконалення моделі, є трудомістким процесом. Це робить DDD менш придатним для проєктів з обмеженими термінами або з прямолінійною логікою, де глибокий аналіз не потрібен. У ситуаціях, де важлива швидкість, тривалий процес DDD може стати перешкодою.

3. Вимоги до навичок. DDD вимагає високого рівня експертизи в принципах проектування та глибоких знань бізнес-домену, що може бути викликом для недосвідчених команд. Брак досвіду призводить до труднощів в ефективному впровадженні DDD, що може збільшити час розробки і призвести до неоптимальних результатів.

Висновок. Доменно-орієнтоване проектування пропонує структурований підхід до розробки програмного забезпечення для складних бізнес-сфер, орієнтуючись на глибоке розуміння домену за допомогою єдиної мови, обмежених контекстів та агрегатів. Це підвищує гнучкість систем і полегшує масштабованість архітектури. Водночас DDD потребує значних витрат часу та експертизи, що може ускладнити його застосування в простих проєктах або в умовах обмежених ресурсів і термінів.

Література

1. Architecture Approach : Domain-Driven Design (DDD) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.linkedin.com/pulse/architecture-approach-domain-driven-design-ddd-momen-negm-lprof>.

2. Domain-Driven Design (DDD): The Foundation of Modern Software Architecture [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://roshancloudarchitect.me/domain-driven-design-ddd-the-foundation-of-modern-software-architecture-f2b07c1d1801>.

3. Microservices Done Right: Using Domain Driven Design and Hexagonal Architecture [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/@abdessamad.abidar/microservices-done-right-using-domain-driven-design-and-hexagonal-architecture-739f6c50ea3b>.

4. Power of DDD (Domain-Driven Design) in Building Scalable Applications [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://blog.emb.global/ddd-domain-driven-design/>.

УДК 004.05; 004.42; 004.9

Назар Осідак, Олександр Цвігун

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ ШІ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ

Nazar Osidak, Oleksandr Tsvihun

APPLICATION OF AI FOR AUTOMATED TESTING TASKS

Штучний інтелект (ШІ) має великий потенціал у автоматизації тестування програмного забезпечення, але його застосування залежить від конкретних завдань. Існують типові ситуації, коли варто використовувати ШІ для автоматизації тестування, а є також випадки, коли традиційні методи можуть бути більш ефективними [1].

Штучний інтелект найкраще підходить для автоматизації тестів, де є потреба в адаптації, обробці великих обсягів даних, або в ситуаціях, коли специфікація тестів неповна або має суперечності. Традиційні методи автоматизації залишаються ефективними для стабільних, стандартизованих тестів.

Опишемо коротко завдання, які можна вирішити за допомогою ШІ. В першу чергу це тестування на основі поведінки користувача (User Behavior Testing): ШІ може аналізувати дані поведінки користувачів та автоматично генерувати тести, що імітують реальні сценарії взаємодії з продуктом. Наприклад, використання алгоритмів машинного навчання для створення сценаріїв тестування, що адаптуються під реальні патерни поведінки.

ШІ може автоматично визначати, які тестові сценарії виконувати в першу чергу, щоб мінімізувати час тестування при максимальному покритті. Таким чином вирішується задача оптимізації сценаріїв тестування. Алгоритми, зокрема на основі навчання з підкріпленням, можуть оптимізувати вибір тестів, залежно від результатів попередніх запусків і змін у коді. У випадках, коли програма працює з великими обсягами даних або складними системами, ШІ може застосовувати методи аналізу великих даних для пошуку потенційних дефектів у системах, що важко протестувати вручну. ШІ може допомогти в тестуванні програм, де специфікація неповна або містить суперечності. Застосування технологій, таких як нейронні мережі, може допомогти адаптувати тестування до змін у поведінці програми.

Існує також не менший список задач, які краще вирішувати без ШІ. Регресійне тестування для випадків, коли програма має добре визначену структуру та стабільний функціонал. Тоді традиційні методи автоматизації тестів (наприклад, за допомогою Selenium або JUnit) можуть бути більш ефективними. Це дозволяє виконувати стандартні перевірки без додаткових затрат на навчання моделей ШІ.

Статичні тести на навантаження або стрес-тести, які вимірюють стабільність і продуктивність програми, можуть бути виконані без ШІ. Вони потребують чітких та вимірних результатів, які краще піддаються автоматизації без залучення складних технологій. У випадку функціонального тестування прості функціональні тести, коли потрібно перевірити, чи працюють конкретні функції програми відповідно до вимог, можуть бути виконані без ШІ за допомогою традиційних інструментів автоматизації. У таких випадках ШІ не дасть значного покращення в продуктивності.

Література

1. Цісарук Д. В. Методи і засоби тестування програмного забезпечення комп'ютерних систем з використанням алгоритмів машинного навчання : кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю „123 — комп'ютерна інженерія“ / Д. В. Цісарук. – Тернопіль, 2021. – 90 с.

УДК 004.4; 005.3; 005.8

Руслан Матящук, Тарас Постоліук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗНАЧЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ SPI ДЛЯ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТІВ

Ruslan Matiashchuk, Taras Postoliuk

THE IMPORTANCE OF SPI IMPLEMENTATION FOR SOFTWARE PROJECTS

Покращення процесів розробки програмного забезпечення (Software Process Improvement – SPI) має важливе значення для розробки програмного забезпечення, оскільки воно зосереджується на вдосконаленні та оптимізації процесів, пов'язаних зі створенням програмного забезпечення [1]. Основною метою SPI є підвищення якості, ефективності та надійності методів розробки програмного забезпечення, що зрештою призводить до кращих результатів як для розробників, так і для кінцевих користувачів.

SPI безпосередньо сприяє постачанню високоякісного програмного забезпечення з меншою кількістю дефектів. Коли процеси добре структуровані та ефективні, розробники можуть створювати більш надійне програмне забезпечення, яке відповідає або перевершує очікування клієнтів. Такий акцент на якості не тільки покращує репутацію команди розробників або компанії, але й зменшує довгострокові витрати, пов'язані з усуненням дефектів або проблемами продуктивності після розгортання.

Ефективність є ще одним важливим фактором SPI. Оптимізовані процеси забезпечують ефективне використання таких ресурсів, як час, бюджет і робоча сила. Таким чином досягаємо скорочення циклів розробки, дозволяючи командам постачати продукти швидше та економніше. На сучасному мінливому ринку програмних продуктів здатність швидко створювати програмне забезпечення без шкоди для якості забезпечує значну конкурентну перевагу.

Індустрія програмного забезпечення характеризується швидким розвитком технологій, мінливими вимогами клієнтів і динамічними вимогами ринку. Удосконалені процеси допомагають командам ефективніше реагувати на ці зміни, будь то пристосування до нових технологій, інтеграція відгуків клієнтів або масштабування для виконання більших проєктів.

Стандартизуючи процеси, команди можуть досягти передбачуваних результатів, зменшуючи ризики, пов'язані з мінливістю практики розробки. Стандартизовані процеси також покращують співпрацю між членами команди, гарантуючи, що всі дотримуються однакових методологій і розуміють свою роль у досягненні цілей проєкту.

Структури SPI, такі як CMMI (Capability Maturity Model Integration) або ISO/IEC 15504 (SPICE) чи поточним діючим ISO/IEC TS 33061:2021, забезпечують структуровані підходи до досягнення цих покращень [2].

Таким чином, SPI є життєво важливим аспектом розробки програмного забезпечення. Це покращує якість, покращує ефективність, підтримує адаптивність, забезпечує послідовність і сприяє як задоволенню клієнтів, так і моральному духу команди. Організації, які інвестують у SPI, отримують конкурентну перевагу та мають кращі позиції для довгострокового успіху.

Література

1. Herbsleb, J., Carleton, A., Rozum, J., Siegel, J., & Zubrow, D. (1994). Benefits of CMM-based software process improvement: Initial results. Software Engineering Institute, CMU/SEI-94-TR-13.
2. Mathiassen, L., Nielsen, P. A., & Pries-Heje, J. (2002). Learning SPI in practice (pp. 3-21). Addison-Wesley, Boston.

УДК 004.652; 004.652.4

Святослав Мельничук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПІДХОДИ ДО ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕЛЯЦІЙНИХ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ

Sviatoslav Melnychuk

APPROACHES TO THE COMPARISON OF PERFORMANCE FOR SQL AND NOSQL DATABASES

Порівнюючи продуктивності реляційних та нереляційних баз даних, слід оцінити кілька ключових аспектів [1]. По-перше, слід взяти до уваги складність запитів та робоче навантаження. Реляційні (SQL) бази даних, такі як PostgreSQL або MySQL, відмінно справляються зі складними багатотабличними з'єднаннями, які є звичайними для реляційних моделей. Однак ці операції можуть призвести до зниження продуктивності під час великих навантажень. Нереляційні (NoSQL) бази даних, такі як MongoDB або Cassandra, оптимізовані для більш простих, великих операцій читання та запису, часто перевершують SQL для випадків опрацювання великомасштабних, неструктурованих або напівструктурованих даних.

Вирішальну роль для продуктивності також відіграє здатність СКБД до масштабованості. Бази даних SQL в основному вертикально масштабовані, тобто підвищення їх продуктивності залежить від оновлення апаратного забезпечення. На противагу їм NoSQL бази даних розроблені для горизонтального масштабування, що дозволяє розподіляти дані між кількома серверами для обробки зростаючих навантажень. Ця властивість робить їх більш придатними для розподілених хмарних систем.

Іншим фактором для оцінки продуктивності систем керування базами даних різних типів є шаблони доступу до даних та індексування. Бази даних SQL часто використовують складні стратегії індексування для оптимізації продуктивності запитів, але це може призвести до росту затрат обчислювальних потужностей під час інтенсивних операцій запису. Бази даних NoSQL надають гнучкі параметри індексування, які можна адаптувати до конкретних випадків використання, таких як геопросторові запити або дані часових рядів, хоча ця гнучкість може відбуватися за рахунок оптимізації запитів для більш складних операцій.

Бази даних SQL дотримуються строгих принципів ACID, забезпечуючи надійну узгодженість, яка є важливою для таких додатків, як банківська справа чи електронна комерція. Це може викликати затримку, особливо в розподілених середовищах. Бази даних NoSQL, розроблені на основі кінцевої узгодженості (BASE), надають перевагу продуктивності та доступності, що робить їх більш ефективними в таких сценаріях, як канали соціальних мереж.

Також варто розглянути вплив складності моделі даних на продуктивність. Бази даних SQL з їх жорсткими вимогами до схеми можуть спричинити додаткові затрати під час адаптації до мінливих структур даних. Оскільки бази даних NoSQL не містять схем, вони можуть обробляти подібні зміни більш динамічно, підвищуючи продуктивність у гнучких середовищах.

Література

1. Ковтун, Б. В., Манич, А. М., & Романюк, О. В. (2020). Порівняльна характеристика реляційних та NoSQL баз даних (Doctoral dissertation, ВНТУ).

УДК 004.42; 004.9; 004.056.5

Тетяна Щеснюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГНУЧКИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ДЛЯ IoT-СИСТЕМ

Tetiana Shchesniuk

PARTICULARITIES OF AGILE DEVELOPMENT TECHNOLOGIES USING FOR IoT SYSTEMS

Застосування технологій гнучкої розробки до систем на основі Інтернету речей (Internet of Things – IoT) передбачає врахування ряду унікальних аспектів через складність і різноманітність IoT-систем. Гнучкі принципи, такі як ітеративна розробка, співпраця з клієнтами та адаптивність, добре узгоджуються з динамічною природою проектів IoT. Однак інтеграція програмного забезпечення з апаратним та з мережевими компонентами створює певні проблеми [1].

Одним з критичних аспектів є залежність від апаратного забезпечення. Системи IoT містять різноманітні датчики та виконавчі механізми, які мають довший цикл розробки, ніж програмне забезпечення. Гнучкі методології необхідно адаптувати для врахування цих розширених часових рамок, часто вимагаючи паралельних робочих процесів, де розробка обладнання та програмного забезпечення розвивається незалежно, але залишається тісно скоординованою.

Ще одним викликом є міждисциплінарна співпраця. Проекти IoT часто включають різні команди, включаючи розробників програмного забезпечення, інженерів апаратного забезпечення та дослідників даних. Гнучкі структури повинні сприяти ефективній комунікації та інтеграції між цими командами, часто вимагаючи спеціальних інструментів і практик для управління цими взаємозалежностями.

Багато систем IoT вимагають обробки в реальному часі та швидкості реагування, що необхідно враховувати під час планування спринту та тестування. Ітеративна розробка повинна гарантувати, що кожен крок відповідає стандартам продуктивності та надійності, важливих для додатків IoT. Тестування та розгортання в проектах IoT також істотно відрізняються. Тестування часто вимагає інтеграції з фізичними пристроями, змодельованим середовищем або периферійними обчислювальними установками, що може ускладнити конвеєри безперервної інтеграції та доставки (CI/CD). Розгортання, особливо для пристроїв у польових умовах, включає оновлення по повітрю (over-the-air – OTA), які мають бути надійними та безпечними, щоб уникнути системних збоїв.

Безпека та конфіденційність даних викликають додаткові проблеми. Гнучка розробка для IoT повинна завчасно і постійно інтегрувати методи безпеки, усуваючи вразливості, які можуть виникати через взаємопов'язані пристрої та мережі.

Таким чином, незважаючи на те, що гнучка розробка забезпечує міцну основу для проектів Інтернету речей, її застосування потребує індивідуальних практик для усунення залежностей апаратного забезпечення, міждисциплінарної співпраці, вимог до роботи системи у режимі реального часу та викликів безпеки.

Література

1. Guerrero-Ulloa, G., Rodríguez-Domínguez, C., & Hornos, M. J. (2023). Agile methodologies applied to the development of Internet of Things (IoT)-based systems: A review. *Sensors*, 23(2), 790.

UDC 004.514

Nadiia SKLIAROVA, Tymophii LANEVYCH

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

DEVELOPMENT AND MANAGEMENT STRATEGIES FOR THE ADMIN WEBSITE

Wireframes are a fundamental tool in web development that works as a plan for the design and functionality of the website. It is a simplified representation of the website wireframes that focuses on the visual view of the page, structure, and location of elements rather than implementing all detailed features.

One of the main aspects of wireframes is helping communication. They work as a bridge between designers, developers, and non-technical specialists. Clear layout pages of the project will ensure that everyone who takes part understands the site's structure and functionality [1]. In the coding process, developers use wireframes as a guide that guarantees that the site agreed upon structure. It helps to keep sequence and alignment with actual design visuals throughout the development process.

Another aspect of wireframes is planning the user experience. With a focus on the layout and location of objects, they help to create a user-friendly interface that will be usable, accessible, and intuitive [2]. It allows designers to assess the overall usability of the webpage before development, which will increase interaction for users. This approach helps to find potential issues in earlier stages that will save time and resources in the implementation stage.

The project's wireframes provide a responsive design where the layout adapts to the different screen sizes, especially for laptop screens with 1024px resolution in landscape orientation. It is made with CSS adjustments, which change element sizes and locations throughout the screen width. For example, on PC screen size calendar and form fields are placed side by side but go vertically on smaller screens, ensuring accessibility and usability for users.

The wireframes included all required input fields and options for editing, accepting, and saving information. Each field has labels that improve accessibility by properly describing each input for visually disabled users. The navigation menu included all features in wireframes, which clearly shows every aspect of the requirements. It has different sections in the admin application that supply easy access.

The admin's name and sign-out button were included in the frames. The design choice ensures that administrators can easily figure out their session and log out for security reasons. The wireframes improve the security and usability of the website.

Overall, using of clear and minimalistic design components and color patterns supplies visually attractive but without distractive elements. This approach will help to focus users on the task and productive working through usage.

In summary, wireframes play an important role in web development by giving a clear visual layout of web pages and the structure of the overall project. They enhance communication among teams, and effective management in the developing stage.

References

1. Garrett J. J. The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond. Berkeley: New Riders, 2011. Available at: [The Elements of User Experience. User-Centered Design for the Web and Beyond 2nd Ed.](#)
2. Brown D. Communicating Design: Developing Web Site Documentation for Design and Planning. Available at: https://books.google.co.uk/books?id=6dIFc4iwbuIC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

УДК 004.9

А. В. Островський, Р. І. Королюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДАВАЧІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ РОЄВОГО СТАНУ БДЖОЛОСІМ'І

A. V. Ostrovskiy, R. I. Koroliuk

RESEARCH OF SENSORS FOR THE SYSTEM OF DETECTING THE SWARM STATE OF A BEE COLONY

Для розширення можливостей стартапу IoT Вулик, пропонується інтегрувати в електронну систему вулика модуль виявлення роєвого стану бджолоїної сім'ї. Роєвий стан визначають при безпосередньому огляді вулика пасічником або технічними засобами, як відеозйомка чи частотний аналіз звуків вулика. Реалізація цих технічних методів на базі мікроконтролера RP2040 є енергозатратною та недоцільною через передачу великих об'ємів даних. Використовуючи підходи для збору інформації про вулик розглянуті в роботі [1] та явище утворення «бороди» з бджіл під вуликом при роїнні бджолоосім'ї та перед її вильотом з вулика, пропонується використати давачі виявлення перешкод сумісні з мікроконтролером RP2040.

Здійснивши пошук інформації про давачі перешкод та провівши її оптимізацію згідно рекомендацій наведених у статті [2] зупинили вибір на наступних датчиках: ультразвуковий HC-SR04, інфрачервоний YL-63 і модуль E18-D80NK [3]. Основні характеристики датчиків наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Характеристики давачів

Характеристика	HC-SR04	YL-63	E18-D80NK
Тип	Ультразвуковий	Інфрачервоний	Інфрачервоний
Робоча напруга	5 В	3-6 В	5 В
Діапазон відстані, мм	20 - 4000	20 - 300	30 - 800
Кут огляду	15°	35°	<15°
Споживаний струм	15 мА	20 мА	25 мА
Розмір	45 x 20 x 15 мм	32 x 14 x 16 мм	50 x d23.3мм
Вимірювання	Висока точність	Чутливість до ІЧ	Мала чутливість
Ціна	46 грн	21 грн	126 грн

Дослідження для вибору найбільш придатного давача для виявлення роєвого стану бджолоосім'ї проводилось при під'єднанні їх до Raspberry Pi та використанні програми тестування датчика написаній на мові програмування MicroPython. Давачі кріпились до днища вулика, а для імітації «бороди» використовувалась модель роздрукована на 3D принтері. За результатами проведених досліджень, найбільш ефективним варіантом є ультразвуковий давач HC-SR04, через найменше споживання струму, високу точність та нечутливість до стороннього світла і оптимальну вартість.

Література

1. Rostyslav Koroliuk, Vyacheslav Nykytyuk, Vitaliy Tymoshchuk, Veronika Soyka and Dmytro Tymoshchuk. Automated monitoring of bee colony movement in the hive during winter season. *Proceedings of the 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024)*. Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. CEUR Workshop Proceedings, 2024, 3842, pp. 147-156.
2. Королюк Р. І. Специфіка розроблення електронного курсу дисципліни «Сучасні пошукові системи та бібліографія» для вищих навчальних закладів. *Імідж сучасного педагога*. 2024. №1 (214). С. 26-30. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-1\(214\)-26-30](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-1(214)-26-30) (дата звернення 25.11.2024).
3. Інтернет-магазин "Ардуїно в Україні". URL: <https://arduino.ua> (дата звернення 25.11.2024).

УДК 004.9

А. Луцків, А. Люлька

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БЕЗПЕРЕРВНОГО ХЕШУВАННЯ У ПЛАНУВАННІ ВИКОНАННЯ ПОСЛІДОВНИХ ПРОЦЕСІВ

UDC 004.9

A. Lutskiv, A. Liulka

APPLICATION OF THE CONTINUOUS HASHING METHOD IN PLANNING THE EXECUTION OF SEQUENTIAL PROCESSES

Забезпечення ефективного планування процесів є ключовим завданням для сучасних багатозадачних обчислювальних систем. Одним із перспективних підходів для підвищення ефективності планування є використання методу безперервного хешування. Цей метод дозволяє оптимізувати управління послідовними процесами шляхом ефективного розподілу ресурсів та мінімізації затримок під час виконання завдань. Графічне представлення методу безперервного хешування можна побачити на рисунку 1.

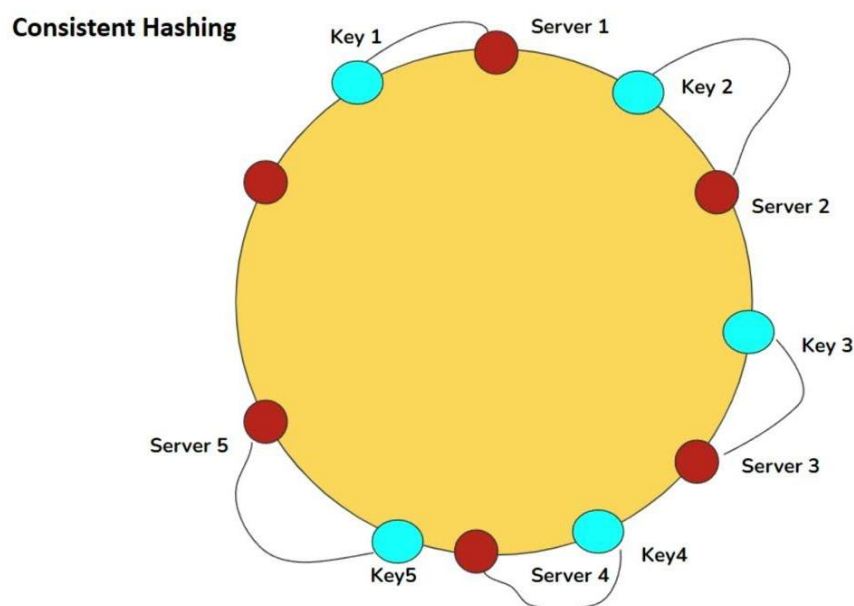


Рисунок 1. Принцип безперервного хешування

Безперервне хешування забезпечує динамічний розподіл процесів по доступних ядрах, уникаючи перевантаження окремих ядер і сприяючи рівномірному розподілу обчислювальних потужностей. Це особливо важливо в умовах змінних навантажень та обмежених ресурсів, де традиційні методи планування можуть бути менш ефективними. Однією з ключових переваг методу є його здатність забезпечувати адаптивне перенаправлення процесів у разі змін у системі, що робить його стійким до непередбачуваних змін.

Даний алгоритм повинен розподіляти вхідну чергу процесів між доступними ядрами та у разі неможливості певного ядра продовжувати роботу, перебалансовувати всі його процеси на наступне у списку ядро.

УДК 621.855

А.В. Зінченко - студент групи ТР-302

Науковий керівник: Недошитко Л.М., викладач-методист

(Відокремлений структурний підрозділ Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕЛЕРАДІОЛОГІЯ ЯК НЕВІДЄМНА СКЛАДОВА ТЕЛЕМЕДИЦИНИ

A.V. Zinchenko - student of group TR-302

Scientific advisor: Nedoshytko L.M., teacher-methodologist

(Separate structural unit of Ternopil Vocational College of Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University, Ukraine)

TELERADIOLOGY AS AN INVISIBLE COMPONENT OF TELEMEDICINE

Телерадіологія — це підгалузь телемедицини, яка використовує інформаційні та комунікаційні технології для дистанційної передачі рентгенологічних зображень (таких як рентгенограми, комп'ютерні томографії, магнітно-резонансні томографії та інші види медичних зображень) для їх аналізу та інтерпретації радіологами. Це дозволяє лікарям отримувати консультації та висновки від радіологів, які можуть знаходитися в будь-якому місці світу. Вона є однією з основних складових телевізуалізації

Телевізуалізація – сукупність технологій отримання та обробки зображень тіла людини та його органів і тканин для клінічного аналізу, діагностики та лікування.



Рисунок 1. Схема складових компонентів телемедицини

Розглянемо скорочений принцип дії. Медичні зображення створюються в місці обстеження пацієнта. Далі цифрові зображення передаються через захищені інтернет-мережі до радіолога в іншому місці. Де радіолог аналізує зображення і надає діагностичний висновок або рекомендації, які повертаються до лікаря або медичного закладу.

Це був скорочений варіант, для розуміння логіки цього методу. А тепер, розглянемо цей процес, в найменших деталях (рис.2) Всі центри медико-санітарної допомоги (ЦПСМД) району поєднані в єдину МІС. Пацієнт направляє на рентгенологічне дослідження

лікарем-терапевтом або лікарем-спеціалістом. За їх запитом МІС формує відповідне направлення і дані пацієнта потрапляють до рентгенлаборанта, який виконує дослідження і знімок передається на DICOM-сервер, на якому зберігаються знімки з усіх апаратів лікарні: флюорограф ФЦОЗ і два рентгенодіагностичні комплекси РУМ-20, переведені на цифрову технологію.

DICOM – міжнародний стандарт створення, зберігання, передачі та візуалізації біомедичних зображень і документів пацієнти

Лікар-рентгенолог заходить на сервер і описує знімки.

Медична інформаційна система зчитує сформовані заключення і кожен лікар, хто має до неї доступ, може їх прочитати, а при необхідності – переглянути знімки.

Лікар-рентгенолог описує знімки в спеціальній програмі, яка допомагає формувати заключення, які надсилаються на комп'ютер оператора, а той вносить їх в електронну картку пацієнта або роздруковує та вклеює в паперову картку.

В перспективі є причини розвитку телерадіології тому що є декілька аспектів : **доступність** (покращення доступу до радіологічних послуг у віддалених або малозабезпечених регіонах); **швидкість** (зменшення часу очікування на результати аналізу, що може бути критично важливим у невідкладних випадках); **експертність** (можливість отримання консультацій від висококваліфікованих радіологів незалежно від їх місцезнаходження); **економічність** (зменшення витрат на транспортування пацієнтів та медичних зображень).

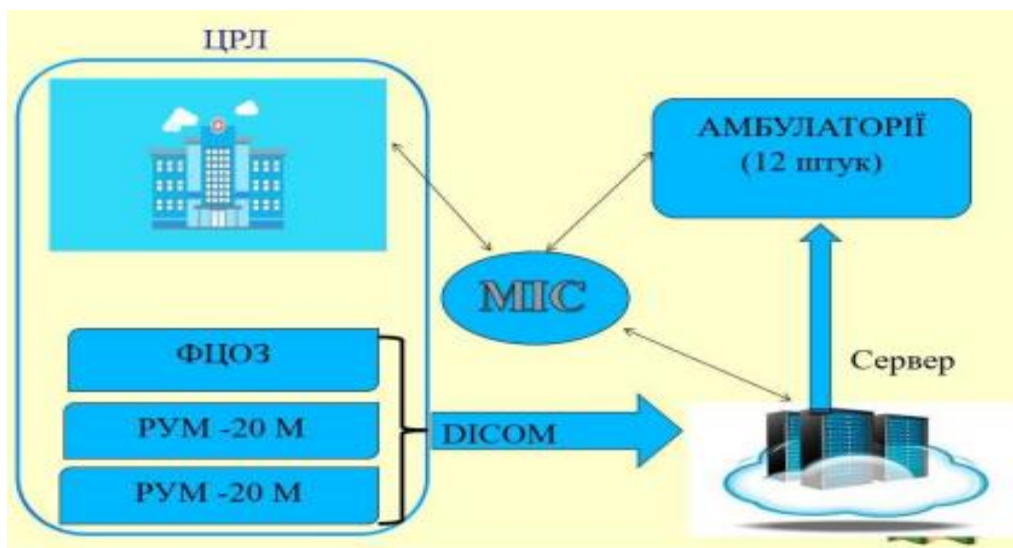


Рисунок 2. Схема принципу дії телерадіології

Література

1. Телемедична візуалізація та телерадіологія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://moz.gov.ua/uk/telemedichna-vizualizaciya-ta-teleradiologiya>
2. Телерадіологія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://radiolance.ua/term/teleradiologii/>
3. Телерадіологія як необхідна складова ефективності рентгенодіагностики. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://umj.com.ua/uk/novyna-243399-telemeditsina-i-likuvannya-po-telefonu-v-chomu-riznitsya>
4. Телемедицина і «ліккування по телефону»: в чому різниця? [Електронний ресурс]. Режим доступу: [balashov-teleradiologiya1-1.pdf](#)

УДК 628.86

А.Є. Олексяк; В.М. Семисюк; В.В. Левицький, к.т.н. доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

A. Oleksiak; V. Semysiuk; V. Levytskyi, Ph.D, Assoc. Prof.

RESEARCH ON AUTOMATED AIR CONDITIONING SYSTEM

Серед інженерних систем будівлі можна виділити: систему вентиляції, систему опалення та систему кондиціонування повітря (СКП). Принципова перевага полягає в тому, що, крім виконання завдань вентиляції та опалення, СКП дозволяє створити сприятливий мікроклімат у літню, спекотну пору року, завдяки використанню у своєму складі фреонової холодильної машини.

Існує два методи теоретичного дослідження теплообмінних апаратів, що застосовуються в установках кондиціонування повітря: як об'єктів з розподіленими параметрами та як об'єктів із зосередженими параметрами.

Теплообмінні апарати, що застосовуються в установках кондиціонування повітря, поділяються на дві групи:

- з безпосереднім контактом повітря та тепло- або холодоносія;
- з передачею тепла через стінку, що відокремлює повітря від тепло- або холодоносія.

При складанні рівняння теплового балансу кондиціонованого приміщення як об'єкта автоматичного управління можна умовно прийняти, що в дії знаходиться тільки регулятор вологості і вміст води в аналізованій момент часу постійно ($d = \text{const}$). При складанні матеріального балансу, навпаки, слід вважати, що у дії перебуває лише регулятор температури й у постійна температура $t = \text{const}$.

Найбільш складним з погляду динаміки об'єктом регулювання у встановленні кондиціонування повітря є камера зрошення. У процесі регулювання температура точки роси після камери зрошення може змінюватися із зміною наступних регулюючих впливів:

- ентальпії води, що розбризкується через форсунки;
- співвідношення обсягів свіжого та рециркуляційного повітря;
- теплової потужності калорифера першого підігріву.

При поодиноких збуреннях по цих каналах криві розгону будуть різними і, отже, відрізнятимуться параметри камери зрошення як об'єкта автоматичного регулювання.

Розглянемо передавальні функції камери зрошення за різних режимів роботи.

Рішення диференціального рівняння, відповідного передавальній функції, має вигляд:

$$y(t) = k \left(1 - \frac{T_2 - T_1}{T_2} e^{-\frac{t}{T}} \right).$$

Теоретично крива розгону 1, побудована за цим рівнянням, показана на рисунку 1, а крива 2 відповідає аперіодичній ланці з передавальною функцією.

Камери зрошення кондиціонерів великої теплової потужності можуть з достатньою для практичних розрахунків точністю апроксимуватися аперіодичною ланкою та ланкою запізнення з передавальною функцією:

$$W(p) = \frac{k}{Tp + 1} e^{-p\tau}$$

Таким чином, передатна функція об'єкта регулювання буде мати вигляд:

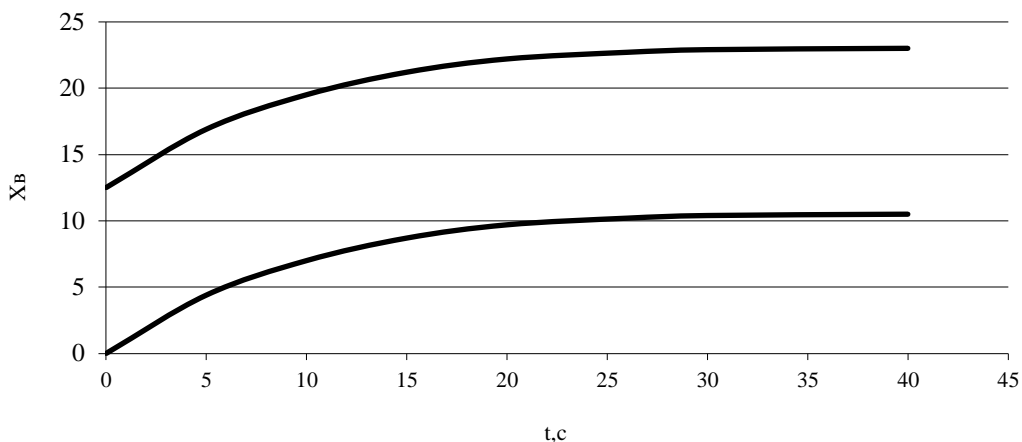


Рисунок 1. Криві розгону, отримані для камери зрошення.

$$W_0(p) = W_\kappa(p)W_t(p)W_p(p) = \frac{k_\kappa k_t k_{p.o.}}{(T_\kappa p + 1)(T_t p + 1)}$$

У загальному випадку коефіцієнт посилення k_0 , час запізнення τ_0 , постійна часу T_0 є величинами, що змінюються всередині діапазону регулювання, і, отже, отримати однакову якість регулювання у всьому діапазоні регулювання без вживання спеціальних заходів неможливо.

Література

1. Harby, K., Doaa R. Gebaly, Nader S. Koura, and Mohamed S. Hassan. Renewable and sustainable energy reviews 58 347-360.(2016).
2. Hajidavalloo, E., and H. Eghtedari. international journal of refrigeration 33, no. 5, 982-988(2010).
3. Sarntichartsak, Pongsakorn, and SirichaiThepa. Applied Thermal Engineering 51, no. 1-2 597-610 (2013).
4. Martínez, P., J. Ruiz, C. G. Cutillas, P. J. Martínez, A. S. Kaiser, and M. Lucas. Applied Thermal Engineering 105, 1041-1050(2016).
5. Wang, Tianwei, Chenguang Sheng, and AG AgwuNnanna. Energy and buildings 81,435-443(2014).
6. Hajidavalloo, E., and H. Eghtedari. international journal of refrigeration 33, no. 5, 982-988(2010).
7. Dr. AkashLangde, Zeeshan Jamal, Shahrukh Jamal, Mohammad Shumoil Ansari, Air Conditioning System with Modified Condenser Ducts and Evaporative Cooling(2018).
8. Sukani Sunny, SavajJayesh, Cop Improver Group Improve Cop of Domestic Refrigerator with the Help of Water-Cooling Condenser(2015).
9. Purusothaman M, Vedagirisriharsha, Yuvaraj R, Yadlasaipavan, Yarramsetti, Journal of Recent Technology and Engineering (JRTE) ISSN: 2277-3878, 8, 5, (2020).
10. M. Purusothaman, Rahul Varma, Gowtham Gupta, G. Senthilkumar and T.N. Valarmathi IJEP 39 (7) : 645-650 (2019)

УДК 681.518

А.М. Ковтко; В.Б. Савків, к.т.н., доц.; І.Р. Козбур

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ МОДУЛЬНИХ ТЕСТІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МУТАЦІЙНОГО ТЕСТУВАННЯ

A.M. Kovtko; V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc.Prof.; I.R. Kozbur

AUTOMATED SYSTEM FOR GENERATION OF MODULE TESTS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MUTATIONAL TESTING

Тестування програмного забезпечення є обов'язковим компонентом життєвого циклу розробки програмного забезпечення (SDLC – Software development lifecycle), метою якого є забезпечення безвідмовного та правильного функціонування програмного забезпечення, відповідності визначеним вимогам і забезпечення задовільної взаємодії з користувачем. В умовах прогресуючого розвитку програмного забезпечення все більше зростають вимоги до термінів виконання, обсягів і якості його тестування. Деякі з відомих викликів, які ускладнюють процес тестування на етапі сучасного розвитку ПЗ, включають:

- зростання складності програмного забезпечення, яке пов'язане з розвитком технологій та збільшенням вимог до функціональності та масштабованості. Більш складні програми вимагають ретельнішого управління, тестування та підтримки;

- програмний продукт, в умовах сучасного рівня конкуренції в даній сфері, необхідно впроваджувати у стислі терміни, оскільки він швидко може втратити свою привабливість, унікальність та потенційне місце у вибраній ніші. Встановлення балансу між надійним тестуванням і вимогами ринку є ще одним викликом для команди розробників.

Під впливом вищезгаданих викликів тестування ПЗ вимагає подальших трансформацій із застосуванням нових технологій, таких як штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML). Ці технології дозволять ефективно автоматизувати повторювані завдання, покращити виявлення дефектів і оптимізувати процеси тестування. Все більшої популярності набувають технології генеративного штучного інтелекту, що використовують LLM (великі мовні моделі), котрі відповідно змінюють сучасні принципи розробки та тестування програмного забезпечення. Інструменти на основі штучного інтелекту, такі як GitHub Copilot, діють як «розумні помічники» і виходять за рамки простих функцій автозаповнення.

Модульне тестування є критично важливим раннім етапом тестування ПЗ, який гарантує, що окремі компоненти програми функціонуватимуть належним чином. Якісні модульні тести можуть значно зекономити ресурси, виявляючи дефекти на початкових етапах розробки, що в подальшому гарантує загальну якість програмного продукту. Такі інструменти, як GitHub Copilot і йому подібні, надають можливість автоматизувати процес генеративної розробки модульних тестів, тим самим скорочуючи загальний цикл тестування, за рахунок чого у розробників залишається більше часу для інших задач, при цьому потенційно збільшується надійність системи. Наприклад, якщо розробник пише функцію програмного коду, Copilot пропонує набір модульних тестів, які охоплюють різні сценарії введення, крайові випадки та очікувані результати. Це не тільки заощаджує час, але й гарантує ретельнішу перевірку коду, що відповідно зменшує ймовірність потрапляння помилок у кінцевий програмний продукт.

Інструменти генеративного штучного інтелекту пропонують численні переваги та покращення, але вони також мають потенційні проблеми та недоліки. Якість згенерованих тестів може різнитись в залежності від типу модуля який тестується, кількості вже існуючих тестів в проекті та загальної якості коду. Непоодинокі ситуації, коли модульні тести,

згенеровані штучним інтелектом, некоректно перевіряють результати роботи функції чи класу. Потенційним вирішенням цієї проблеми є мутаційне тестування, ідея якого полягає в перевірці ефективності тестів шляхом створення “мутацій” в програмному кодї (навмисні помилки або зміни в алгоритмах). Мутаційне тестування допомагає виявити слабкі місця в існуючому наборі тестів, показуючи, чи вони здатні виявити найдрібніші помилки в програмному кодї. Таким чином подібна автоматизована система генерації та покращення модульних тестів допомагає виявити помилки на ранніх етапах та покращити результати тестування для уникнення проблем в подальшому.

Ідея створення автоматизованої системи генерації та покращення модульних тестів полягає у використанні переваг як інструментів генеративного штучного інтелекту так і мутаційного тестування для забезпечення високої якості згенерованих тестів. Інтеграція модульного тестування на базі мутацій з використанням генеративного ШІ включає такі основні компоненти:

- генерація тестів на основі ШІ: інструменти штучного інтелекту використовуються для створення різноманітного набору тестів на основі існуючої кодової бази. Ці тести спрямовані на охоплення широкого діапазону сценаріїв, у тому числі тих, які з великою ймовірністю можуть пропустити тестувальники;
- внесення мутацій: кодова база піддається тестуванню на мутації, за рахунок внесення навмисних дефектів програмного коду. Тести, згенеровані штучним інтелектом, запускаються зі зміненими версіями коду;
- аналіз та оптимізація: на основі аналізу результатів мутаційного тестування, штучний інтелект за визначеними критеріями покращуватиме уже існуючі тести;
- цикл зворотнього зв'язку: процес ітераційний, при цьому штучний інтелект постійно вивчає результати мутацій і покращує якість набору тестів. Цей зворотній зв'язок забезпечує зростання якості тестів і є основною ознакою традиційних автоматичних систем.

Очікується, що запропонована інтеграція дасть кілька важливих результатів:

1. Покращення ефективності тесту. Завдяки поєднанню сильних сторін мутаційного тестування та асистентів на основі штучного інтелекту отриманий набір тестів буде ефективнішим у виявленні дефектів, у тому числі різноманітних крайніх випадків.

2. Вивільнення часу. Запропонована система дозволить значно скоротити часові терміни процесу тестування та зменшити навантаження на розробників шляхом автоматичної генерації тестів з додатковою гарантією їх якості у вигляді ітераційного процесу їх покращення за допомогою мутаційного тестування. Таким чином, розробники витратять менше часу на оцінювання якості згенерованих тестів та їх модифікацію.

3. Універсальність підходу. Очікується, що запропонована автоматизована система зможе працювати з різними наборами інструментів та мов програмування тим самим забезпечуючи універсалізацію процесу тестування.

4. Підвищення якості фінального продукту. Оскільки дана система використовуватиметься на початкових етапах розробки, то вона має потенціал забезпечити раннє виявлення помилок та проблем у розробці, що значно дешевше та ефективніше, ніж на пізніх стадіях процесу розробки.

Література

1. Аналіз ефективності систем автоматизованого тестування програмних продуктів / А.М. Ковтко, Н.В. Лещук, І.Р. Козбур, І.В. Коноваленко // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 421–422. — (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).

УДК 681.518.3

А.М. Паламар, канд. техн. наук, доц.; І.І. Куляс; Ю.О. Тимошенко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ ІОТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ БЕЗПЕКИ ЛЮДЕЙ ПОХИЛОГО ВІКУ

A.M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.; I.I. Kuliias; Y.O. Tymoshenko

DEVELOPMENT OF A COMPUTERIZED IOT SYSTEM TO SUPPORT THE SAFETY OF THE ELDERLY

Падіння є однією з головних причин травм серед осіб похилого віку, що часто призводить до серйозних наслідків для здоров'я, таких як переломи чи черепно-мозкові травми. Традиційні засоби виявлення падінь включають кнопки тривоги, які потрібно натиснути після падіння, але у випадку серйозної травми або втрати свідомості людина може не мати можливості повідомити про небезпеку самостійно. Крім того, деякі рішення вимагають носіння важких пристроїв, що є незручним для користувачів.

Сучасні технології на основі Інтернету речей (IoT) відкривають нові можливості для реалізації комп'ютеризованих систем виявлення падінь, що здатні реагувати на небезпечні ситуації і забезпечувати швидке інформування медичних служб або рідних. Такі системи дозволяють проводити моніторинг здоров'я користувача та своєчасно повідомляти про критичні події, що робить їх важливим інструментом для забезпечення безпеки осіб похилого віку. Технології на основі IoT [1] надають можливість створити легкі та зручні у використанні системи, які здатні автоматично розпізнавати факт падіння, фіксувати дані про стан користувача, та безперервно моніторити його активність без потреби в активних діях з його боку. Метою даного дослідження є розробка комп'ютеризованої системи, яка базується на сучасних IoT-технологіях для автоматичного виявлення падінь людини та відправлення сповіщень.

Пропонована система складається з декількох основних компонентів, зокрема, модуля для збирання даних (акселерометр, гіроскоп і давач вібрації), Wi-Fi модуля ESP32 для зв'язку через інтернет. Модуль з акселерометром і гіроскопом використовується для фіксації раптових змін положення тіла користувача. Давач вібрації забезпечує додатковий рівень надійності при розпізнаванні падінь, оскільки він активується при різкому ударі. Модуль ESP32 виконує функцію комунікації та відправки даних на сервер, де вони аналізуються спеціальними алгоритмами.

Принцип роботи системи полягає у безперервному зборі даних з давачів та їх аналізі для виявлення можливого падіння. У разі, якщо виявлено падіння, система відправляє повідомлення на зареєстровані контактні дані – наприклад, на смартфон лікаря або близьких родичів, використовуючи мобільний додаток.

У результаті проведення даного дослідження була розроблена та протестована комп'ютеризована система для виявлення падінь, яка дозволяє проводити безперервний моніторинг та своєчасно інформувати про небезпечні події, що робить її зручною та надійною у використанні. Поєднання IoT-технологій з комплексом давачів надає нові можливості для створення високотехнологічних систем захисту здоров'я, зокрема, для віддаленого моніторингу стану осіб, які потребують постійної уваги та підтримки.

Література

1. Паламар А.М., Сомін Д.С. Комп'ютеризована система моніторингу рівня насичення киснем крові людини на основі IoT. Матеріали XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 177.

УДК 681.518.3

А.М. Паламар, канд. техн. наук, доц.; О.Р. Вергун; М.Р. Франків
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІОТ-СИСТЕМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

А.М. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.; O.R. Verhun; M.R. Frankiv
COMPUTERIZED IOT SYSTEM FOR MONITORING OF IONIZING RADIATION

Сучасні екологічні виклики, зокрема підвищення рівня іонізуючого випромінювання у певних регіонах, потребують ефективних технологічних рішень для забезпечення безпеки людей і навколишнього середовища. Традиційні методи моніторингу часто є недостатньо оперативними, дорогими та не забезпечують доступу до даних у реальному часі. Це створює значні перешкоди для швидкого реагування на аномальні ситуації, особливо в умовах раптових техногенних чи природних катастроф.

Актуальність цієї роботи зумовлена необхідністю автоматизації збору, передачі та аналізу інформації про рівень радіації для оперативного інформування користувачів і прийняття рішень. Метою дослідження є розробка комп'ютеризованої IoT-системи, яка дозволяє дистанційно моніторити рівень іонізуючого випромінювання, використовуючи сенсорні мережі, мікроконтролери та хмарні технології.

Пропонована система містить лічильник іонізуючого випромінювання, підключеного до мікроконтролера, GPS модуля і хмарної платформи для зберігання та аналізу даних. Лічильники реєструють рівень випромінювання, дані обробляються мікроконтролером і передаються на хмарну платформу. У функціональній схемі, яка зображена на рис. 1, представлено основні компоненти системи та їх взаємодію.

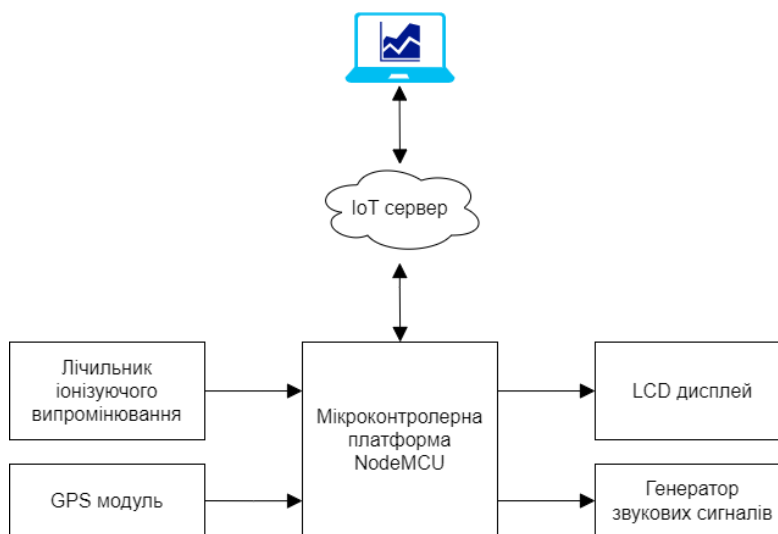


Рисунок 1. Функціональна схема системи

Система надає користувачам доступ до даних через веб-інтерфейс, де вони представлені у вигляді графіків і інтерактивних мап. Платформа надсилає сповіщення при перевищенні допустимого рівня радіації, що дозволяє швидко реагувати на потенційні загрози.

Серед переваг системи – автоматизація моніторингу, висока точність вимірювань, інтеграція з хмарними платформами, можливість масштабування та швидкий доступ до даних. Запропонована IoT-система є перспективним рішенням для забезпечення екологічної безпеки.

УДК 004.67

О.В. Палка, доктор філософії

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАНЕЛІ ЯК ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ КРІ У РОЗУМНОМУ МІСТІ

O.V. Palka Ph.D

INFORMATION DASHBOARDS AS AN INFORMATION AND TECHNOLOGY TOOL FOR MONITORING KPI IN A SMART CITY

У час активного розвитку цифрових послуг та сервісів інформаційна панель міста стала невід’ємним компонентом систем управління інфраструктурою «розумного міста». У ній консолідується дані, зібрані з різних джерел, для моніторингу ефективності та прийняття управлінських рішень на основі фактичних даних [1].

Функціональність КРІ в інформаційній панелі розробляється з урахуванням гнучкості та орієнтованості на представників комунальних підприємств та міської адміністрації [2].

У ході дослідження «відкритих даних» м. Тернопіль [3] було здійснено аналіз показників щодо звернень громадян в КП «Тернопільводоканал» за 2023 рік у вигляді інформаційної панелі (рис. 1).

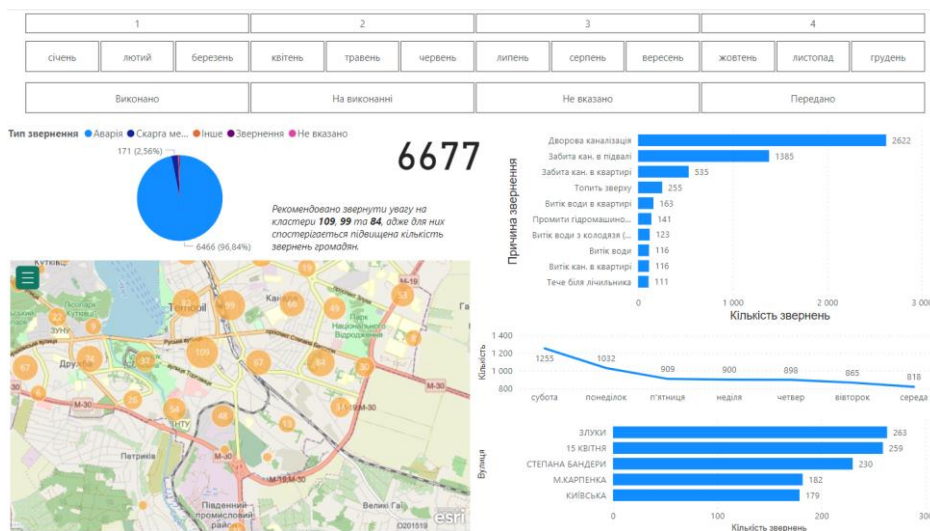


Рисунок 1. Інформаційна панель відстеження КРІ в КП «Тернопільводоканал»

Отже, визначено КРІ та сформовано рекомендації щодо виявлених проблемних локацій водопровідної мережі м. Тернопіль.

Література

1. C. Steinmetz-Weiss et al., “Design thinking for city dashboard development: Recommendations from a study of smart asset management in Sydney, Australia,” Canadian Geographer, Jul. 2023, doi: <https://doi.org/10.1111/cag.12868>.
2. Ioannis Tsouros et al., “From Raw Data to Informed Decisions: The Development of an Online Data Repository and Visualization Dashboard for Transportation Data,” Procedia Computer Science, vol. 231, pp. 161–167, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.188>.
3. Палка О. В. Побудова гіперскладної системи «Розумне місто»: інформаційно-технологічні інструменти : дис. ... д-ра філософії : 122. Тернопіль, 2024. 172 с.

УДК 681.855

А.С. Луговий, Є.В. Тиш, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОБОТИ ETL-ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ВИСОКИХ НАВАНТАЖЕНЬ

A.S. Lugovyi, I.V. Tysh, Ph.D.

METHODS AND TOOLS FOR ETL PROCESSES UNDER HIGH LOAD CONDITIONS

У сучасних умовах, коли обсяги оброблюваних даних постійно зростають, забезпечення безперебійної роботи ETL-процесів (Extract, Transform, Load) стало важливою вимогою для аналітичних платформ. Ключовим завданням є досягнення максимальної ефективності в обробці даних, навіть при високих навантаженнях, що виникають через великий обсяг і складність інформації. Зі зростанням розмірів даних, що підлягають обробці, збільшується потреба у впровадженні інноваційних технологій та нових методів для забезпечення бездоганної продуктивності.

Існуючи виклики, як-от перевантаження систем, непередбачуване навантаження на сервери та значні затримки під час виконання складних трансформацій, потребують ефективних рішень. Трансформації даних, особливо складних запитів або обробки неструктурованої інформації, можуть створювати серйозні проблеми, знижуючи швидкість та ефективність процесів. Ці труднощі ставлять перед розробниками завдання з оптимізації процесів і управління ресурсами.

Для досягнення стабільної роботи ETL-процесів в умовах великих обсягів даних і високих навантажень необхідно використовувати передові методи та стратегії, такі як інтеграція хмарних платформ та автоматизованих систем моніторингу. Хмарні сервіси дозволяють масштабувати обчислювальні ресурси за потреби, що дозволяє підтримувати високий рівень продуктивності. Водночас автоматизовані системи моніторингу допомагають здійснювати постійний контроль за навантаженнями і своєчасно коригувати роботу системи.

Застосування інтелектуальних алгоритмів для балансування навантаження та управління ресурсами також сприяє покращенню продуктивності. Такі технології допомагають знизити ризики перевантаження, а також забезпечити рівномірний розподіл обчислювальних потужностей на всіх етапах обробки даних. Це дозволяє підвищити ефективність ETL-процесів навіть в екстремальних умовах.

У результаті, поєднання класичних і новітніх підходів в обробці даних забезпечує стабільну роботу аналітичних платформ, що дозволяє організаціям швидко адаптуватися до змінюваних умов та зберігати високу продуктивність навіть за високих навантажень.

Література

1. Suraj K. C., 2021. Optimizing ETL Pipelines under High-Pressure Data Conditions. Proceedings of the Data Engineering Conference. ACM, 2021. 142-149 с
2. Pavlyuk T. O., 2022. Robust ETL Solutions for Streaming Data in Extreme Workloads. Computer Science and Information Technologies, 2012. 102-113 с.

УДК 629.735.33.

Башняк В.Т., Дунець В.Л., к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЯГНЕННЯ ТА ВИКЛИКИ ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИКІВ

Bashniak V.T., Dunetc V.L., Ph.D., Assoc. Prof.

ACHIEVEMENTS AND CHALLENGES OF DRONE DETECTION AND CLASSIFICATION

Швидкий розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА), широко відомих як дрони, приніс унікальний набір можливостей і викликів як для цивільного, так і для військового секторів. Хоча дрони довели свою корисність у таких сферах, як доставка, сільське господарство і спостереження, їхній потенціал для зловживань у вигляді незаконних вторгнень у повітряний простір, порушень права на приватність і ризиків для безпеки підвищив попит на вдосконалені системи виявлення і класифікації [1-2]. Актуальним є детальний огляд поточних удосконалень методів виявлення і класифікації безпілотників: висвітлено нові стратегії, що використовуються для вирішення проблем, пов'язаних з діяльністю БПЛА, що постійно зростають [3]. Науковцям варто досліджувати загрози і виклики, з якими стикаються безпілотники через їхню динамічну поведінку, різноманітність розмірів і швидкостей, час автономної роботи тощо. Крім того, класифікувати ключові способи виявлення, включаючи радар, радіочастотні (РЧ), акустичні та візуальні підходи, а також їхні переваги та обмеження [4]. Важливими є методи об'єднання сенсорів та інших підходів до виявлення, в тому числі бездротового зв'язку (Wi-Fi), стільникового зв'язку і мереж Інтернету речей (IoT), для підвищення точності та ефективності виявлення та ідентифікації БПЛА [5].

В останні роки в результаті постійного розвитку технологій мікро-безпілотні літальні апарати (БПЛА), які частіше називають дронами, вдосконалюють свої технічні можливості і розширюють сферу застосування. Завдяки здатності літати на великі відстані, компактності, мобільності та можливостям корисного навантаження, потенційне застосування дронів розширилося від особистого до військового використання [1]. Дрони відіграють значну роль у сучасному житті завдяки своїй низькій вартості і простоті використання в багатьох сферах повсякденного життя, від офіційної державної роботи, такої як охорона кордонів і спостереження за лісовими пожежами, до роботи в цивільному приватному секторі, такої як надання першої допомоги, ліквідація наслідків стихійних лих, моніторинг місць масового скупчення людей, сільське господарство, служби доставки, інтернет-зв'язок і загальна кінозйомка [2]. Таким чином, демократизація технології безпілотних літальних апаратів призвела до широкого визнання, зробивши небо більш доступним, ніж будь-коли раніше. Поряд з перевагами, зростаюче використання безпілотників створило суттєві проблеми у забезпеченні безпеки, конфіденційності та захисту як повітряних, так і наземних організацій [3]. Ефективні системи виявлення і класифікації безпілотників стали ключовим питанням для регуляторних органів, служб безпеки і авіаційних властей у всьому світі. Основна мета - дослідити досягнення в алгоритмах виявлення і класифікації безпілотників, які з'явилися в результаті вирішення цих питань. Зокрема представити всебічний огляд найсучасніших технологій, які зараз

використовуються або знаходяться на стадії розробки. Це включає дослідження декількох способів виявлення, таких як радар, радіочастотний (РЧ) аналіз, акустичні датчики і датчики камер, а також об'єднання цих систем у комплексні мережі виявлення. Крім того, важливими є методи об'єднання сенсорів та інших підходів до виявлення, в тому числі дактилоскопії Wi-Fi, мереж 5G і IoT, для підвищення надійності систем виявлення та ідентифікації БПЛА [4]. Основними цілями даних досліджень є:

- описати останні інциденти, пов'язані з безпілотниками, та категорії загроз;
- визначити та описати основні підходи, що використовуються для виявлення та класифікації безпілотників;
- проаналізувати переваги та обмеження різних методів;
- підкреслити фактори перешкод у реальних сценаріях для окремих сенсорних модальностей і запропонувати додаткові інтегровані підходи.

Для того, щоб забезпечити дотримання послідовного набору правил, правила використання безпілотників зараз є пріоритетними в усіх країнах. Але з розвитком технологій з'явилася можливість створювати незареєстровані дрони на замовлення, які можуть літати в заборонених зонах. За останні роки в ЗМІ було зафіксовано численні інциденти та події, пов'язані з використанням дронів, що літають поблизу життєво важливих об'єктів інфраструктури, над місцями з обмеженим доступом або під час важливих публічних зібрань. Щоб продемонструвати необхідність системи виявлення безпілотників, нижче ми коротко обговоримо кілька категорій загроз у контексті конкретних інцидентів.

Останнім часом горизонт використання дронів стрімко розширився від військової сфери до «розумного» сільського господарства. Оскільки використання дронів поширюється в різних галузях, здатність ефективно виявляти та ідентифікувати їх стає все більш важливою для того, щоб уникнути незаконної або шкідливої діяльності дронів. Мотивація для цього дослідження випливає зі зростаючого використання дронів і небезпек, які вони несуть для приватності, безпеки і захисту. Дослідження в цьому напрямку мають важливе значення, оскільки надає сучасний і актуальний огляд технологій виявлення безпілотників, які є життєво важливими для національної безпеки, приватності та захисту. Дрони слугують засобом доставки різного корисного вантажу, такого як GPS-пристрої, інфрачервоні камери, батареї та датчики. Дрони, здатні здійснювати польоти на великі відстані, мати велику вантажопідйомність, а також бути стійкими до вітру і погодних умов, можуть слугувати засобом для транспортування небезпечних вантажів.

Огляд сучасних методів виявлення і класифікації безпілотників вказує на те, що ця сфера швидко розвивається і характеризується значним технологічним прогресом і новими підходами. Швидкий розвиток використання БПЛА викликав серйозні питання щодо конфіденційності, безпеки та захисту. Як наслідок, розробка ефективних алгоритмів виявлення БПЛА стала критично важливою. Важливо досліджувати підходи до виявлення БПЛА, таких як радіолокаційні, акустичні, радіолокаційні та візуальні підходи. Проте існують також проблеми, такі як: різноманітність розмірів і швидкостей дронів, їхня динамічна поведінка і схожість з іншими літаючими об'єктами, а також обмежений час автономної роботи роблять завдання виявлення ще складнішим. Крім того, різні фактори перешкод у реальних умовах, включаючи несприятливі погодні умови і освітлення, міські локації з великою кількістю перешкод, таких як будівлі і дерева, навколишній і фоновий шум, вітер, наявність сигналів бездротового зв'язку від джерел Wi-Fi і Bluetooth, відлуння птахів тощо, створюють унікальні виклики для кожного способу виявлення.

Література

1. Taha, B., & Shoufan, A. (2019). Machine learning-based drone detection and classification: State-of-the-art in research. *IEEE Access*, 7, 138626-138646.
2. Seidaliyeva, U., Pipbayeva, L., Taissariyeva, K., & Smailov, N. (2023). Advances and challenges in drone detection and classification techniques: A state-of-the-art review. *Sensors*, 24(1), 125.
3. Rajendran, S., & Pollin, S. (2021). Combined RF-based drone detection and classification. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 70(2), 1575-1583.
4. Coluccia, A., Parisi, G., & Fascista, A. (2020). Detection and classification of multirotor drones in radar sensor networks: A review. *Sensors*, 20(15), 4172.
5. Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks. L. Khvostivska, M. Khvostivskyy, V. Dunetc, I. Dediv. *CEUR Workshop Proceedings. 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITAP 2022 Ternopil 22- 24 November 2022. Том 3309, с. 314-318.*
6. Дедів І.Ю., Атаманчук А.В. Метод виявлення та ідентифікації БПЛА з застосуванням нейронної мережі. Зб. тез доповідей XI міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», (Тернопіль, 7-8 грудня 2022) – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – с. 160-162.

УДК 004.046

В.А. Готович, к.т.н.; Д.В. Граб

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ

V.A. Hotovych Ph.D., D.V. Hrab

RELEVANCE OF THE TASK OF DEVELOPING THE INFORMATION SYSTEM MODULE FOR IT PROJECT MANAGEMENT

Сучасний ринок інформаційних технологій вимагає від компаній високої гнучкості, швидкості та ефективності управління ІТ-проектами. Зважаючи на це, виникає потреба в спеціалізованих інформаційних системах для управління проектами, які дозволять оперативно адаптуватися до змін, забезпечувати ефективну комунікацію між членами команд і надавати можливість якісного контролю за виконанням завдань.

Існує ряд популярних веб-сервісів для управління проектами, таких як Jira, Trello, Asana, Basecamp та Monday [1]. Однак ці платформи мають кілька ключових обмежень:

1. Відсутність підтримки сценарного планування: більшість платформ не дозволяють моделювати різні сценарії розвитку проекту, що ускладнює адаптацію до швидко змінюваних умов.

2. Обмежені можливості для аналізу в реальному часі: більшість рішень не мають функцій для комплексної аналітики проекту в режимі реального часу, що необхідно для своєчасного реагування на затримки чи ризики.

3. Недостатня автоматизація рутинних задач: у наявних сервісах обмежена автоматизація завдань, що вимагає додаткового залучення людських ресурсів та підвищує ризик помилок.

4. Відсутність інтеграцій для віддаленої роботи: хоча деякі сервіси підтримують базову комунікацію, вони не забезпечують інтеграції з інструментами для комплексного віддаленого управління проектами в умовах дистанційної роботи.

Запропонований модуль інформаційної системи управління ІТ-проектами має подолати ці обмеження, інтегруючи наступні функціональні можливості:

1. Сценарне планування: Ураховуючи ризики та розробляючи альтернативні рішення, модуль забезпечить гнучкість в управлінні проектом, особливо в умовах швидких змін.

2. Моніторинг і аналітика в реальному часі: Це дозволить своєчасно контролювати прогрес, виявляти проблеми та коригувати процеси.

3. Автоматизація рутинних процесів: Знизить навантаження на працівників та мінімізує ризик людських помилок.

4. Розширена підтримка дистанційної командної роботи: Забезпечить централізований доступ до даних та інтеграцію із засобами комунікації.

Актуальність задачі розробки модуля інформаційної системи для управління ІТ-проектами полягає у створенні адаптивної системи, здатної вирішувати сучасні проблеми управління ІТ-проектами шляхом покращення координації, підвищення продуктивності та зниження витрат. Наукова новизна полягає в розробці інтегрованого підходу до управління проектами, що поєднує автоматизацію, аналітику та сценарне планування, що не тільки

підвищить ефективність командної роботи, але й надасть можливість для комплексного стратегічного управління в умовах мінливого бізнес-середовища [2].

ІТ-проекти відзначаються підвищеним рівнем складності, адже потребують одночасного залучення висококваліфікованих фахівців, впровадження нових технологій і точного дотримання часових рамок. Зміни у вимогах, поява нових технологічних стандартів та високі очікування клієнтів вимагають застосування особливих підходів до управління такими проектами. Для подолання цих труднощів необхідно ефективно використовувати інформаційні системи, які дозволяють адаптуватися до змін і своєчасно коригувати процеси [3].

Стратегічне планування стає основою для успішного управління ІТ-проектами. Розробка планів, здатних адаптуватися до швидких змін, забезпечує проектам необхідну гнучкість. Використання методу сценаріїв дозволяє враховувати можливі ризики та розробляти альтернативні рішення для найменш передбачуваних ситуацій.

Ефективна комунікація між членами команди та управлінським складом є запорукою успішного впровадження модуля інформаційної системи для управління ІТ-проектами. Відкрита комунікація сприяє уникненню непорозумінь, полегшує вирішення конфліктів та забезпечує оперативний обмін інформацією.

Оцифровування систем управління ІТ-проектами дозволяє автоматизувати рутинні завдання, мінімізувати помилки людського фактора та підвищити швидкість прийняття рішень. Цифрові інструменти, інтегровані в інформаційні системи, забезпечують централізований доступ до даних та спрощують координацію проектних завдань [4]. Крім того, використання аналітичних даних та моніторинг в реальному часі підвищують ефективність управління, допомагаючи уникнути затримок у виконанні проекту та знижуючи витрати.

Інформаційні системи для управління ІТ-проектами відіграють важливу роль у забезпеченні централізованого відстеження прогресу, планування ресурсів та реального часу комунікації. Такі системи полегшують контроль над проектами незалежно від фізичного місця перебування членів команди, що особливо актуально в умовах дистанційної роботи.

Розробка модуля інформаційної системи для управління ІТ-проектами є важливим кроком для створення стабільного, гнучкого та ефективного управління проектами. Завдяки ролі стратегічного планування, важливості комунікацій та перевагам оцифровування компанії отримують змогу підвищити свою конкурентоспроможність і забезпечити високу якість послуг, адаптуючись до викликів та змін сучасного бізнес-середовища.

Література

1. Сердюк Ю. О. Інформаційна технологія автоматизованого управління проектами : master's thesis. 2021. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86883> (дата звернення: 10.11.2024).
2. Горбаченко С. А., Чепурна О. Є., Слатвінська В. М. АДАПТАЦІЯ ПРОЄКТНОГО ПІДХОДУ ДО УПРАВЛІННЯ СТАРТАПАМИ. Трансформаційна економіка. 2023. № 4 (04). С. 24–28. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2023-4-5> (дата звернення: 10.11.2024).
3. Халіна В., Колмакова О., Устіловська А. АДАПТАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ ДО УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЯК ДЕТЕРМІНАНТ ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ. Наукові перспективи (Naukovi perspektivi). 2023. № 10(40). URL: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-10\(40\)-510-523](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-10(40)-510-523) (дата звернення: 10.11.2024).
4. Волкова О. Цифровізація систем управління: характеристика та принципи. XI Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми управління: Трансформація публічного управління у постковідному світі». Київ, Україна, 2021. URL: <https://doi.org/10.20535/spu2021.249172> (дата звернення: 10.11.2024).

УДК 004.45

В.А. Готович, к.т.н.; В.С. Бондаренко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ ДОДАТКУ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ ПІД МОБІЛЬНІ ПРИСТРОЇ НА БАЗІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID

V.A. Hotovych, Ph.D.; V.S. Bondarenko

RELEVANCE OF THE TASK OF DEVELOPING A VIDEO BROADCAST APPLICATION FOR MOBILE DEVICES BASED ON THE ANDROID OPERATING SYSTEM

Згідно з результатами досліджень, станом на 2024 рік частка мобільних пристроїв, що функціонують під управлінням операційної системи Android, складає 71% від загальної кількості смартфонів у світі [1]. Цей показник вказує на домінуючу роль Android у глобальному ринку мобільних пристроїв, що підкреслює її популярність серед споживачів та виробників мобільних пристроїв (рис. 1).

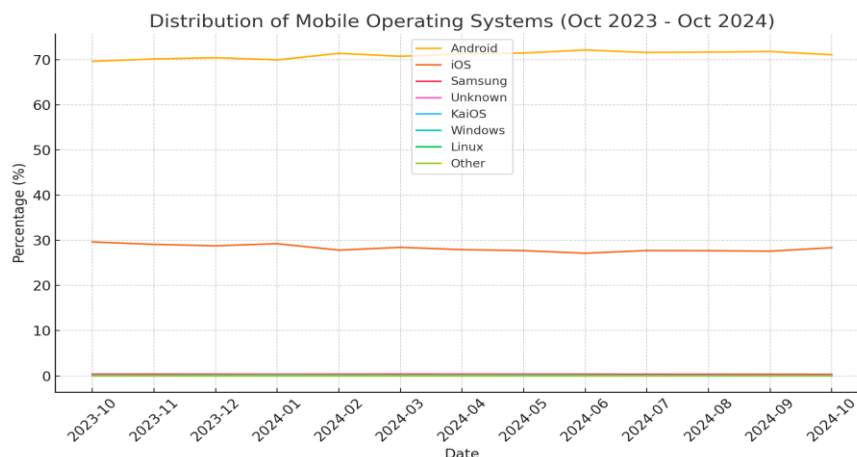


Рисунок 1. Динаміка частки мобільних операційних систем

Сучасний ринок мобільних пристроїв характеризується швидким розвитком технологій, що призводить до постійного оновлення та заміни старих моделей на новіші. У той же час, старі мобільні телефони часто втрачають свою актуальність для звичайних користувачів, однак вони все ще можуть бути корисними в інших сферах. Однією з таких можливостей є перетворення старих смартфонів на пристрої відеоспостереження. Враховуючи великий потенціал повторного використання таких пристроїв, розробка додатку для відеотрансляції під мобільні телефони на базі операційної системи Android є актуальним та важливим напрямком [2].

Пропонований додаток перетворить старі мобільні пристрої на відеореєстратори або камери спостереження, що дасть змогу повторно використовувати пристрої для стеження за будинком, офісом, авто та іншими об'єктами, знижуючи витрати на нові камери.

Операційна система Android надає широкі можливості для розробки додатків, включаючи підтримку потокової передачі відео, доступ до камер смартфонів, інтеграцію з іншими пристроями та можливість налаштування додатку під специфічні потреби користувачів. Розробка такого додатку дозволяє реалізувати низку переваг, серед яких можна виділити наступні:

1. Повторне використання старих мобільних пристроїв, що збільшує їх термін служби.

2. Зниження вартості відеоспостереження для кінцевих користувачів, оскільки не потрібно купувати нові камери для спостереження.

3. Налаштування та персоналізація функцій відеотрансляції в залежності від потреб користувача (використання старих телефонів як відеореєстраторів або камер спостереження за об'єктами).

Таким чином, розробка додатку відеотрансляції для мобільних пристроїв на базі Android є перспективним та соціально корисним проектом, який дасть нове життя старим смартфонам та сприятиме розвитку технологій відеоспостереження.

Відомий на сьогодні популярний додаток Саму є додатком, який реалізує систему передачі потокового відео на різні пристрої, забезпечуючи користувачам можливість перегляду відеоконтенту в режимі реального часу [3]. Однак основна відмінність між Саму та пропонованим в роботі застосунком полягає в здатності останнього ефективно працювати з динамічними IP-адресами, усуваючи необхідність використання статичних IP-адрес завдяки інтеграції протоколу WebRTC (Web Real-Time Communication) [4, 5]. Це забезпечує спрощене налаштування, швидкий запуск та розширює можливості використання системи, оскільки користувачам не потрібно вручну конфігурувати статичні IP-адреси, що часто є складним та затратним процесом. Крім того, застосунок підтримує трансляцію з вимкненим екраном, що оптимізує енергоспоживання пристрою, особливо важливе для мобільних пристроїв, знижуючи навантаження на графічний процесор та інші компоненти.

Клієнтська програма для ПК надає можливість не лише перегляду відеопотоку, але й детального аналізу кожного кадру з налаштуванням параметрів, таких як зум, контрастність, яскравість та гамма, що покращує якість перегляду та дозволяє здійснювати точний аналіз відеоінформації. Додаток також дозволяє зберігати відео по кадрах для подальшого перегляду, що корисно для наукових досліджень, безпеки та моніторингу.

Особливою перевагою є підтримка адаптивної передачі фреймрейту та якості відео, яка автоматично знижує роздільну здатність трансляції при поганому з'єднанні, забезпечуючи стабільність передачі навіть у умовах нестабільного мережевого зв'язку. Це досягається динамічним регулюванням параметрів відеопотоку на основі оцінки стану мережі в реальному часі, що гарантує безперебійну передачу відео та мінімізує ризик втрати даних або переривання трансляції. Розроблений застосунок пропонує суттєві переваги у порівнянні з Саму, забезпечуючи гнучкість, простоту налаштування, оптимізацію енергоспоживання та високу якість відеоінформації.

Розглянуті характеристики роблять пропонований застосунок конкурентоспроможним та привабливим для користувачів, які прагнуть досягти високої якості відеотрансляцій з мінімальними витратами енергії та максимальним комфортом у використанні. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію додаткових функціональних можливостей, таких як підтримка віртуальної реальності або штучного інтелекту для автоматичного аналізу відеоконтенту, що відкриває нові горизонти для розвитку систем потокового відео.

Література

1. GlobalStats statscounter. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>
2. Android documentation. <https://developer.android.com/reference>
3. Camy - Відео моніторинг. <https://play.google.com/store/apps/details?id=cam.camy>
4. WebRTC. <https://webrtc.org>
5. Johnston, A. B., & Burnett, D. C. (2014). WebRTC: APIs and protocols of the HTML5 real-time web (3rd ed.). Digital Codex LLC. ISBN-13: 978-0-9859788-7-7.

УДК 621.855

В.А. Лабчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРАЩЕННЯ ШВИДКОДІ ОБРОБКИ ДАНИХ У PLINQ В ПОРІВНЯННІ З LINQ ДЛЯ РІЗНИХ РОЗМІРІВ ВХІДНИХ ДАНИХ

V.A. Labchuk

RESEARCH OF THE DATA PROCESSING PERFORMANCE IMPROVEMENT USING PLINQ IN COMPARISON WITH LINQ ON DIFFERENT SIZED DATASETS

Під час консолідації даних з різних ресурсів ми зазвичай отримуємо дані великих обсягів. Щоб продуктивність їх обробки була високою, доцільно використовувати не лише LINQ, але й його паралельну версію – PLINQ. Однак чи в усіх випадках PLINQ буде продуктивніше ніж LINQ? Чи можливі ситуації коли PLINQ взагалі програватиме у швидкості? Коротка відповідь – так.

Можуть бути різні причини, коли паралельна обробка LINQ не буде виконуватися швидше ніж послідовна, зокрема розмір вибірки. Розмір вибірки є ключовим параметром і безпосередньо впливає на швидкість обробки. Звісно, чим більший розмір наших даних, тим довше їх потрібно обробляти. Однак саме в таких випадках спостерігається користь від паралельної обробки. Якщо ж даних у нас мало, то PLINQ не здатний забезпечити перевагу у швидкості, а деколи навіть навпаки потребуватиме додаткового часу на розпаралелювання, а також синхронізацію потоків, яка непотрібна при послідовному виконанні. Тобто якщо ми знаємо, що набір даних передбачається невеликий, використання PLINQ буде лише на шкоду.

Однак позитивним фактором від використання PLINQ саме при консолідації є те, як зростає час обробки при збільшенні розміру вибірки. Під час використання LINQ час збільшується експоненційноподібно, і вже на вибірках середнього розміру починає перебільшувати відповідний час при використанні LINQ. Використання ж PLINQ дозволяє часу збільшуватися більш лінійно при збільшенні обсягу вибірки. Дослідимо залежність часу знаходження простих чисел (рис. 1) від розміру вибірки, тобто діапазону в якому ми шукаємо ці прості числа [1].

Висновок. Досліджено залежність швидкості обробки та пошуку даних залежно від розміру вхідних даних. Зокрема досліджено час пошуку простих чисел на різних діапазонах для PLINQ та LINQ. Отримані результати показують велику вигоду від використання паралельної версії LINQ на великих вхідних масивах, які зазвичай і виникають при консолідації даних, та беззмістовність її використання для вхідних вибірок невеликих розмірів.

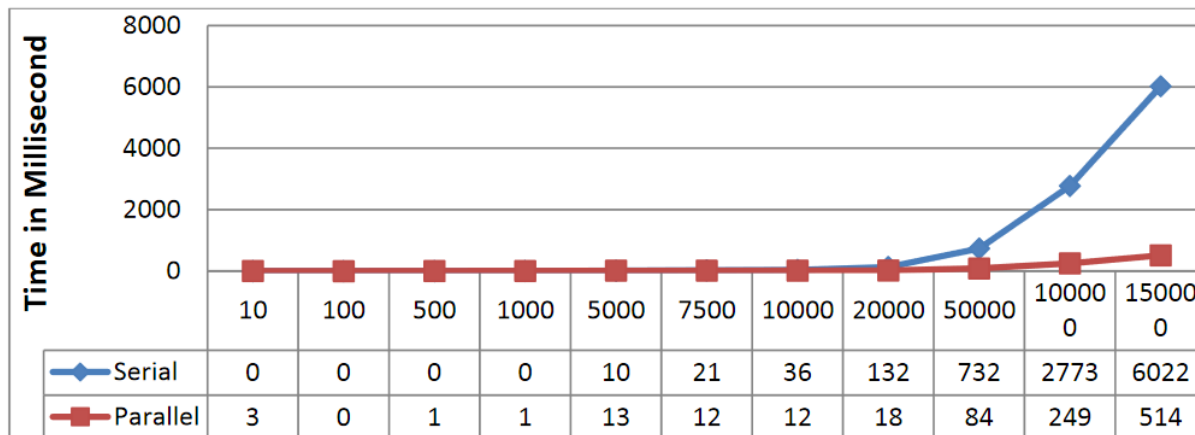


Рисунок 1. Порівняння паралельної та послідовної обробки даних LINQ та PLINQ на різних розмірах вхідних даних

Література

1. Md. Rashedul Islam, Alope Kumar Shah, Md. Rofiqul Islam. Experimental evaluation of parallelism in real time execution. No 36, P.49-51. Academia edu. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32324848/RNIS114PPL-libre.pdf?1391541786=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DExperimental_Evaluation_of_parallelism_i.pdf&Expires=1733085003&Signature=T2Xh9IZd7EQYufmU~i0Uz1XfDVHfS3xp2gSP~GrOzrDqNxtKB0Ex0J6qIfEHgcx7pRjiXSBtTCdC5ekSsRtHgS3LrR-W15W0MRTDUe4Jv~2eejLdEmKYqtWdZCom5c3y5kPfejwQX5ZlhPB3HRR7cghk4xdrEA6-EFZyCpU2lwMOV~~w32ZYd4J0c7Odun8wgLmaFSkf20B2q6aUPJpLN0mVdBmDh7brNPvblF44PSqn5ldU9r~5emEwqTZ7Oe~DfUemlv~gdFaqJarmOjaPC8E2eS4GHD5cIGHfZns4DxHqYBdr6RHws8dY~hgs6W-P4cZUomLxuzf1Y14u87P5g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

004.056.53

В.Г. Хомишин, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАХИСТ ASP.NET CORE ВЕБ-ДОДАТКІВ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ SQL-КОДУ

V.G. Khomyshyn

PROTECTING ASP.NET CORE WEB APPLICATIONS FROM SQL CODE INJECTION

Атаки шляхом впровадження SQL коду є однією з найнебезпечніших загроз для застосування. Зловмисники створюють простий шкідливий код, який вони відправляють у наш додаток у вигляді традиційного введення на основі форм або шляхом налаштування URL-адрес і рядків запиту для виконання довільного коду у нашій базі даних. Ця вразливість може надати доступ зловмисникам до всієї нашої бази даних, тому дуже важливо знаходити та усувати будь-які подібні вразливості у своїх додатках. SQL має архітектурну проблему, характерну для багатьох мов запитів: дані та команди знаходяться в одному рядку. Якщо SQL-запит є результатом поєднання рядків, деякі з яких були введені користувачем, це може бути фактором ризику. Розглянемо два найпоширеніших шляхи вирішення проблеми впровадження SQL коду:

1. Використання підготовлених інструкцій. Впровадження SQL-коду працює, тому що зловмиснику вдається переключити контекст усередині SQL. Варто пам'ятати, що інструкція SQL – це рядок із командами та даними. Екранування введення може бути перспективною стратегією. Коли ми поміщаємо дані користувача в SQL-запит, це також вважається вводом, тому це правило можна застосовувати. Проте виявляється, що правильно екранувати спеціальні символи SQL не так просто, тому що тут дуже багато варіантів залежно від контексту. Усередині рядків на думку приходять одинарні лапки (і заміна їх на ' або ', залежно від бази даних, що використовується).

Щодо інших спеціальних символів: () [] – групування, _ % – підстановочні знаки; ; – завершення запиту; -- # /* – коментар, – все залежить від конкретної системи баз даних.

Варіантів кілька, тож тут легко помилитися. Чому б не дозволити комусь іншому зробити всю тяжку роботу? Виявляється, що всі відповідні баз даних для платформи .NET підтримують підготовлені інструкції (які ще називають параметризованими запитом). У них SQL-запит відправляється до бази даних у два етапи. Спочатку створюється інструкція, яка може містити параметри. На другому етапі ці параметри набувають значень. Лише після цього інструкція виконується. Це простий, але ефективний підхід, тому що він нейтралізує проблему SQL архітектури: тепер зрозуміло, де команда, а де дані. Надаючи значення цим заповнювачам, база даних знає, що подана інформація повинна розглядатися лише як дані. Насправді, так ми відключили використання небажаного SQL-коду. Ось як може виглядати запит із параметрами:

```
SELECT * FROM users WHERE email=@email AND password=@password
```

Зверніть увагу, що перед параметрами стоїть символ @, а лапки навколо параметрів відсутні (інакше імена параметрів використовувалися буквально, як рядки). Існують різні варіанти синтаксису для підготовлених інструкцій. Той, що ми використовували досі (з префіксом @), є найбільш поширеним і зручним, оскільки кожен параметр може мати унікальне ім'я, що запам'ятовується. Також для позначення параметрів можна використовувати знак запитання (?), а потім надавати значення за розташуванням, а не по імені. Очевидно, що такий варіант більш схильний до помилок, оскільки розташування параметра буде змінюватися, як тільки десь перед ним буде доданий інший параметр.

Відомий виняток – СУБД Oracle, оскільки імена параметрів тут починаються з двокрапки, і інструкція SQL може виглядати так:

```
SELECT * FROM users WHERE email=:email AND password=:password
```

Протягом тривалого часу найпоширенішим способом надсилання SQL-запитів до бази даних із додатку ASP.NET була технологія ADO.NET (Advanced Data Objects для .NET). Цей підхід також працює з ASP.NET Core. Що стосується Microsoft SQL Server, пакет Microsoft.Data.SqlClient (www.nuget.org/packages/Microsoft.Data.SqlClient) містить постачальника даних. Є аналогічні пакети й інших основних баз даних, але їх способи реалізації підготовлених інструкцій переважно схожі. Якщо ми дійсно працюємо з SQL, то підготовлені інструкції – мабуть, найкращий засіб захисту від впровадження SQL-коду. Однак можна взагалі не писати SQL-код.

2. Використання Entity Framework Core. Щоб позбавити розробників писати SQL-команди, компанія Microsoft пропонує інструмент Entity Framework (EF) Core. Це проста, кросплатформова версія популярної технології доступу до даних, яка дозволяє розробникам .NET працювати з базою даних за допомогою об'єктів .NET та усуває потребу у більшій частині коду для доступу до даних, який, зазвичай, доводиться писати. У EF Core доступ до даних здійснюється за допомогою моделі. Модель складається з класів сутностей та об'єкта контексту, що представляє сеанс взаємодії з базою даних. Об'єкт контексту дозволяє виконувати запити та зберігати дані. Псевдокод, який буде запитувати всіх користувачів з бази даних, щоб знайти тих, хто має певну комбінацію адреси електронної пошти та пароля, має вигляд:

```
db.Users.Where(user => user.email == email && user.password == password)
```

Цей код робить майже те саме, що і SQL з попередніх прикладів, за винятком деяких особливих випадків, таких як бази даних з урахуванням реєстру. Однак, тут немає конкатенації строк, а також відсутні параметри. Натомість є об'єкт, що позначає всіх користувачів в історії даних (db.Users) та синтаксис мови LINQ для вибору користувачів, які відповідають певним критеріям. У зловмисника немає можливості впровадити SQL, оскільки його немає. Ну, взагалі він є, але Entity Framework Core генерує його автоматично.

Але насправді це не зовсім повна картина. Entity Framework Core все ж таки дозволяє відправку SQL-запитів безпосередньо в базу даних. Це буде працювати аналогічно фрагменту коду, який ми щойно продемонстрували:

```
var users = db.Users.FromSqlRaw("SELECT * FROM users WHERE  
email='villain@example.com' AND password='noclue']").ToList();
```

Entity Framework Core не перевіряє SQL, він просто перенаправляє до бази даних. Якщо ми використовуємо тут конкатенацію рядків і дані користувача, то програма раптово знову стає вразливою для впровадження SQL-коду. Зручно, що є підтримка параметризованих запитів, де використовується синтаксис, аналогічний синтаксису методу платформи .NET, String.Format(). Але варто переконатись, що ми використовуємо його лише безпосередньо у виклику методу FromSqlRaw. Ця інструкція належним чином екранує значення для параметрів. В якості альтернативи можна використовувати інтерполяцію рядків.

Використання інструментів об'єктно-реляційного відображення, таких як Entity Framework Core, при всій своїй зручності, може створювати деякі проблеми. При їх застосуванні SQL-запити генеруються на основі наданої інформації (наприклад, об'єкта та його зв'язків). У деяких ситуаціях результат згубно впливає на продуктивність. Особливо це може статися, коли в одному запиті об'єднуються кілька таблиць. При роботі з таблицями без первинного ключа SQL може бути більш підходящим способом. Тому навіть найзатятіші прихильники Entity Framework Core завжди шукатимуть шляхи, в яких оригінальні SQL-запити є найкращим варіантом.

УДК 621.855

В.З. Шеремета, Р.О. Жаровський, к.т.н

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ І ІНСТРУМЕНТИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ДОДАТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ SPRING BOOT

V. Z. Sheremeta, R.O. Jarovski, Ph.D

METHODS AND TOOLS FOR INCREASING THE PRODUCTIVITY OF WEB APPLICATIONS USING SPRING BOOT

Актуальні проблеми Spring Boot:

1. Відсутність автоматичного виконання анотаційних процесорів у Java 23+: Зміни в JDK 23+ призвели до того, що анотаційні процесори, що присутні в класпасі, не виконуються автоматично. Це може вимагати додаткового налаштування для користувачів.

2. Проблеми з конфігурацією SSL: Деякі користувачі зазнають проблем з відкриттям keystore при використанні SslBundle в Spring Boot 3.4.0. Це може впливати на безпеку та стабільність додатків.

3. Несумісність залежностей для micrometer-tracing та opentelemetry: В деяких версіях Spring Boot 3.3.5 залежності не збігаються, що може викликати проблеми з моніторингом.

4. Потрібні покращення для Linux/ARM64: Для підтримки Linux/ARM64 потрібно додаткове тестування та покращення.

5. Потрібні покращення для глобального оброблення винятків для фільтрів: В Spring Boot потрібно додати підтримку для глобального оброблення винятків для фільтрів. методи розв'язання проблем, які можуть виникати у Spring Boot:

1. Відсутність автоматичного виконання анотаційних процесорів у Java 23+:

- Використовуйте `maven-compiler-plugin` або `maven-processor-plugin` для налаштування анотаційних процесорів.

- Додайте відповідні параметри в конфігурацію вашого проекту, щоб змусити Maven виконувати анотаційні процесори.

2. Проблеми з конфігурацією SSL:

- Перевірка на валідність keystore та відповідних сертифікатів.

- Оновлення налаштування SSL в файлі конфігурації додатка (`application.properties` або `application.yml`) для коректного підключення keystore.

- Використання інструментів діагностики SSL для перевірки проблемних точок.

3. Несумісність залежностей для micrometer-tracing та opentelemetry**:

- Оновлення версії бібліотек до останніх стабільних релізів.

- Перевірка конфлікту в залежностях і, при необхідності, налаштуйте виключення або використовуйте специфічні версії залежностей для вирішення конфліктів.

4. Проблеми з підтримкою Linux/ARM64**:

- Використовуйте офіційні репозиторії та інструкції для налаштування вашого оточення.

- Регулярно оновлення інструментарію та бібліотеки для забезпечення сумісності з ARM64.

- додаткове тестування на цільовій платформі для виявлення та усунення проблем.

5. Глобальне оброблення винятків для фільтрів**:

- Створення кастомізованого фільтру для обробки винятків.

- Використання `@ControllerAdvice` разом із `@ExceptionHandler` для глобального оброблення винятків у додатку.

Література

1. GitHub Issues для Spring Boot: [Issues \u00B7 spring-projects/spring-boot - GitHub](<https://github.com/spring-projects/spring-boot/issues>)

2. Проблема з анотаційними процесорами в Java 23+: Deal with annotation processors no longer getting executed by default on Java 23+ - GitHub3

3. Проблема з SSL в Spring Boot 3.4.0: [Spring Boot 3.4.0: SslBundle cannot open store - GitHub](<https://github.com/spring-projects/spring-boot/issues/43274>)

4. Spring Framework \u0026 Boot EOL: Навігація через проблеми оновлення: Spring Framework \u0026 Boot EOL: Navigating Upgrade Issues - TuxCare

УДК 621.855

В.З. Шеремета, Р.О. Жаровський, к.т.н

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ SPRING BOOT ТА ІНТЕГРАЦІЯ ДРУГОРЯДНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ

V. Z. Sheremeta, R.O. Zharovskyi, Ph.D

USING SPRING BOOT AND INTEGRATION OF 3RD-TIER TOOLS TO CREATE MODERN WEB APPLICATIONS

У сучасному світі веб-розробка є ключовою сферою інформаційних технологій, що забезпечує користувачам доступ до різноманітних послуг, додатків і ресурсів через Інтернет. Для створення ефективних веб-застосунків необхідні потужні інструменти та фреймворки, які спрощують процес розробки й підвищують продуктивність.

Одним із найпопулярніших рішень для розробки веб-додатків на Java є Spring Boot, що пропонує простий і зручний підхід до створення застосунків завдяки вбудованим функціям і готовим компонентам, які значно прискорюють розробку та покращують її якість.

Це дозволяє користувачам створювати самодостатні програми, які можуть працювати незалежно без будь-яких зовнішніх залежностей. Spring boot – це різновид Spring фреймворку. Spring Boot використовує переваги платформи Spring і тісно взаємодіє з нею. Він пропонує попередньо налаштовану структуру для розробки додатків на основі Spring з мінімальною конфігурацією, покладаючись на XML.

Spring Boot має низку переваг: він включає вбудовані сервери (Tomcat, Jetty, Undertow), що дозволяє створювати автономні Java-додатки із вбудованим веб-сервером, усуваючи потребу в окремих контейнерах; забезпечує параметри за замовчуванням для різних компонентів, таких як база даних, журналювання та безпека, що пришвидшує розробку; підтримує архітектури мікросервісів через функції Spring Cloud для створення розподілених систем; легко інтегрується з екосистемою Spring, дозволяючи використовувати її бібліотеки; має зручну зовнішню конфігурацію для адаптації без змін коду; надає інструменти для розробників, як-от Spring Initializr і Spring Boot CLI, для швидкого створення проектів; включає модуль Spring Boot Actuator для моніторингу та керування додатками; і спрощує тестування через вбудовані фреймворки для різних типів тестів.

Взаємодія з іншими API у Spring Boot є важливою складовою для створення розширених та інтегрованих сервісів. Фреймворк надає зручні інструменти для спрощення цього процесу, включаючи вбудовану підтримку для викликів RESTful API. Для цього можна використовувати бібліотеку Spring Web, яка дозволяє легко взаємодіяти з іншими веб-службами через HTTP-запити. Крім того, Spring Boot надає можливість інтеграції з іншими API за допомогою бібліотек, таких як Feign або Retrofit, що спрощують взаємодію з віддаленими сервісами та дозволяють швидко створювати клієнтські компоненти для взаємодії з іншими API. Це дозволяє розробникам легко інтегрувати свої застосунки з різними сервісами та джерелами даних, що розширює можливості їх функціональності та забезпечує більш гнучке та розширене використання. Таким чином, взаємодія з іншими API у Spring Boot сприяє створенню більш інтегрованих та функціональних застосунків.

Підтримка RESTful API у Spring Boot є однією з його ключових можливостей, що дозволяє розробникам створювати потужні та гнучкі веб-сервіси. Фреймворк надає простий та зручний спосіб створення API, зокрема для виконання операцій CRUD (створення, читання, оновлення, видалення).

Крім базових операцій CRUD, Spring Boot також підтримує різноманітні технологічні можливості для реалізації розширених функціональностей у веб-сервісах. Наприклад, вбудовані анотації Spring Security дозволяють забезпечити аутентифікацію та авторизацію користувачів, забезпечуючи безпеку API.

УДК 621.855

В.З. Шеремета, Р.О. Жаровський, к.т.н

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ І ІНСТРУМЕНТИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ДОДАТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ SPRING BOOT

V. Z. Sheremeta, R.O. Jarovski, Ph.D

METHODS AND TOOLS FOR INCREASING THE PRODUCTIVITY OF WEB APPLICATIONS USING SPRING BOOT

Spring підтримує зовнішні налаштування властивостей за допомогою конфігурації @PropertySource. Spring.

Завантаження йде ще далі, використовуючи розумні значення за замовчуванням і потужне прив'язування властивостей, безпечних для типів, до bean властивості. Spring Boot підтримує наявність окремих файлів конфігурації для різних профілів без необхідності багато конфігурації.

Пружинний привід завантаження – можливість отримати різноманітні деталі програми, що працює в робочому стані, має вирішальне значення для багатьох програм.

Привід Spring Boot забезпечує широкий спектр таких готових до виробництва функцій без потреби розробникам написати багато коду.

Ось деякі з функцій пружинного приводу:

1. Може переглядати деталі конфігурації bean програми;
2. Може переглядати зіставлення URL-адрес програми, деталі середовища та конфігурацію;
3. значення параметрів;
4. Може переглядати зареєстровані показники перевірки працездатності.

Потреба в альтернативному рішенні для отримання даних з бази даних стала необхідністю альтернативного рішення для отримання даних з бази даних стала обов'язковою після спостереження за традиційними проблемами кодування JDBC.

Було помічено, що повинна з'явитися методологія для відображення об'єкта і реляційних даних. Так з'явилося рішення під назвою ORM, яке отримало широке розповсюдження.

Hibernate є його реалізацією з відкритим вихідним кодом.

Hibernate не тільки піклується про відображення між класами Java до таблиць бази даних (і від типів даних Java до таблиць бази даних).

Таблицями бази даних (і від типів даних Java до типів даних SQL), але й скорочує час розробки порівняно з ручною обробкою даних JDBC, а також дозволяє запитувати та отримувати дані необхідні для програми .

Гібернація звільняє розробника від 95 відсотків типових завдань, пов'язаних зі збереженням даних .

Для додатків, які використовують збережені процедури, Hibernate може не бути життєздатним рішенням для реалізації бізнес-логіки в базі даних ;

Він добре працює з додатком, який охоплює об'єктно-орієнтовану модель предметної області, та проміжним рівнем Java, що містить бізнес-логіку .

Література

1. Kola, S. V. (2012). Study of Open Source Frameworks in JEE--Spring and Hibernate-ORM Frameworks (Doctoral dissertation, San Diego State University). 13-15 ст.
2. Babu, Chitra, and G. Gunasingh. "DESH: Database evaluation system with hibernate ORM framework." 2016 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI). IEEE, 2016. 20-30 ст.

УДК 620.179.16

В.І. Кравчук; М.С. Хаюк; А.Г.Микитишин, к.т.н. доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАД НА ПЕРЕДАВАННЯ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ

A. Kravchuk; M. Khayuk; A. Mykytyshyn, Ph.D, Assoc. Prof.

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF INTERFERENCE ON THE TRANSMISSION OF PHASE-MANIPULATED SIGNALS

При роботі реальних систем передавання даних використовуються різноманітні завади. На рисунку 1 показано залежність ймовірності похибки від співвідношення сигнал/шум при отриманні фазоманіпульованого сигналу (три біти/період) кореляційним приймачем. Частота дискретизації в 64 рази перевищує частоту несучого сигналу.

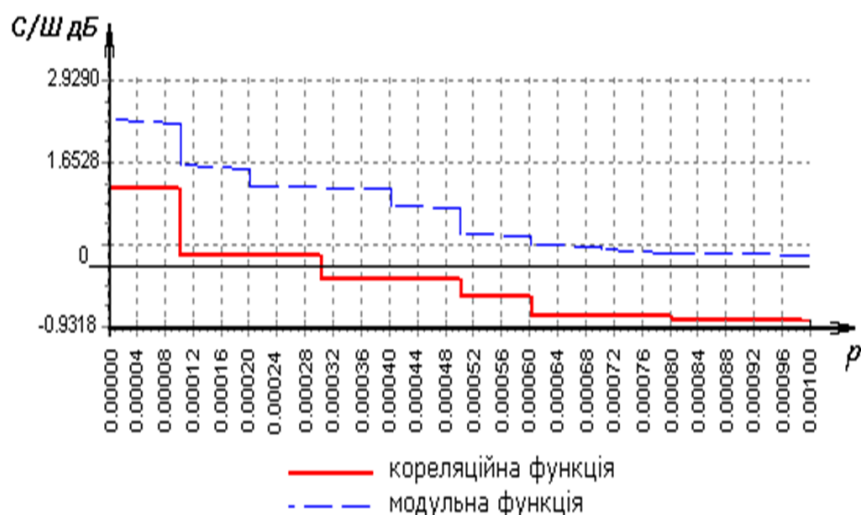


Рисунок 1 – Залежність ймовірності похибки від співвідношення сигнал/шум при прийманні кореляційними приймачами.

Аналіз даного графіку показує можливість здійснення надійної передачі даних (ймовірність похибки менше 10^{-4}) при співвідношенні сигнал/шум не менше 1,5дБ. Обладнання, яке застосовується для передавання даних по комутованих аналогових телефонних лініях зв'язку, для приймання та передавання фазоманіпульованого сигналу ФМ-3 характеризується співвідношенням сигнал/шум в межах 3-6 дБ.

На ймовірність похибки при прийманні сигналу за допомогою кореляційного приймача впливає не лише співвідношення сигнал/шум, але й частота дискретизації вхідного сигналу. Це визначається тим, що чим більше значення співвідношення частота дискретизації/частота несучого колювання, тим більше інформації отримується про переданий сигнал і робота кореляційного приймача стає надійнішою. На рисунку 2 показано графік ймовірності появи похибки в залежності від співвідношення частота дискретизації/частота несучого колювання. Співвідношення сигнал/шум становить 0дБ.

З графіку для ФМ-3 видно, що наступне підвищення частоти дискретизації призводить до зменшення ймовірності виникнення похибки при сталому співвідношенні сигнал/шум та можливості забезпечити надійний зв'язок (ймовірність похибки 10^{-4}) при зниженні співвідношення сигнал/шум.

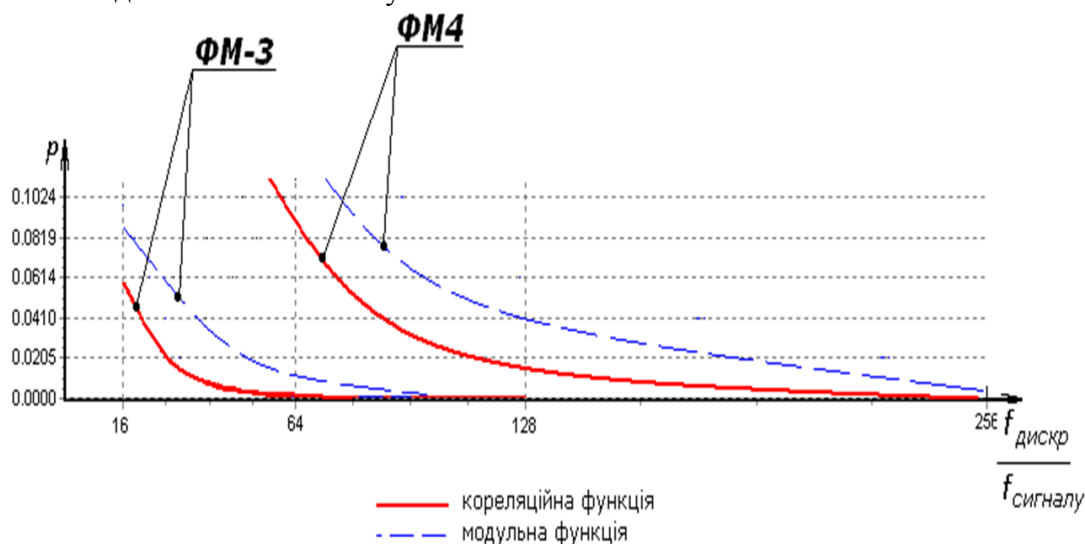


Рисунок 2 – Залежність ймовірності похибки від співвідношення частота дискретизації/частота несучого коливання та кількості позицій повороту фази при співвідношенні сигнал/шум 0 дБ.

Результати роботи кореляційних приймачів при різній частоті дискретизації вхідного сигналу (рисунок 2) вказують на те, що таж сама ймовірність похибки потребує для приймача на основі модульної функції в 1,3–1,6 раз вищої частоти дискретизації, ніж для подібного приймача на основі кореляційної функції.

Підвищення частоти дискретизації призведе до зростання апаратних затрат на побудову кореляційного приймача. З іншого боку, використання спрощеного алгоритму кореляційного прийому призведе до зменшення апаратних затрат.

Отже, важливим є можливість підвищення частоти дискретизації для спрощених алгоритмів і, відповідно, зниження ймовірності появи похибки при постійних апаратних затратах та співвідношенні сигнал/шум.

Література

1. Семенко А. І. Телекомунікаційна система з покращеним приймання амплітудно-маніпульованого сигналу / А. І. Семенко, Н.І. Бокла, К. О. Домрачева, Є. О. Шестопал // Вісник Хмельницького національного університету, - 2017.-№6.-С. 178-182.(Index Copernicus).
2. Pelishok V., Shestopal Ye., Semenko A. Selection of efficient digital phase modulation in telecommunication system. The International Scientific Periodical Journal "Modern Technology and Innovative Technologies", No. 15, 2021, pp.62-67.
3. Ipatov, Valery P. Spread Spectrum and CDMA.Principles and Applications / Valery P. Ipatov. University of Turku, Finland and St. Petersburg Electrotechnical University 'LETI', Russia. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England. 2005. 385 p.
4. Горбенко І.Д., Замула О.А., Хо Чі Лик Оптимізація пошуку дискретних складних сигналів з необхідними властивостями для застосування у сучасних інформаційно-комунікаційних системах // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки : Зб. наук. праць / Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України, 2019. Вип. 19. 160 с.

УДК 621.855

В.О. Бонар

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ OBD2 ДАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МЕТОДОМ НАЙБЛИЖЧИХ СУСІДІВ

V. O. Bonar

OBD2 VEHICLE DATA ANOMALY DETECTION USING NEAREST NEIGHBOORS METHOD

Підтримка справного технічного стану транспортних засобів є актуальною проблемою сьогодення. Виявлення аномалій у сигналах транспортних засобів допомагає передбачити можливі несправності у його окремих компонентах. Збір даних для аналізу проводиться за допомогою системи OBD2, яка є доступною в більшості транспортних засобів. Далі зібрані дані потрібно систематизувати та проаналізувати для виявлення аномальних екземплярів. Метод найближчих сусідів визначає, що нормальні дані знаходяться у щільному сусідстві, аномалії ж найчастіше є ізольованими від решти (1). Дистанція може бути обчислена багатьма методами. Евклідова відстань є найбільш популярною та вимірює довжину прямої лінії між точками (2)

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}$$

, де n - кількість вимірів. Манхеттенська відстань є ще одним популярним методом, що вимірює відстань між точками (2)

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |y_i - x_i|$$

, де n - кількість вимірів.

Іншим важливим аспектом для методу найближчих сусідів є вибір кількості найближчих сусідів (коефіцієнт k), які будуть використовуватись для подальшої класифікації поточного екземпляру. Цей параметр обирається експериментально і залежить від якості і природи вхідних даних.

Для проведення експерименту виявлення аномалій транспортного засобу було виделено 4 параметри з набору даних (3) для аналізу - швидкість, оберти двигуна, витрата палива та абсолютне положення дросельної заслінки. Для визначення відстані використано Евклідову відстань, кількість найближчих сусідів (коефіцієнт k) для перевірки вибрано 5.

Важливим кроком при застосуванні методу найближчих сусідів є нормалізація даних для уникнення упереджених результатів через метрики з більшим значенням. Наприклад, швидкість транспортного засобу може досягати 200 км/год, тоді як оберти двигуна можуть досягати набагато більших значень, що спричинить нерівномірний вплив на кінцевий результат обчислювальної відстані. Для нормалізації було використано мінімально-максимальний метод

$$x_{normalized} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

, де x_{min} та x_{max} - мінімально та максимальні значення певної метрики в даному наборі даних.

Висновок. Було проведено експеримент виявлення аномалій при аналізі швидкості, обертів двигуна, витрати палива та абсолютного положення дросельної заслінки транспортного засобу. Дані були проаналізовані використовуючи мову програмування Python та реалізації методу найближчих сусідів з пакету sklearn - NearestNeighbors (4). Отримані результати у вигляді діаграм показують залежність аномалій від кожного аналізованого параметру (рис. 1) та розподіл нормальних даних (рис. 2).

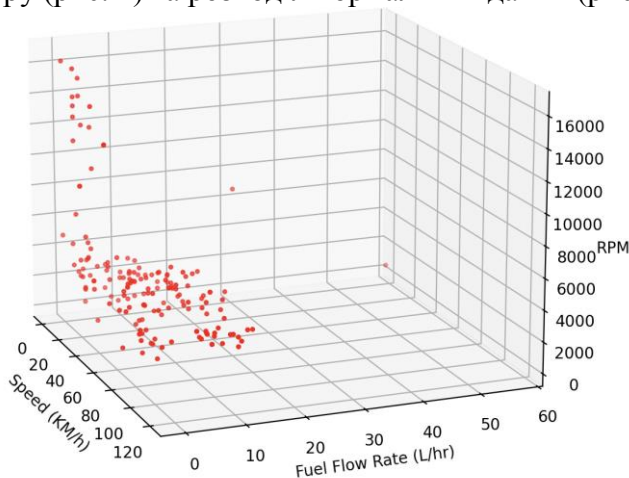


Рисунок 1. Розподіл аномальних даних

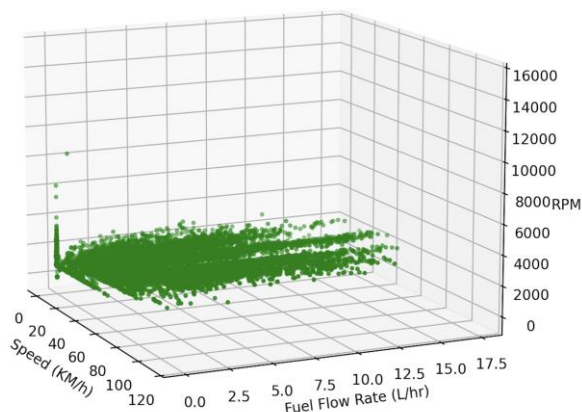


Рисунок 2. Розподіл нормальних даних

Результати проведеного експерименту виявлення аномалій методом найближчих сусідів в сигналах транспортного засобу будуть використані в подальших дослідженнях віддаленої діагностики транспортних засобів.

Література

1. Zhao, Ming & Chen, Jingchao & Li, Yang. (2018). A Review of Anomaly Detection Techniques Based on Nearest Neighbor. 10.2991/cmsa-18.2018.65.
2. Suwanda, R & Syahputra, Zulfahmi & Zamzami, Elviawaty. (2020). Analysis of Euclidean Distance and Manhattan Distance in the K-Means Algorithm for Variations Number of Centroid K. Journal of Physics: Conference Series. 1566. 012058. 10.1088/1742-6596/1566/1/012058.
3. OBD-2 Vehicular Dataset Trace? Kaggle: веб-сайт. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/brunops2/obd-2-vehicular-dataset-trace> (дата звернення 9.11.2024)
4. NearestNeighbors. Scikit Learn: веб-сайт. URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neighbors.NearestNeighbors.html> (дата звернення 9.11.2024)

УДК 621.855

В.Р. Кошулинський– студент групи **ТР-302**

Науковий керівник: Недошитко Л.М. , викладач-методист

(Відокремлений структурний підрозділ Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IoT)

V.R.Koshulynskyi– student of **TR-302 group**

Scientific supervisor: Nedoshytko L.M. , teacher-methologist

(Separate structural division "Ternopil Vocational College" of Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine)

INTELLIGENT SENSOR SYSTEMS FOR TELECOMMUNICATIONS BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IoT)

Інтернет речей (IoT) — це система поглядів, яка передбачає об'єднання фізичних пристроїв у єдину мережу для автоматизованого збору даних, взаємодія між собою та довершення завдань без необхідності втручання людини. Завдяки інтернету речей об'єкти стають так би мовити «розумними» й здатними до самостійного обмінювання інформацією через весь інтернет, що забезпечує хорошу оптимізацію процесів, підвищення ефективності та покращення якості життя об'єктів. Основу IoT складають декілька ключових елементів таких як: пристрої обладнані сенсорами для збору інформації про навколишнє середовище та здатні виконувати певні дії на основі отриманих даних, наприклад регулювання клімату чи увімкнення світла у кімнаті. Зв'язок між пристроями забезпечується через мережеві з'єднання, які дозволяють передавати певну інформацію до центральних систем.

Опрацювання даних відбувається на так би мовити хмарних платформах, що зберігають у собі дані, аналізують в реальному часі та надають інструменти для прогнозування цих даних. Інтерфейси також дають змогу користувачам отримувати доступ до систем IoT через мобільні програми або вебдодатки, здійснювати управління пристроями та залучати різні сервіси. Щоб захистити свої дані, IoT використовує шифрування та механізми обмеження доступу для запобігання несанкціонованим втручанням.

Головні принципи функціонування IoT включають в себе підключення об'єктів до мережі, де кожен пристрій має свою унікальну адресу; обмін даними між компонентами системи для забезпечення синхронної роботи; та автоматизацію певних процесів, коли пристрої самі по собі виконують завдання відповідно до заданих алгоритмів. З розвитком IoT більшість сенсорних систем стали ключовою складовою телекомунікаційної інфраструктури. Вони використовуються для моніторингу, оптимізації мереж, прогнозування навантажень та виявлення несправностей. Використання алгоритмів штучного інтелекту дозволяє підвищити автономність і якість таких систем, забезпечуючи ефективність та енергоощадність.

Розглянемо рисинок 1., на якому зображено основні області застосування IoT в електроенергетиці:

- **Моніторинг генеруючих потужностей** – це змішаний процес, який передбачає постійне спостереження та аналіз за показниками роботи електростанцій, що виробляють електричну енергію.
- **Розподілена електроенергетика** – це концепція, яка передбачає більшу децентралізацію виробництва електроенергії.
- **Моніторинг споживання** - це систематичний процес збору, аналізу та інтерпретації даних про використання певних ресурсів або товарів.
- **Управління профілем споживання** в електроенергетиці – це комплекс заходів, спрямованих на оптимізацію графіка споживання електроенергії.

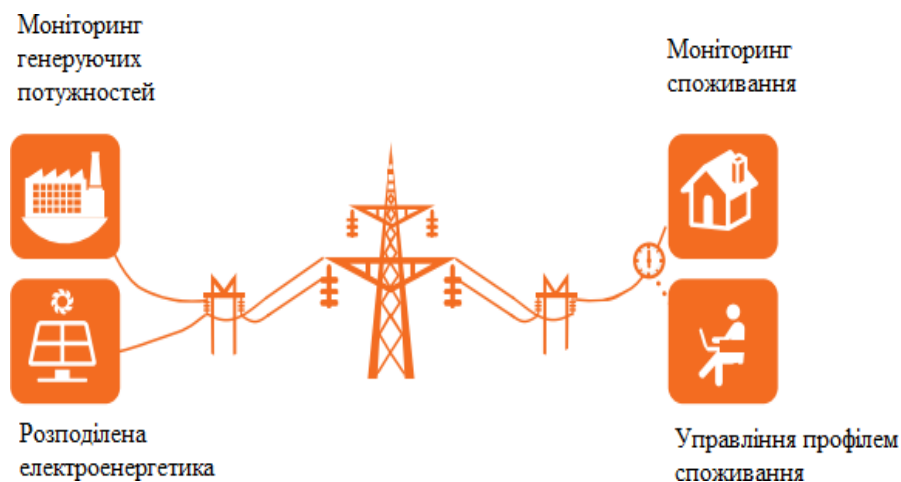


Рис. 1. Области застосування IoT в електроенергетиці

Інтелектуальні сенсорні системи є важливою складовою у сучасних телекомунікаціях. Їхнє широке застосування допоможе покращенню якості зв'язку, енергоефективності та забезпеченню високого рівня автоматизації. Майбутні дослідження в цій галузі можуть зосереджуватися на покращенні алгоритмів обробки даних та інтеграції з іншими системами телекомунікацій.

Література

- 1) Все про інтернет речей: основні відомості та використання. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://weagro.com.ua/blog/internet-rechej-iot-shho-cze-ta-jogo-vykorystannya-v-silskomu-gospodarstvi/>
- 2) Основні принципи та застосування інтелектуальних сенсорних систем. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/>

УДК 004.5

**Галина Шевчук, ст. гр. КАЗм-61; Ростислав Трембач, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна**

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

Halyna Shevchuk, art. c. KAZm-61, Rostyslav Trembach Ph.D, Assoc. Prof

ORGANIZATION OF THE SMART HOME SYSTEM

Розумний будинок - це житло, оснащене технологічними рішеннями, які призначені для надання людям послуг, що відповідають їхнім потребам. В останні роки термін «розумний» став синонімом будь-якої технології, яка може похвалитися певним рівнем штучного інтелекту. Здатність збирати інформацію з навколишнього середовища і реагувати на неї є основною характеристикою «розумних» технологій. Оскільки головною метою смарт-технологій є добробут людства, вони стали основною рушійною силою для таких новаторських ідей, як система «розумний дім». Завдяки розвитку інтелектуальних продуктів і послуг, світ став свідком зростання взаємозв'язку пристроїв і обміну інформацією, що вплинуло на швидкий розвиток технології розумного будинку в усьому світі. Перевагами, що надаються смарт-технологіями, і можливим великим глобальним ринком, інтерес до технології розумного будинку серед дослідників стрімко зріс [1].

Система розумного будинку охоплює інтеграцію інтелектуальних технологій у будинку для досягнення комфорту, безпеки, охорони здоров'я, зручності та енергозбереження. Пропонуючи автоматизоване та дистанційне керування домашніми приладами та послугами, «розумні» будинки забезпечують вищу якість життя. Однією з основних послуг, що надаються системою розумного будинку, є система дистанційного моніторингу, яка використовує телекомунікації та Інтернет для дистанційного керування будинком і догляду за літніми людьми. Користувач розумного будинку може дистанційно керувати побутовими приладами з будь-якого місця і може виконувати завдання ще до прибуття додому. Розумні датчики можуть контролювати температуру і вологість в будинку і підтримувати оптимальну атмосферу відповідно до уподобань користувача. За допомогою системи виявлення розумних об'єктів розширені системи безпеки для розумних будинків можуть забезпечити кращу безпеку [1].

Для організації системи «розумний будинок» вибрано мікроконтролерну систему на основі Arduino, що відноситься до сімейства мікроконтролерів з відкритим вихідним кодом, які відомі своєю низькою ціною, гнучкістю і простим у використанні інтерфейсом. В основному, в «розумному будинку» можна використовувати дві плати Arduino - Arduino Uno, яка базується на мікросхемі ATmega328P, і Arduino Mega, яка використовує мікросхему ATmega2560. Мікроконтролери Arduino добре пристосовані для керування декількома датчиками та пристроями. Завдяки низькому енергоспоживанню, плати Arduino дуже популярні серед розробників. Arduino Mega має більше вхідних портів, ніж Arduino Uno, і здатна обробляти більше вхідних даних завдяки кращому мікрочіпу. Тому нами розроблена система «розумний будинок», що представлена на рис.1.

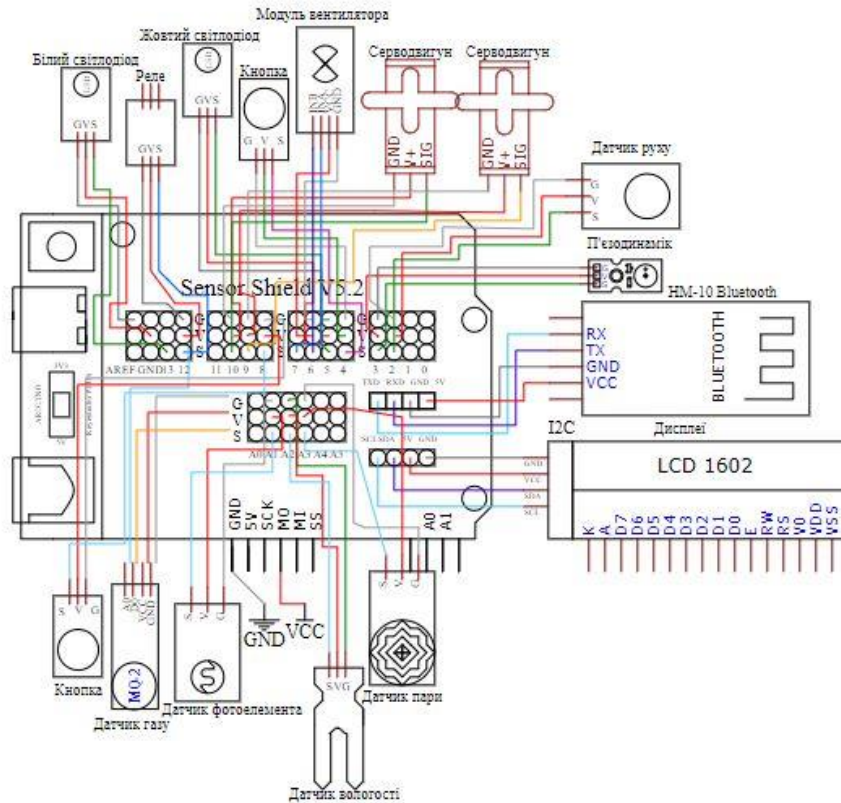


Рисунок 1.- Схема підключення датчиків, виконавчих механізмів та системи індикації до Arduino

Література

1. Ridha Ouni, Kashif Saleem, Secure smart home architecture for ambient-assisted living using a multimedia Internet of Things based system in smart cities, Mathematical Biosciences and Engineering, 10.3934/mbe.2024153, 21, 3, (3473-3497), (2024).

УДК 004.63

Гарасівка А. В., Лупенко А. М., д. т. н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЗЕРВНОГО КОПЮВАННЯ ДАНИХ

Harasivka A. V., Lupenko A. M., Dr.

USING MACHINE LEARNING APPLICATIONS FOR DATA BACKUP OPTIMIZATION

Data backup plays an important role in ensuring data integrity, security, and availability in the era of exponential data growth. Traditional backup strategies rely on static configurations or manual operations, often failing to adapt to dynamic environments or customers' evolving needs. Recent developments in machine learning (ML) and artificial intelligence show promising opportunities to optimize data backup systems.

ML offers new approaches to solve long-standing challenges in data backup area, usually, it requires a model, which is a set of algorithms and environment, which include training data. ML models can be broadly categorized into few categories. Supervised learning, which trains models using labeled datasets, can aid in predicting future requirements of the system or failure probabilities based on historical behavior, it could solve classification or regression problems. Unsupervised learning, which focuses on discovering patterns or anomalies in unlabeled data, can be used for detecting inefficiencies or unusual patterns in backup workflows via regression. Reinforcement learning (RL), a paradigm where models learn optimal policies through trial and error under developer control, is particularly promising for adaptive backup optimization. Features of different ML types shown in fig. 1.

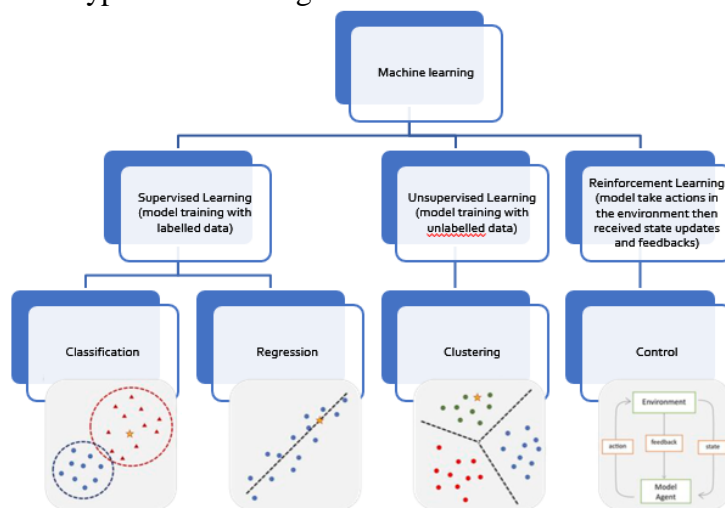


Figure 1. types of calculations that can be done using machine learning

RL algorithms can dynamically optimize backup schedules, types (e.g., select needed type of backup: incremental, full, or differential), and compression parameters based on system feedback, reducing resource usage while maintaining robustness. Supervised and unsupervised learning models can predict failure points or anomalies in backup processes, enabling proactive

interventions. Other ML techniques, like natural language processing techniques can assist in intelligent indexing and search within backup archives, improving accessibility.

Applying ML to modern data backup solutions has multiple benefits:

- **Dynamic scheduling:** ML models can analyze historical backup tasks to determine the optimal frequency and timing, balancing system load with recovery time objectives (RTOs).
- **Compression optimization:** models can predict compression ratios for various datasets and select configurations that maximize storage efficiency while minimizing compute costs.
- **Anomaly detection:** using historical data, a model can identify deviations in backup size, time, or frequency, marking potential risks like ransomware attacks or system misconfigurations.
- **Storage forecasting:** time-series models can predict storage consumption trends, enabling preemptive capacity planning.

Aside of benefits, there are a few challenges encountering during ML.

Despite its potential, deploying ML in backup systems faces issues such as data sparsity, heterogeneity of the system, and the computational cost of real-time inference. Privacy and security concerns, especially in handling sensitive datasets for training, require subtle solutions. Furthermore, the interpretation of guided ML decisions in critical backup operations remains a key challenge.

Future research should focus on developing lightweight ML models suitable for real-time predictions, integrating more complex learning techniques for secure and distributed model training, and combining ML with emerging technologies such as blockchain for immutable and transparent backup solutions. Collaborative efforts between the open-source community and resources from huge businesses can further accelerate the adoption of ML in backup systems, bridging the gap between theoretical advancements and practical implementations.

The integration of machine learning into data backup systems could cause a huge change, which will create smarter, more adaptive, and more reliable backup solutions. By addressing the outlined challenges, ML can transform backup processes, offering significant benefits to businesses and customers in managing their data effectively.

Література

1. Sutton, R. S., Barto, A. G., 2018. Reinforcement Learning, second edition, ISBN: 9780262039246.
2. Kumar S.. 2024. ENHANCING CLOUD STORAGE EFFICIENCY AND ACCESSIBILITY WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A COMPREHENSIVE REVIEW, https://iaeme-library.com/index.php/IJARET/issue/view/IJCET_2024_15_03
3. Züfle M., Moog F., Lesch V., Krupitzer C., Kounev S., 2021. A machine learning-based workflow for automatic detection of anomalies in machine tools, ISA Transactions. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isatra.2021.07.010>
4. Ghadge N., 2024. MACHINE LEARNING: ENHANCING INTELLIGENT SEARCH AND INFORMATION DISCOVERY, Computer Science & Information Technology (CS & IT), 10.5121/csit.2024.141021.
5. Shahid N., Sheikh N., 2021. Impact of Big Data on Innovation, Competitive Advantage, Productivity, and Decision Making: Literature Review, Open Journal of Business and Management, 10.4236/ojbm.2021.92032.

УДК 004.9:550.34

Д. Клочко, Ю. Лещин, к.т.н., Р.Жаровський, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ І ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ СЕЙСМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЗЕМНОЇ КОРИ

D. Klochko, Yu. Leshchyn, Ph.D., R. Zharovskyi, Ph.D.

METHODS AND MEANS OF MONITORING SEISMIC ACTIVITY OF THE EARTH'S CRUST

Моніторинг сейсмічної активності земної кори є надзвичайно актуальним оскільки є джерелом інформації для прогнозування природних катастроф, для розробки систем раннього попередження про землетруси, для наукового вивчення процесів у земній корі, для підвищення безпеки інфраструктури тобто будівництва стійких до землетрусів будівель і споруд, а також допомагає оцінити ризики для існуючих конструкцій. Також, що важливо сейсмічна активність часто пов'язана з іншими природними явищами, такими як цунамі, зсуви, та вулканічні виверження. Загалом покращення механізмів моніторингу сприяє зменшенню економічних збитків від землетрусів, які можуть спричинити руйнування інфраструктури, збої у виробництві та переселенню населення.

Моніторинг сейсмічної активності земної кори здійснюється за допомогою різних методів і технологій. Ці методи поділяються на кілька груп залежно від підходу [1-2].

1. Сейсмометри є основними приладами для моніторингу. Вони реєструють коливання земної поверхні, викликані тектонічною активністю. Дані сейсмометрів дозволяють визначати параметри землетрусів та будувати сейсмічні карти небезпеки.

2. ГНСС -приймачі (глобальні навігаційні супутникові системи) використовуються для моніторингу зсувів земної кори з точністю до міліметрів відслідковуючи рухи тектонічних плит.

3. Радіолокаційна інтерферометрія (InSAR) базується на аналізі даних, отриманих із супутників. І використовується для вимірювання вертикальних і горизонтальних зсувів земної поверхні.

4. Геофізичні спостереження за допомогою магнітометрів та гравіметрів, які реєструють зміни у магнітному полі Землі та гравітаційних аномаліях. Що можуть свідчити про зміни напруженості земної кори, тобто є передвісниками землетрусів.

5. Хімічний аналіз газів у ґрунті чи водах дозволяє виявляти аномалії, які можуть бути ознаками сейсмічної активності.

6. Акустичні спостереження за допомогою гідрофонів та акустичних сенсорів використовуються для виявлення низькочастотних звуків, які виникають через тектонічні рухи.

7. Сейсмічні мережі, що формують системи з великою кількістю сейсмічних станцій (локальні, регіональні, глобальні), які забезпечують постійний моніторинг в режимі реального часу.

8. Моніторинг за допомогою датчиків у свердловинах, що дозволяє збирати інформацію з глибоких шарів земної кори.

9. Використання штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних від сейсмометрів, супутників і інших сенсорів, щоб прогнозувати можливі землетруси.

З усіх цих методів найбільш масовим є формування сейсмічних мереж із великою кількістю сейсмометрів на значних віддальх, що формують мережі із безпроводним зв'язком із наступною передачею даних провідниковими мережами. Такі сейсмометри повинні використовувати надійні засоби зв'язку із мінімальним споживанням енергії та значною дальністю зв'язку для забезпечення тривалої роботи від акумуляторів і покривати значні території безпроводними пристроями. Такий зв'язок забезпечує сучасний протокол обміну LoRa™ із можливістю формувати розгалужену мережу і об'єднанням її з провідними мережами ТСР. Така реалізація дозволить працювати в реальному часі із мінімальним споживанням енергії.

Такі сейсмометри повинні виконувати мінімальне опрацювання сигналів базуючись на їх моделях, для подальшої передачі каналами зв'язку із мінімальними втратами і спотвореннями інформації [3-6]. Отримана таким чином інформація слугуватиме базою для моделювання тектонічних процесів за допомогою штучного інтелекту.

Для побудови розгалужених сейсмометричних мереж необхідно побудувати комп'ютеризовану систему відбору і передавання інформації безпроводними каналами зв'язку, що базуються на моделях сейсмічних сигналів для мінімізації втрат і спотворень інформації при передаванні даних. Така система повинна забезпечувати надійний зв'язок на значних відстанях із захистом інформації від зловмисного спотворення і працювати в режимі реального часу із мінімальним споживанням енергії акумуляторної батареї.

Література

1. Bruno, P.P.G. Seismic Exploration Methods for Structural Studies and for Active Fault Characterization: A Review. *Appl. Sci.* 2023, 13, 9473. <https://doi.org/10.3390/app13169473>
2. Sedat H (2024). Seismic Faults: Mechanisms, Impacts, and Monitoring Techniques. *J Geol Geophys.* 13:1185.
3. Жаровський Р.О., Щербак Л. М. Моделі геофізичних сигналів на основі лінійних випадкових процесів. *Вісник ТДТУ.* 2009. №1. С. 138–144.
4. Жаровський Р., Щербак Л. Задачі обробки геофізичних сигналів при дії завод дискретною кореляційною системою з вхідними ортогональними фільтрами. *Вісник ТДТУ.* 2010. Том 15. № 2. С. 172–181.
5. Жаровський Р.О. Кореляційні ортогональні системи у задачах оброблення геофізичних сигналів. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць.* Львів: РВВ НЛТУ України. 2010. № 20.7. С. 283–292.
6. Kozlovskiy V., Scherbak L., Martyniuk H., Zharovskyi R., Balanyuk Y., Boiko Y. Applying an adaptive method of the orthogonal laguerre filtration of noise interference to increase the signal/noise ratio. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2020. №2/9(104). Pp. 14-21.

УДК 004.942

Д.С. Матюк^{1,2}, М.В. Деркач^{1,2}, канд. техн. наук, доц.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕМГ-СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ADAM

D.S. Matiuk, M.V. Derkach, Ph.D., Assoc. Prof.

CLASSIFICATION OF EMG SIGNALS BASED ON THE ADAM METHOD

Сигнали, що отримують завдяки методу реєстрації електричної активності м'язів - електроміографії (ЕМГ), застосовують у реабілітаційній та спортивній медицині, протезуванні та нейрокомп'ютерних інтерфейсах.

Для класифікації ЕМГ-сигналів використовується модель на основі двошарової нейронної мережі, яка навчається розпізнавати різні стани/дії м'язів. Процес навчання моделі включає підготовку даних: ЕМГ дані діляться на навчальний і тестовий набори, після чого нормалізуються, що важливо для порівняння сигналів з різною амплітудою. Модель навчається протягом 50 епох, розмір прихованого шару в моделі встановлено на 64 нейрони.

В навчальному процесі використовується метод градієнтного спуску, де обчислюються градієнти функції втрат по відношенню до параметрів моделі, тим самим метод мінімізує помилку моделі, поступово коригуючи її параметри. Це ключовий елемент у навчанні моделі, оскільки ці градієнти вказують на напрямок, в якому потрібно змінити ваги для зменшення втрат, що дозволяє досягти більшої точності.

Метод ADAM (Adaptive Moment Estimation) поєднує класичний градієнтний спуск з адаптивною корекцією швидкості навчання, знаходячи оптимальні значення параметрів, знижуючи коливання і забезпечуючи стабільну та швидку збіжність, що робить його більш ефективним для великих і складних наборів даних.

Для оновлення параметрів θ_t алгоритмом ADAM використовуються наступні рівняння:

$$\begin{aligned} m_t &= \beta_1 m_{t-1} + (1 - \beta_1) g_t, \\ v_t &= \beta_2 v_{t-1} + (1 - \beta_2) g_t^2, \\ m_t^\wedge &= \frac{m_t}{1 - \beta_1^t}, \quad v_t^\wedge = \frac{v_t}{1 - \beta_2^t}, \\ \theta_{t+1} &= \theta_t - \frac{\eta}{\sqrt{v_t^\wedge + \epsilon}} m_t^\wedge, \end{aligned} \quad (1)$$

де g_t – градієнти, m_t – експоненціальне зважене ковзне середнє градієнтів, v_t – експоненціальне зважене ковзне середнє квадратичних градієнтів. Значення для β_1 і β_2 , що є експоненціальними швидкостями розпаду для оцінки моменту, за замовчуванням становлять 0,9 і 0,99 відповідно. m_t^\wedge і v_t^\wedge є скорегованими оцінками для m_t і v_t , $\epsilon = 1e-8$ – параметр для уникнення поділу на нуль, η – швидкість навчання.

Після навчання модель оцінюється на тестовому наборі, точність обчислюється як частка правильно передбачених класів, що є важливим показником її ефективності. Для зменшення впливу випадкових коливань у передбачених значеннях використовується функція, яка згладжує дані, що дозволяє отримати більш стабільні результати. Модель також зберігає свої ваги в файл, що дозволяє використовувати її в подальшому без повторного навчання. В процесі прогнозування нових даних модель повертає не лише передбачені класи, а й ймовірності, що допомагає оцінити ступінь впевненості в кожному з передбачень.

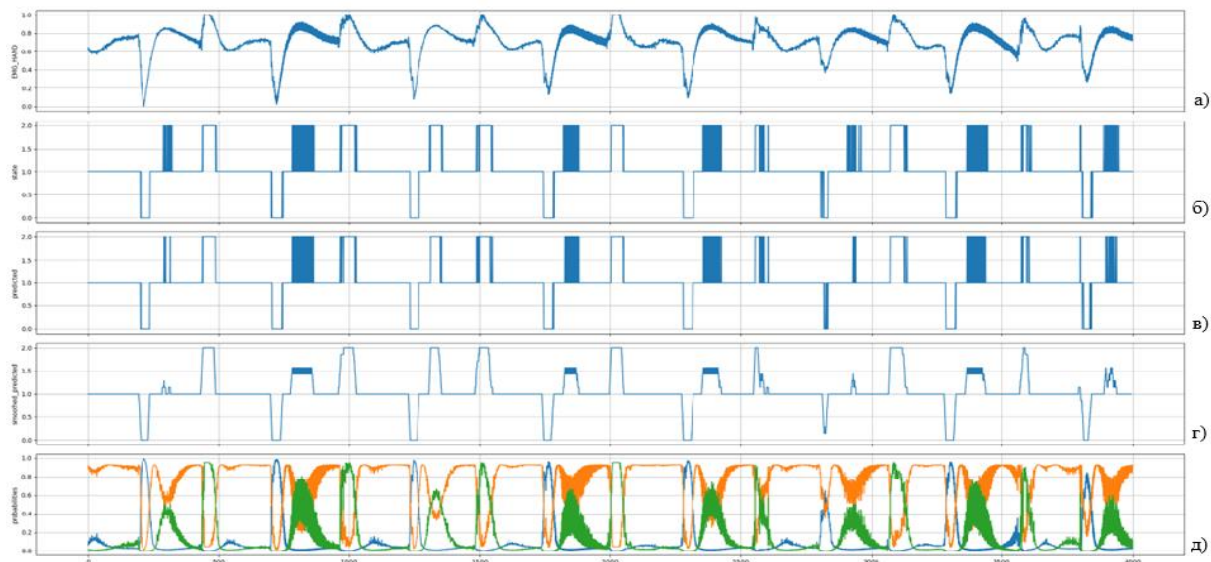


Рис. 1. Результат класифікації ЕМГ-сигналів

Для набору даних, що складається з 4000 послідовних часових рядів, які представляють мінливість електродних сигналів під час експерименту, використовуємо розроблену модель класифікації ЕМГ-сигналів на основі методу ADAM. Для навчання моделі використали 80% для навчання та 20% для тестування набору даних, а результати класифікації показані на рис. 1, де:

- а) EMG_HAND – вхідні дані;
- б) state – стан м'язової активності: 1 відповідає стану спокою, 0 – абдукція великого пальця; 2 – аддукція великого пальця;
- в) predicted – передбачення моделі;
- г) smoothed_predicted – передбачення моделі зі згладжуванням по ковзному середньому;
- д) probabilities – показник співвідношення станів: помаранчева лінія відповідає впевненості моделі у стані спокою; зелена - впевненість моделі в аддукції великого пальця; синя — впевненість моделі в абдукції великого пальця.

Остання метрика використовується для перетворення вихідних даних необробленої моделі у ймовірні розподіли, інтерпретуючи кожен результат як приналежність до відповідного стану/дії.

Запропонована модель класифікації використовує оптимізаційний алгоритм ADAM, що дозволяє ефективно визначати функціональні стани/дії м'язів із високою точністю. Результати тестування набору даних учасника експерименту досягли точності класифікації 94%. Таким чином, представлена модель демонструє значний потенціал для використання в додатках біомедичної діагностики та реабілітаційних технологіях, що потребують точного й швидкого визначення станів/дій м'язів.

Література

1. Vanga Karunakar Reddy, Ravi Kumar Av. Multi-channel neuro signal classification using Adam-based coyote optimization enabled deep belief network. Biomedical Signal Processing and Control, 2022, 77:103774.
2. Derkach, M., Matiuk, D., Skarga-Bandurova, I., Biloborodova, T., & Zagorodna, N. A Robust Brain-Computer Interface for Reliable Cognitive State Classification and Device Control. IEEE 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). - Athens, Greece, 2024.

УДК 681.5

Д.О. Бугай, Доц.; С.Є. Тужанський
(Вінницький Національний Технічний Університет, Україна)

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ

D. O. Bugay, Assoc. Prof.; S.E. Tuzhansky
**INFORMATION AND MEASURING SYSTEM OF AUTOMATED CLIMATE
CONTROL**

Анотація

З розвитком технологій Інтернету речей (IoT) стала можлива розробка розумних систем автоматизованого клімат-контролю, що здійснюють моніторинг та регулювання таких параметрів, як температура, вологість та якість повітря в режимі реального часу. У роботі пропонується структурна схема інформаційно-вимірювальної системи для автоматизованого клімат-контролю складських приміщень на базі універсального мікроконтролера ESP8266 з модулем Wi-Fi з використанням технологій IoT. Система може безперервно збирати дані, аналізувати їх і автоматично регулювати кліматичні умови в залежності від характеристик навколишнього середовища.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, регулювання, мікроконтролер.

Abstract

The development of smart automated climate control systems that monitor and regulate parameters such as temperature, humidity, and air quality in real time has become possible with the development of Internet of Things (IoT) technologies. The paper proposes a structural diagram of an information and measurement system for automated climate control of warehouses based on a universal ESP8266 microcontroller with a Wi-Fi module using IoT technologies. The system can continuously collect data, analyze it, and automatically adjust climate conditions depending on environmental characteristics.

Keywords: information and measuring system, regulation, microcontroller.

Вступ

В наш час зростає попит на автоматизовані системи клімат-контролю у таких галузях, як сільське господарство, житлові будинки та промислові об'єкти. Такі системи мають вирішальне значення у підтримці оптимальних умов навколишнього середовища, підвищення енергоефективності та забезпечення комфорту і безпеки. Розвиток технологій зумовив можливість створення смарт-систем клімат-контролю характеристик навколишнього середовища в режимі реального часу.

Результати дослідження

У ході проведення досліджень та розробки інформаційно-вимірювальної системи автоматизованого клімат-контролю було розроблено структуру та апаратну частину системи автоматичного управління кліматичними умовами в різних середовищах. Розроблено систему на основі мікроконтролера ESP8266, яка забезпечує постійний моніторинг в реальному часі та керування такими параметрами як: температура, вологість та якість повітря.

Завдяки використанню Інтернету речей (IoT) і вбудованим можливостями контролера з інтегрованим Wi-Fi модулем, така система може здійснювати віддалений контроль та регулювання параметрами, що значно розширює її функціональні можливості.

Розробка має великий потенціал для подальшого вдосконалення та видозмінення системи, зокрема шляхом заміни існуючих в схемі датчиків та перебудови алгоритмів, що збільшать точність і функціональність.

Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи автоматизованого клімат-контролю приміщень, розробленої на основі Arduino NodeMCU ESP8266 для вимірювання температури, вологості та рівня вуглекислого газу у повітрі в приміщенні наведена на рис. 1.

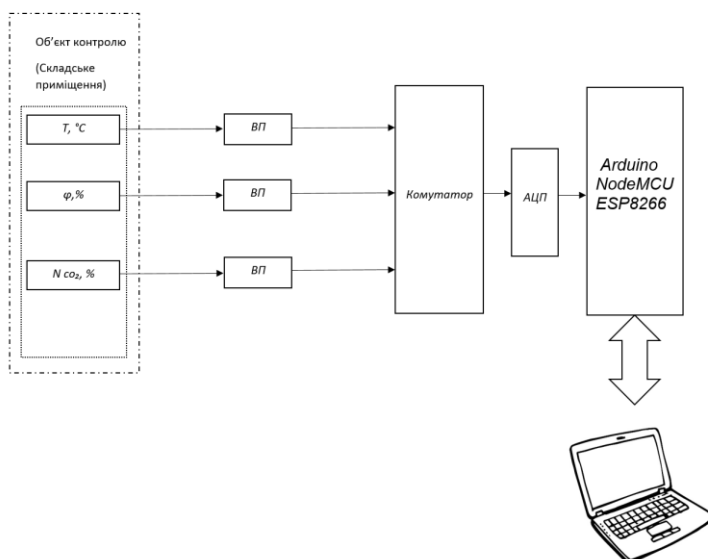


Рис. 1. Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи автоматизованого клімат-контролю приміщень

Зображена система може виконувати такі функції:

- збір даних з датчиків (вологість, температура, рівень вуглекислого газу),
- обробка результатів вимірювань,
- передача результатів у хмарне сховище,
- корегування характеристик з датчиків (вологість, температура, рівень вуглекислого газу) при необхідності та наявності потрібних модулів.

Для створення системи автоматизованого клімат-контролю було обрано мікроконтролерний модуль NodeMCU V3 на базі чіпа ESP8266 від компанії Espressif Systems. Цей модуль набув популярності завдяки доступній ціні, стабільній роботі, документальній та технічній підтримці з боку спільноти розробників.

Мікроконтролер ESP8266 побудований на 32-бітній архітектурі ядра Tensilica Xtensa, що забезпечує високу продуктивність при низькому споживанні енергії. Працюючи на частоті до 160 МГц, він досягає продуктивності до 2 MIPS на кожен Мегагерц, забезпечуючи оптимальний баланс між ефективністю та енерговитратами. Додатковою перевагою NodeMCU V3 є вбудований Wi-Fi модуль, який функціонує в діапазоні 2,4 ГГц, що дає можливість передавати дані на сервер або у хмару без додаткових модулів зв'язку.

NodeMCU V3 підтримує безліч інтерфейсів, таких як I2C, SPI та UART, що дозволяє легко підключати різні датчики та актуатори. У цій системі застосовуються датчики CC811 для контролю рівня CO₂, BME280 для вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску, а також DHT22 як додатковий датчик температури і вологості. Завдяки функціональності ESP8266, обробка отриманих від датчиків даних здійснюється

оперативно, а результати можуть передаватися на сервер через Wi-Fi за допомогою протоколів HTTP або MQTT, забезпечуючи моніторинг і контроль у реальному часі.

Література

1. Початок роботи з хмарою Інтернету речей Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.arduino.cc/arduinocloud/getting-started/iot-cloud-getting-started>.
2. Все про ESP 8226 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://defence_ua.com/video/bezpilotnij_awacs_dlja_zsu_plastun_ta_hortitsja_vid_nvts_infozahist-71.html
3. Джеремі Блум, «Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry», 2013.
4. Документація для датчиків температури та вологості (DHT11, DHT22): [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://learn.adafruit.com/dht>
5. Левченко Ю. М. Розробка системи контролю та моніторингу вологості і температури приміщення / Ю. М. Левченко, Л. П. Голубєв, Ю. М. Пилипенко, В. Б. Дроменко // Технології та дизайн. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_4_16.

УДК 004.27

Жаровський Р.О. канд. техн. наук, Цірка І.П.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ЗБОРУ, ПЕРЕДАЧІ ТА ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ ВОДОСПОЖИВАННЯ У БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКАХ

Zharovskyi R.O. PhD., Tsirka I.P.

ARCHITECTURE OF SYSTEM OF DATA COLLECTION, TRANSMISSION AND STORAGE WATER CONSUMPTION IN MULTI-APARTMENT BUILDINGS

Розвиток індустрії інформаційних технологій сприяє розвитку і впровадженню нових рішень практично у всіх сферах діяльності людини. Важливими задачами у секторі життєзабезпечення великих міських агломерацій є контроль за споживанням енергоносіїв, водо- і газоспоживанням. Для зменшення впливу людського фактору у процесі збору показників з лічильників води необхідно імплементувати як окремі засоби автоматичного зчитування і передачі даних, так і впроваджувати мережеву інфраструктуру для збору та опрацювання показників лічильників. Одним із способів організації комп'ютерних систем збору та опрацювання показників лічильників води є використання технології інтернету речей. У найпростішому варіанті для побудови такої системи можна використати:

- мікроконтролер на базі ESP8266 і/або Arduino UNO (додатково з WiFi модулем і картою пам'яті);
- сенсор на основі ефекту Холла;

Архітектурно концепцію системи збору, передачі та опрацювання показників лічильників води можна представити так, як показано на рис. 1.



Рисунок 1 – Архітектурне представлення системи збору та опрацювання даних з лічильників води

Для керування процесом збору та відправлення даних щодо рівня споживання води необхідно реалізувати веб-орієнтоване програмне забезпечення, що доступне з мережі Інтернет. Поточні дані смарт-лічильника записуються у пам'ять мікроконтролера. Далі вони передаються у базу даних на SD-картці. На запит транзакційного ядра показники зчитуються з локального сховища.

УДК 621.311

Зеньо Д. – студент групи ЕА-224

Науковий керівник: Недошитко Л.М, викладач-методист

(Відокремлений структурний підрозділ “Тернопільський фаховий коледж”

Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

МАБУТНЄ КВАНТОВИХ КОМП’ЮТЕРІВ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.

Zenyo D. - student of EA-224 group

Scientific supervisor: L.M. Nedoshitko, teacher-methodologist

(Separate structural division "Ternopil Vocational College" of Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine)

THE EMERGENCE OF QUANTUM COMPUTERS: ADVANTAGES AND PROSPECTS.

У світі інформаційних технологій квантові комп’ютери стають все більше і більше актуальними, обіцяючи революцію в обробці даних та розв’язанні надскладних завдань. З їхньою здатністю використовувати принципи квантової механіки, такі як суперпозиція та сплутаність, ці нові обчислювальні системи здатні обробляти величезні обсяги інформації одночасно. Уявіть собі, що задачу, на виконання якої класичному суперкомп’ютеру знадобляться мільярди років, квантовий комп’ютер вирішить за мить.

Почнімо з прикладу на задачі. Уявімо що нас є два автобуси і 100 пасажирів, скільки варіантів розсадки існує? Одному з найпотужніших суперкомп’ютерів в світі, японському FUGAKU, з швидкістю 415 PFLOPS, на перебір всіх варіантів розсадки піде приблизно $4,6 \times 10^{35}$ років - це в мільярди разів довше ніж існує всесвіт. Квантові комп’ютери вирішать цю задачу миттєво.

Ми знаємо що в стандартних комп’ютерах використовуються напівпровідникові транзистори, які або пропускають струм або не пропускають, набуваючи логічних 1 або 0 - це і є біти інформації. В квантових комп’ютерах використовуються свої біти, принципово відмінні від стандартних, їх назва кубіти (від англійського QUBITS). Їхня фішка, що вони на відміну від простих бітів, які набувають або 1 або 0, перебувають одразу і 1 і 0, в так званій суперпозиції. Це як одночасно відкриті і закриті двері, одночасно гаряче і холодне, підкинута монетка в повітрі. Повернемось до задачі з пасажирами. Поки простий комп’ютер з бітами буде почергового перебирати кожен варіант, квантовий зробить всі обчислення одночасно за рахунок суперпозиції кубітів. Щоб знайти потрібну відповідь серед всіх варіантів, використовують спеціальні математичні оператори, наприклад оператор Гровера або алгоритм Шора.

Наразі, сучасні квантові комп’ютери — це експериментальні пристрої, не призначені для широкого використання. Вони мають великий розмір, їх робоча температура близька до абсолютного нуля, приблизно -273°C , а їх вартість нараховує мільйони доларів США. Наприклад, компанія ІВМ планує протягом найближчих десяти років побудувати новий потужний квантовий комп’ютер, на розробку якого виділять \$100 мільйонів. Такі компанії, як Google, ІВМ, Rigetti, та D-Wave, лише розробляють прототипи з обмеженою кількістю кубітів (десятки або сотні), які вже можуть виконувати спеціалізовані задачі швидше за класичні комп’ютери, хоча для загального використання вони ще далекі від досконалості.

Але не дивлячись на все вище перераховане, перспективи квантових комп’ютерів вражають і обіцяють революцію в галузях, де класичні комп’ютери обмежені швидкістю

або ресурсами. Наприклад, у криптографії, моделюванні молекул для фармакології, оптимізації логістичних систем і штучному інтелекті. У найближчі десятиліття очікується подолання основних неполадок, таких як нестабільність кубітів і корекція помилок, що дозволить створити комерційно доступні квантові комп'ютери з тисячами кубітів для практичного застосування у наукових дослідженнях та промислових задачах.

Література:

1. Что такое КВАНТОВЫЙ компьютер? | РАЗБОР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://youtu.be/dYSb3mS6kPc?si=vTyBgAgYFNY8BdWE>
2. Як працюють квантові комп'ютери. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://robotdreams.cc/uk/blog/392-yak-pracyuyut-kvantovi-komp-yuteri>
3. Квантовый компьютер - Вікіпедія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80
4. Квантова перевага: як квантові комп'ютери змінять усе. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://rozum.love/kvantova-perevaga/>

УДК 004.415.2.043

І.І. Бородій, К.І. Поліщук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ВИБІР ДЖЕРЕЛ ДАНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ
ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЯКОСТІ
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

I.I. Borodii, K.I. Polishchuk

**SELECTION OF DATA SOURCES AND TECHNICAL TOOLS FOR DESIGNING A
SOFTWARE SYSTEM FOR FORECASTING THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR
QUALITY**

Забруднення атмосферного повітря є глобальною проблемою, яка має серйозні наслідки для екології, здоров'я населення та економіки. Важливість прогнозування якості атмосферного повітря зумовлена необхідністю прийняття обґрунтованих рішень у галузі екологічної політики, планування інфраструктури та зменшення шкоди для здоров'я, що робить дану тематику актуальною на сьогодні.

У зв'язку з цим виникає потреба у створенні програмної системи, яка б дозволила прогнозувати стан якості повітря. Перед початком розробки програмної системи необхідно здійснити етап проєктування [8]. Ключовими складовими процесу проєктування таких систем є вибір джерел даних та технічних засобів для реалізації такої системи.

Вибір джерел даних суттєво впливає на аналіз, моделювання та прогнозування, при цьому. У рамках дослідження використовуються сучасні технології збору даних із відкритих джерел, які забезпечують глобальне охоплення й доступ до інформації в реальному часі. Усі джерела даних відбиралися з урахуванням їхньої доступності через API, точності та надійності. Для створення багатофакторної моделі, яка адекватно відображає поточний стан атмосфери та прогнозує його зміну, визначено такі метрики як температура повітря, рівень забруднюючих речовин, активність пожеж і промислових підприємств, що відповідає сучасним підходам у виборі даних і технологій для екологічного моделювання [6].

Для моніторингу концентрації забруднюючих речовин використовується World Air Quality Index API [7], який надає інформацію про стан повітря у режимі реального часу по більшості країн світу. Температурні показники отримуються через GEM API від Open-Meteo [4], який забезпечує глобальний доступ до високоточних погодних даних. Для відстеження пожеж надано перевагу NASA FIRMS API [3], який надає актуальні дані про активні точки займання, включаючи координати, час виявлення та інтенсивність пожежі. Для збору даних про промислові об'єкти зупинено вибір на OpenStreetMap (OSM) через Overpass API [5], що надає можливість ідентифікувати місцезнаходження великих промислових зон і підприємств, аналізувати їхній просторовий вплив на якість повітря.

Вибір технічних засобів для реалізації програмної системи прогнозування стану якості атмосферного повітря має забезпечити виконання ключових операцій, таких як збір, обробка, завантаження та прогнозування надвеликих масивів даних з використанням найбільш оптимізованих підходів.

Для оркестрації та автоматизації процесів обрано інструмент Apache Airflow. У системі прогнозування його призначенням є створення орієнтованих ациклічних графів

(DAG), кожен з яких виконує завдання пов'язані зі збором даних, їх обробкою та завантаженням в централізоване сховище даних системи [1].

Сховище даних програмної системи організоване у форматі збереження даних Apache Iceberg. Цей інструмент використовується для зберігання даних у колонковому форматі. Особливістю цього формату є підтримка версіонування, що дозволяє уникати конфліктів під час читання чи запису даних [2].

Інструмент PySpark використовується як інструмент збору, обробки та завантаження даних. PySpark забезпечує паралельну обробку на кластерах, що пришвидшує роботу з великими обсягами інформації у розподіленому середовищі. Завдяки своїй масштабованій архітектурі PySpark є ідеальним інструментом для великих проєктів, де потрібно обробляти петабайти інформації з високою швидкістю та надійністю.

Платформа Docker дозволяє виконати контейнеризацію компонентів системи. Контейнеризація дозволяє значно спростити процеси розробки та розгортання програмного забезпечення. У системі прогнозування стану атмосферного повітря Docker застосовується як засіб контейнеризації для кожного компонента системи, що дозволяє ізолювати такі ключові компоненти, як Apache Airflow, PySpark і Apache Iceberg. Це підтримує їхню стабільність та незалежність від апаратного чи програмного забезпечення сервера.

Запропоновано поєднати класичні методи машинного навчання, такі як Random Forest та XGBoost, а також сучасні нейронні мережі для виконання процесу прогнозування стану якості атмосферного повітря. Метод Random Forest дозволяє обробляти складні нелінійні залежності та є стійким до шумів у даних. XGBoost, завдяки своїй швидкості та точності, добре підходить для роботи з великими наборами даних і враховує взаємодії між змінними. Після прогнозування результати інтегруються з платформою Power BI, яка дозволяє візуалізувати дані у вигляді інтерактивних графіків, таблиць та мап.

Література

1. Apache Airflow [Electronic resource] / Apache Airflow – Access mode: <https://airflow.apache.org/>
2. Apache Iceberg [Electronic resource] / dremio – Access mode: <https://www.dremio.com/resources/guides/apache-iceberg/>
3. Fire Information for Resource Management System [Electronic resource] / Nasa – Access mode: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>
4. open-meteo.com [Electronic resource] / Open Meteo – Access mode: <https://open-meteo.com/>
5. overpass-turbo.eu [Electronic resource] / Overpass-turbo.eu – Access mode: <https://overpass-turbo.eu/>
6. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.
7. Waqi.info [Electronic resource] / World Air Quality Index – Access mode: <https://waqi.info/>
8. І.І. Бородій. Вибір технології проєктування програмної системи формування агрегованих надвеликих масивів даних. Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 6-7 грудня 2023 року. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 368-369.

УДК 004.8

І.М. Климко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ LSTM-МОДЕЛІ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕКСТУ НА РІВНІ СИМВОЛІВ

I. M. Klymko

OPTIMIZATION OF LSTM MODEL TRAINING FOR CHARACTER-LEVEL TEXT GENERATION

У цій роботі представлено підхід до навчання LSTM-моделі для генерації тексту на рівні символів. Основною метою є покращення якості генерованого тексту шляхом оптимізації процесу навчання. Для цього текстовий корпус зчитується з файлу та перетворюється у послідовність індексів, що відповідають унікальним символам. Створюється словник символів для перетворення тексту в числові дані.

Використовується шар вбудовування для перетворення індексів символів у векторні представлення, а LSTM-комірка налаштовується для обробки послідовностей векторів та генерації наступних символів. В якості функції втрат використовується крос-ентропія, яка вимірює різницю між передбаченими та фактичними символами, а оптимізатор стохастичного градієнтного спуску використовується для оновлення параметрів моделі.

Моделю навчається на текстах Шекспіра (рис. 1), що дозволяє їй вивчати складні мовні структури та стилістичні особливості класичної літератури. Навчання відбувається на пакетах даних, де кожен пакет містить послідовності символів. Застосовується метод зворотного поширення помилок через час для ефективного оновлення параметрів. Після кожної ітерації навчання модель генерує зразки тексту для оцінки якості навчання, використовуючи температурне масштабування для контролю за випадковістю генерованих символів.

BIONDELLO:

Marry, that it may not pray their patience.'

KING LEAR:

The instant common maid, as we may less be
a brave gentleman and joiner: he that finds us with wax
And owe so full of presence and our fooder at our
staves. It is remorse the bridal's man his grace
for every business in my tongue, but I was thinking
that he contends, he hath respected thee.

Рисунок 1. Фрагмент навчального тексту

Висновок. Результати показують, що модель демонструє здатність генерувати послідовності символів, що імітують структуру та стиль вихідного тексту (рис. 2). Оптимізація параметрів навчання, таких як швидкість навчання та регуляризація, значно покращує якість генерованого тексту. Представлений підхід до оптимізації навчання LSTM-моделі для генерації тексту на рівні символів показує перспективні результати. Подальші дослідження можуть зосередитися на вдосконаленні архітектури моделі та методів регуляризації для досягнення кращих результатів.

BRUTUS:

```
Youll will not winge not lore the bll we wnee tin the sell my lord, not gre wet no save fev Whall we  
sell my lord, you gr will not winge not lore th spees to liking to trumpin the se will ere see wit be  
well dest tiemy be will pet-ll me to lousell e tespill weepe tres swee twill wise to ll wing in the s  
th the well will nee in eve clordere tere bake thee be ou will sisee time in the king, in the louse s  
ul will eee will wing end see twhere be for te will pone nee till my, will not with the weepn the de  
there be will we well de.
```

```
All not s not lord ou come of to come for the e my lord, will not to tur not loveve time thee so ve l  
ll e will not winge neme the bll not good Thall we we to she will look trume be will not with the wee  
l with the sill e te the suin sin te the nevery eye will sisee will not with to gear to or will e to  
ot ell winge of to seve ll teking in the seemy cll tre powith tieme ting quightree twill eee tin eve  
dispe the will dere the seve ble Dor the will sisee there be will sish e will love endl l ness,  
Bull well e trese where be ill e tespe the seve bll tertsell expo theese will see  
And will ere to likill lore tin evere the barrius ould will petire the will lor see iell wis ut it l
```

DUKENIO:

MARKILLAKN:

```
All expill we we in the dare to cllow eor trull wite tin he will d tre to the re with e will sise twe  
portter'd will not s of there be will not with the seem barre time twe would will sise twees will sis  
tise tweepo the woull dispe the seeming enen thenee to good will sisepe poteit my lord, ll wore the wi  
then sing every be will dist pormink his come ente tilll sise twe brind the king in the king, in tees  
lord, not gre with truse will eOLUS:
```

Рисунок 2. Фрагмент згенерованого моделлю тексту

Література

1. Литвин В. В. Глибинне навчання: навч. посіб. / В. В. Литвин, Р. М. Пелешак, В. А. Висоцька; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2021. – 264 с.: іл.
2. Foster D. Generative Deep Learning, 2nd Edition / David Foster., 2023
3. Шаховська Н. Б. Системи штучного інтелекту : навч. посіб. / Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. – 392 с.: іл.
4. Шаховська Н. Б. Системи штучного інтелекту : навч. посіб. / Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. – 392 с.: іл.
5. Карташов В.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Основи штучного інтелекту», Тернопіль, ТНТУ, 2017. 63 с.
6. I. Goodfellow. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series) / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville., 2016.
7. What is text generation? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ibm.com/topics/text-generation>.
8. NLP using RNN — Can you be the next Shakespeare? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/analytics-vidhya/nlp-using-rnn-can-you-be-the-next-shakespeare-27abf9af523>.

УДК 621.311

I.O Мартинюк -студент групи EA-224

Науковий керівник: Л.М. Недошитко, викладач методист

(Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж»
Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя»)

Електронні системи на основі штучного інтелекту

I.O.Martyniuk -student of EA-224 group

Scientific supervisor: L.M. Nedoshitko, teacher-methodologist

(Separate structural division «Ternopil Vocational College» of Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine)

Artificial Intelligence-Based Electronic Systems

Штучний інтелект (AI) вийшов на передній план як одна з найтрансформативніших технологій 21-го століття, революціонізуючи різні аспекти нашого життя. Здатність до імітації людського інтелекту і виконання завдань, які раніше здавалися винятковими для людей, забезпечило штучному інтелекту значну увагу в різних галузях промисловості. Однак, широке впровадження ШІ також вносить потенціал ризиків і можливостей, які потребують вирішення. У цій статті досліджується вплив ШІ на суспільство, зазначаючи як позитивні досягнення, так і потенційні ризики.

Прогрес в автоматизації: ШІ став основою для автоматизації в промисловості, оптимізуючи процеси та підвищуючи продуктивність. У виробництві роботи та інтелектуальні системи зменшують потребу в ручній праці, дозволяючи компаніям знижувати витрати. Також у сфері охорони здоров'я алгоритми ШІ допомагають в діагностиці та покращенні лікування.

Поліпшення побуту: ШІ робить технологію зручнішою і доступнішою. Віртуальні асистенти, такі як Siri та Alexa, надають користувачам швидкий доступ до інформації. Системи рекомендацій на платформах полегшують вибір контенту і товарів на основі персональних уподобань, що підвищує зручність використання.

Прориви у науці: Завдяки машинному навчанню ШІ прискорює наукові відкриття, аналізуючи великі обсяги даних. Це дозволяє досягати успіхів у геноміці, розробці ліків і дослідженні клімату.

Етичні питання і конфіденційність: Інтеграція ШІ породжує етичні дилеми, такі як конфіденційність даних. Великий обсяг персональних даних, які використовуються для тренування алгоритмів, ставить під загрозу приватність. Важливим залишається забезпечення прозорості та відповідальності, щоб запобігти дискримінації, яка може виникнути через упередженість у наборах даних.

Вплив на зайнятість: ШІ може як зменшити кількість робочих місць, замінюючи рутинні завдання, так і створити нові робочі місця у сфері його розробки та обслуговування. Навчання та перекваліфікація допоможуть робітникам адаптуватися до змін у структурі зайнятості.

Сприяння сталому розвитку: ШІ сприяє розробці екологічних рішень, які допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад,

системи ШІ використовуються для оптимізації енергоспоживання в «розумних» містах та будівлях, моніторингу забруднення і розробки стратегій управління відходами. Також ШІ допомагає у прогнозуванні природних катастроф, що може підвищити швидкість реагування та зменшити шкоду від стихійних лих

Кібербезпека: З розвитком цифрових технологій кіберзагрози стали більш складними, і тут ШІ відіграє роль у захисті даних та систем від зловмисних атак.

Використання алгоритмів для виявлення аномалій дозволяє ефективніше ідентифікувати потенційні загрози. Наприклад, системи безпеки на основі ШІ можуть швидко реагувати на підозрілу активність, запобігаючи можливим атакам

Інтеграція в освіту: ШІ допомагає створювати адаптивні освітні програми, які відповідають індивідуальним потребам студентів. Це дозволяє ефективніше навчати учнів на основі їх темпу і стилю навчання. Наприклад, інтерактивні платформи можуть використовувати ШІ для моніторингу прогресу учнів та надання персоналізованих рекомендацій, що значно підвищує ефективність освіти

Роль у медицині: ШІ трансформує медичні послуги, від підвищення точності діагностики до прогнозування епіdemій. Розумні системи можуть аналізувати зображення, діагностувати хвороби з високою точністю та визначати індивідуальні плани лікування на основі великих даних. Це відкриває нові можливості у лікуванні захворювань, наприклад, для виявлення раку на ранніх стадіях та швидкого реагування на можливі спалахи інфекцій :

Штучний інтелект має великий потенціал у позитивній трансформації суспільства. Від покращення продуктивності та поліпшенні охорони здоров'я до розвитку наукових досліджень, ШІ вже зробив значний внесок. Однак, важливо дотримуватися етичних принципів, забезпечувати конфіденційність даних і вирішувати питання впливу на зайнятість. Шляхом сприяння відповідальному розвитку та впровадженню штучного інтелекту, ми можемо використати його потужність для поліпшення суспільства, мінімізуючи потенційні ризики. В кінцевому рахунку, успішна інтеграція штучного інтелекту вимагає спільних зусиль з боку розробників технологій, політиків та всього суспільства.

Література

1. Тенденції розвитку штучного інтелекту в Україні та світі [Електронний ресурс] // Gwara Media. – 2024. – Режим доступу: [:https://gwaramedia.com/tendenczii-rozvitku-shtuchnogo-intelektu-v-ukraini-ta-sviti/](https://gwaramedia.com/tendenczii-rozvitku-shtuchnogo-intelektu-v-ukraini-ta-sviti/).
2. Штучний інтелект і майбутнє бізнесу: можливості та виклики [Електронний ресурс] // New Line Tech. – 2024. – Режим доступу: <https://newline.tech/artificial-intelligence-and-the-future-of-business-opportunities-andchallenges-ua/>

УДК 004.4

І.Р. Ралік

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ ПІДПРИЄМСТВА

I.R. Ralik

TASKS OF DEVELOPING A CRM-SYSTEM FOR RETAIL AUTOMATION AT ENTERPRISES

Актуальність розробки CRM-системи для автоматизації торгівлі підприємства зумовлена тим, що сфера торгівлі є однією з найбільш прибуткових в економіках світу. Кількість підприємств, що займаються торгівлею, постійно зростає, що обумовлює потребу в комплексному управлінні клієнтськими відносинами, автоматизації бізнес-процесів і підвищенні ефективності комунікацій.

Найвідомішими сучасними CRM-рішення є: Creatio, LP-CRM, HugeProfit, KeerpinCRM та Pipedrive. Вони пропонують достатній спектр функціональних можливостей. Однак вони здебільшого орієнтовані на потреби великого та середнього бізнесу, що вимагає значних фінансових ресурсів для їх впровадження, навчання персоналу та підтримки. Крім того, існуючі рішення часто не враховують специфіку сучасного ринку торгівлі, що створює попит на адаптовані програмні продукти. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні CRM-системи, яка враховувала б локальні особливості та забезпечувала підприємствам бізнесу доступне та ефективне програмне забезпечення для автоматизації торгівлі.

Для реалізації CRM-системи пропонується використати систему керування базами даних Microsoft SQL Server мову та програмування C#, які зарекомендували себе як стабільні та продуктивні інструменти для створення програмного забезпечення необхідного масштабу[1]. Клієнтська частина розроблена на базі мови програмування C#, що забезпечить зручний інтерфейс користувача, тоді як SQL Server відповідатиме за зберігання та обробку даних.

Система складатиметься з серверної частини, який забезпечуватиме обробку запитів до бази даних, виконання обчислень та управління бізнес-логікою. Клієнтська частина програмного забезпечення дозволить взаємодіяти з даними, створювати звіти та вести облік.

Пропонована CRM-система повинна забезпечити реалізацію таких функцій: управління базою клієнтів (контакти, історія взаємодій, сегментація); управління каталогом товарів і послуг; облік замовлень і реалізації товарів; автоматизація взаємодії з постачальниками (облік поставок, повернення, борги); формування аналітичних звітів (звітність з продажів, динаміка доходів, залишки товарів); управління фінансами (рух коштів, рахунки, касові ордери); автоматизація маркетингових кампаній (розсилки, акції, програми лояльності).

Література

1. Suoniemi, S., Zablah, A., Terho, H., Olkkonen, R., Straub, D., Makkonen, H. "CRM system implementation and firm performance: the role of consultant facilitation and user involvement", Journal of Business & Industrial Marketing, 2022, с. 19

УДК 621.855

Л.П. Дмитроца, канд.техн.наук, доц.; О.Т. Старицький
 (Тернопільський національний технічний університет)

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА SEO ПРИ МАСШТАБУВАННІ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ REACT І NEXT.JS

L.P. Dmytrotsa Ph.D., Assoc. Prof.; O.T. Starytskyi

OPTIMIZING PERFORMANCE AND SEO WHEN SCALING PROJECTS BASED ON REACT AND NEXT.JS

Оптимізація продуктивності та SEO є надзвичайно важливими аспектами сучасної розробки веб-додатків, особливо з огляду на зростаючу конкуренцію в онлайн-просторі та зростання вимог користувачів до якості веб-ресурсів.

Метою роботи було провести аналіз доступних методів оптимізації продуктивності та SEO для проєктів на основі React і Next, та визначити їх користь та доцільність для розробника.

Для аналізу методів було підібрано три сервіси, які визначають оптимізацію сайту по різних критеріях. Було визначено їх основні функції, переваги та недоліки (таблиця 1).

Таблиця 1 – Аналіз доступних застосунків

Характеристики	Google PageSpeed Insights	GTmetrix	Nitropack.io
Основні функції	<ul style="list-style-type: none"> - Аналіз продуктивності для мобільних і десктопних версій - Метрики Core Web Vitals - Рекомендації для покращення 	<ul style="list-style-type: none"> - Детальний аналіз швидкості завантаження - Розбір розмірів і кількості ресурсів - Візуалізація Waterfall 	<ul style="list-style-type: none"> - Автоматична оптимізація швидкості - Кешування і стиснення ресурсів - Інтеграція з популярними CMS
Переваги	<ul style="list-style-type: none"> -Безкоштовність - Інтеграція з екосистемою Google - Легкість використання 	<ul style="list-style-type: none"> - Більше технічних деталей - Можливість налаштувати тестування (локація, браузер тощо) - Звіти у PDF 	<ul style="list-style-type: none"> - Інтеграція без додаткового коду - Миттєве покращення метрик - Підходить для масштабних сайтів

Продовження таблиці 1.

Недоліки	- Обмежена деталізація - Дані можуть бути недостатньо точними для великих сайтів	- Безкоштовна версія має обмежені функції - Інтерфейс трохи складніший для новачків	- Платний сервіс - Менше контролю над ручною оптимізацією
----------	----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

Провівши порівняння та ознайомившись з функціоналом кожного з сервісів, ми обрали Google PageSpeed Insights. На основі даної платформи ми будемо проводити аналіз та тестувати сайт, а саме навантажувати сторінки та пробувати нові методи оптимізації продуктивності, які існують в React та Next. Результати будуть зберігатись в таблицях та порівнюватись один з одним.

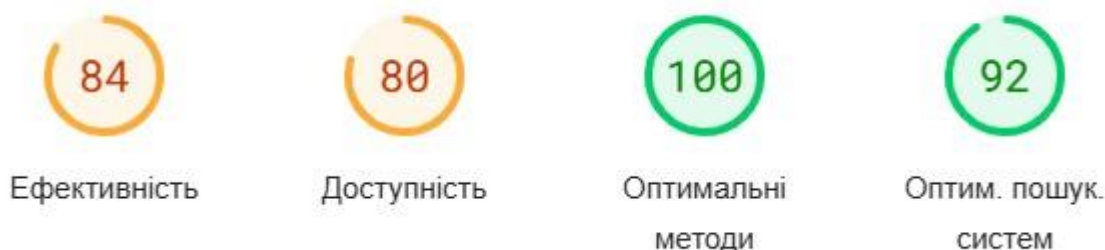


Рисунок 1 – Основні критерії для оптимізації

Висновок: досліджено наявні веб-аплікації та обрано оптимальний варіант для нашої роботи. На основі вибраного сервісу було обрано основні критерії для оптимізації. Обраний сервіс допоможе нам аналізувати та обирати кращі варіанти для покращення швидкості та розуміння сайту.

Література

1. React Performance Optimization Techniques
Режим доступу: <https://supertokens.com/blog/5-tips-for-optimizing-your-react-apps-performance>. [дата звернення 12.11.2024].
2. Next.js SEO Optimization: Practical Techniques for Better Ranking. Режим доступу: <https://nextjs.org/learn-pages-router/seo/introduction-to-seo>. [дата звернення 12.11.2024].
3. Server-Side Rendering and Static Site Generation in Next.js. Режим доступу: <https://nextjs.org/docs/pages/building-your-application/rendering/static-site-generation>. [дата звернення 12.11.2024].
4. Implementing JSON-LD for Enhanced SEO in Next.js. Режим доступу: <https://nextjs.org/docs/app/building-your-application/optimizing/metadata>. [дата звернення 12.11.2024].
5. Lazy Loading and Code Splitting in React and Next.js. Режим доступу: <https://dut.edu.ua/ua/lib/1/category/1137/view/1483>. [дата звернення 12.11.2024].
6. Best Practices for Image Optimization in Next.js. Режим доступу: <https://uploadcare.com/blog/image-optimization-in-nextjs/>. [дата звернення 12.11.2024].
7. Using Google Analytics and Search Console with Next.js. Режим доступу: <https://nextjs.org/docs/messages/next-script-for-ga>. [дата звернення 12.11.2024].
8. Enhancing Mobile Responsiveness for Better SEO in Next.js. Режим доступу: <https://nextjs.org/learn-pages-router/seo/web-performance/seo-impact>. [дата звернення 12.11.2024].

УДК 004.9

М. Є. Олійник; І. В. Мудрий; Н. С. Луцик, Ph.D., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ БЕЗПІЛОТНОЇ ДОСТАВКИ

М. Ye. Oliinyk; I. V. Mudryi; N. S. Lutsyk, Ph.D., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF COMPUTERIZED SYSTEMS FOR UNMANNED DELIVERY

Використання дронів і наземних роботів для доставки відкриває нові можливості в логістиці, зокрема забезпечує доступ до важкодоступних місць, мінімізує людське втручання та скорочує витрати. У сучасному світі швидкість і ефективність логістики мають критичне значення для економічного розвитку. Зокрема, технології безпілотної доставки стають дедалі популярнішими серед наукових кіл та промисловості. Порівняно з традиційними методами доставки, вони забезпечують вищу гнучкість, доступність, швидкість, ефективність, підвищену безпеку, а також мають екологічні переваги [1].

Ринок безпілотної доставки демонструє стабільний ріст, обумовлений потребою в автоматизації логістичних процесів. Дані системи вже знаходять застосування в таких сферах, як доставка їжі, медикаментів, комерційних вантажів та гуманітарної допомоги [2]. Різноманітність безпілотної пристроїв дозволяє адаптувати їх до умов конкретних задач, що розширює напрямки їх застосування. Наприклад, дрони з нерухомими крилами є ефективними для довготривалих польотів і охоплення великих територій, тоді як квадрокоптери забезпечують високу маневреність у міських умовах. Наземні роботи, у свою чергу, добре підходять для доставки в обмежених просторах, таких як тротуари чи вузькі дороги.

Серед компаній-лідерів, які активно впроваджують безпілотні системи доставки, варто відзначити Amazon, UPS, Starship Technologies та Zipline [3]. Amazon через свою програму Prime Air тестує дрони для доставки невеликих посилок у віддалені регіони. Starship Technologies уже активно використовує автономних наземних роботів у кампусах і містах для доставки продуктів та інших товарів.

Попри очевидні переваги, існує низка невирішених питань, пов'язаних із взаємодією таких систем. Кожна компанія розробляє власні методи керування своїми пристроями, що створює труднощі у розподілі завдань між різними системами. Особливо це стосується випадків, коли в межах однієї групи використовуються пристрої з різними характеристиками. Відсутність єдиного підходу до взаємодії обмежує ефективність таких систем.

Аналіз методів і алгоритмів розподілу завдань є ключовим кроком до підвищення енергоефективності, продуктивності та доступності безпілотної доставки. Врахування характеристик різних типів пристроїв у цьому процесі дозволить зменшити енергоспоживання та підвищити рівень автоматизації.

Література

1. Li X, Tupayachi J, Sharmin A., Martinez Ferguson M. Drone-Aided Delivery Methods, Challenge, and the Future: A Methodological Review. *Drones*. 2023; 7(3):191. <https://doi.org/10.3390/drones7030191>.
2. How The Robots and Drones Delivery Could Transform Quick Commerce. URL: <https://acoweb.com/robots-drone-delivery/>.
3. Yevhen L., Milana V., Olena H., Svitlana V., 2024. Research of the route planning algorithms on the example of a drone delivery system software development. <https://ceur-ws.org/Vol-3662/paper21.pdf>.

УДК 004.75

М.В. Дрогобицький, А.І. Фіялка, Н.С. Луцик, Ph.D, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЇ MICROGRID ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

M.V. Drohobytskyi, A. I. Fiialka, N.S. Lutsyk, Ph.D, Assoc. Prof.

ANALYSIS OF METHODS FOR INTEGRATING MICROGRID FOR DYNAMIC LOAD BALANCING IN GENERAL ELECTRICAL GRIDS

Сучасні енергетичні системи стикаються зі значними викликами, зумовленими дефіцитом в електромережах, який виникає через важкопрогнозовані фактори, такі як природні катаклізми, аварії чи значні коливання попиту на електроенергію. Активний розвиток та зростаюча популярність альтернативних джерел енергії формують нові вимоги до забезпечення стабільності енергосистеми [1].

Інтеграція локальних мереж MicroGrid у загальні електричні мережі створює нові можливості для вирішення низки критичних проблем, що постають перед сучасними енергетичними системами. Серед ключових переваг такого підходу є автоматичне балансування навантаження у пікові години, забезпечення якості електропостачання, а також вирівнювання добового графіку навантаження електромереж [2].

Інтеграція мереж MicroGrid у загальні енергосистеми є важливим чинником для прискорення розвитку та впровадження рішень у сфері відновлюваної енергетики. Одним із ключових аспектів є підвищення економічної ефективності для власників локальних мереж MicroGrid, які впроваджують альтернативні джерела генерації, такі як сонячні панелі чи вітрові електростанції [3].

Сучасний підхід до підключення мікрогенерації до загальної мережі на умовах Net Billing, та Net Metering який поступово замінює "зелений тариф", часто не є економічно привабливим для власників таких установок. Основними цілями Net Billing є перехід господарств на самозабезпечення електрогенерацією, що призводить до самообмеження нарощування потужностей електроенергії. Тариф Net Metering пропонує використовувати мережу як місце збереження електроенергії і не передбачає комерційної складової. Відсутність єдиних протоколів для управління обладнанням (лічильниками, інверторами) та недостатня законодавча база, яка б економічно стимулювала приєднання мікромереж, ускладнюють процес гармонійної взаємодії між мікрогенерацією та загальною енергосистемою.

Вирішення цих проблеми має важливе значення для створення гнучких, стабільних та економічно вигідних енергосистем. Серед перспективних можливостей інтеграції MicroGrid можна виділити здатність користувачів продавати накопичену енергію до мережі у вигідний час, використовувати її для власних потреб під час високих тарифів або аварійного відключення, а також зберігати енергію за низькими тарифами для подальшого використання. Отже, на сьогоднішній день важливим є дослідження методів інтеграції MicroGrid для динамічного балансування навантаження загальних електричних мереж.

Література

1. S. M. Hosseini, R. Carli and M. Dotoli, "Robust optimal energy management of a residential microgrid under uncertainties on demand and renewable power generation", *IEEE Trans. Autom. Sci. Eng.*, vol. 18, no. 2, pp. 618-637, Apr. 2021.
2. Michael Stadler, Gonçalo Cardoso, Salman Mashayekh, Thibault Forget, Nicholas DeForest, . Value streams in microgrids: A literature review, *Applied Energy*. 2016. p. 3.
3. M.F. Roslan, M.A. Hannan, Pin Jern Ker, M. Mannan, K.M. Muttaqi, TM Indra Mahlia. Microgrid control methods toward achieving sustainable energy management: A bibliometric analysis for future directions, *Journal of Cleaner Production*, Volume 348, 2022, ISSN 0959-6526, p. 131. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131340>.

УДК 664.075.8

М.В. Королевич; А.М. Галабіцький; С.Т. Гаврись.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ КОНДУКТОМЕТРИЧНОГО ДАВАЧА

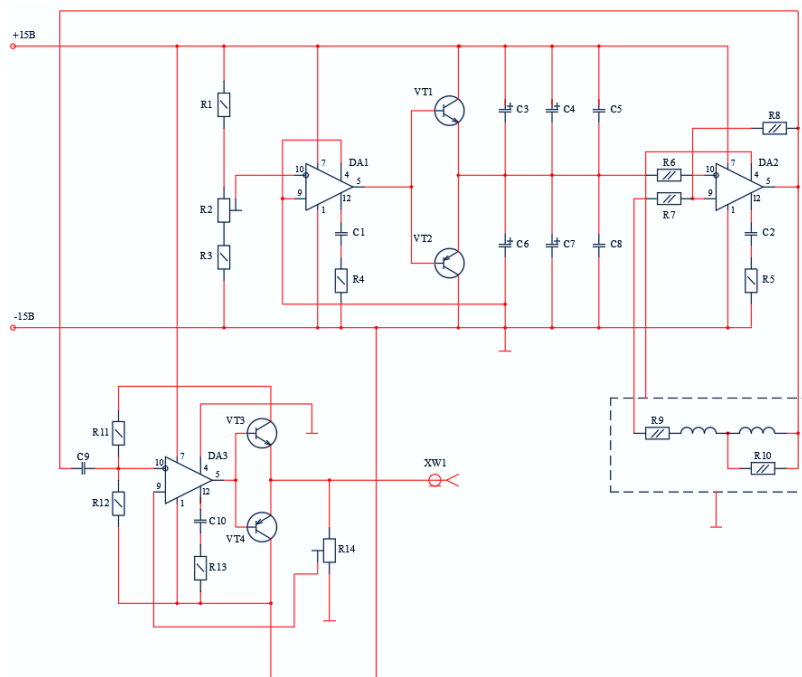
M. Korolevych; A. Halabitsky; S. Havrys.

RESEARCH ON THE SENSITIVITY OF THE CONDUCTOMETRIC SENSOR

Кондуктометричний метод, як контактний, так і безконтактний, базується на вимірюванні електричної провідності аналізованих розчинів. До переваг безконтактних методів відносяться відсутність взаємодії між середовищем, яке досліджується і матеріалом електроду, а також неможливість механічного забруднення електродів; крім того, вони дозволяють досліджувати процеси, які відбуваються в запаяній ампулі при високій або низькій температурі, та проводити дослідження фазових переходів. Недоліки безконтактного методу полягає в тому, що вони не дозволяють здійснювати безпосередній відлік величини електропровідності. Тому їх часто застосовують тільки для визначення відносних змін величини електропровідності.

Суть методу безконтактної кондуктометрії полягає в тому, що питома електропровідність, діелектрична проникність середовища, яке досліджується, впливає на чутливі елементи приладу, змінюючи їх електричні характеристики та характеристики коливальних систем, до складу яких входять чутливі елементи давача. Зміна активної складової повного опору коливального контуру впливає на величину амплітуди коливань, а зміна реактивної складової викликає зміну частоти вільних коливань контуру. Високочастотні кондуктометри – концентратоміри поділяються на ємнісні та індуктивні. В перших в якості чутливого елемента використовують ємнісну комірку (С-комірку), а в других

Рисунок 1 – Електрична схема кондуктометричного перетворювача



– індуктивну (L-комірку). В дослідженні застосовуються індуктивна комірка (рис. 1), яка являє собою посудину із діелектрика, що заповнена досліджуваним пристроєм і поміщена в магнітне поле котушки індуктивності.

Давач складається із посудини, що має форму трубки, на яку намотана котушка індуктивності, причому трубка повинна бути із струмонепровідного матеріалу (в нашому випадку зі скла). Для запобігання появі похибок вимірювань внаслідок впливу зовнішніх електромагнітних наводок індуктивну комірку розміщують у металевому корпусі, що служить екраном.

В якості посудини взято скляну трубку діаметром 10 мм з товщиною стінок 1 мм. Ззовні на трубку намотано дріт у вигляді одношарової котушки індуктивності. Трубки з намотаною на неї котушкою оточена екраном, який може бути одночасно корпусом давача і захищати його від зовнішніх електромагнітних полів (виготовлений з металу).

Під час виконання випробувальних експериментів з метою визначення придатності розробленого приладу для аналізу концентрації сухих речовин в продуктах цукрового виробництва трубку давача заповнювали розчином цукру з від'ємним масовим співвідношенням (у відсотках до маси всього розчину).

В залежності від вмісту цукру в розчині, що досліджувався, а отже і його електричної провідності, на виході приладу отримували певні значення частоти електричного сигналу, які визначалися за допомогою електронного частотоміра. Отримана залежності частоти на виході кондуктометра від концентрації цукру в розчині.

Залежності частоти від концентрації носять однозначний характер і при збільшенні вмісту цукру в розчині вихідний сигнал концентратоміра збільшується.

Проведемо оцінку чутливості приладу, використовуючи методику, викладену в літературі. Згідно з цією методикою для оцінки частотної чутливості використовують безрозмірну величину яка визначається як відношення величини девіації (зміни) частоти до середньої робочої частоти:

$$S_f = \frac{\Delta f}{f_{CP}}$$

де Δf – величина, що відповідає девіації частоти для даних меж зміни концентрації розчину, що досліджується;

f_{CP} – середня частота між крайніми значеннями робочої частоти.

В результаті експериментів, які нами проводились, ми отримали такі дані: $f_1=2,515$ МГц (верхня межа зміни частоти при 58,3% СР) та $f_2=2,478$ МГц (нижня межа зміни частоти при заповненні трубки давача чистою водою).

Отже, $\Delta f = f_1 - f_2 = 0,037$ МГц, а $f_{CP} = (f_1 + f_2)/2 = 2,4965$ МГц.

Звідси

$$S_f = \frac{\Delta f}{f_{CP}} = \frac{0,037}{2,4965} = 0,0148$$

Отримане значення чутливості розробленого приладу знаходиться в оптимальних межах для кондуктометрів такого типу.

Література

1. Поліщук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: підручник. / Є.С. Поліщук. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 360 с.
2. Гуржій А.М. Електричні і радіотехнічні вимірювання / А.М. Гуржій, Н.І. Поворознюк – К.: Нав. книга, 2002. – 287 с.
3. V. S. Osadchuk, O. V. Osadchuk, L. V. Krylik, O. O. Seletsk. Microelectronic humidity–frequency transducer with humidity-sensitive capacitive elements // Moldavian Journal of the Physical Sciences. Ghitu Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies. Chisinau, Moldova. 2017. Volume 16. No. 1-2. –P.94-100.

УДК 681.5

М.Г. Білик, І.Г.Білик, І.В. Чихіра, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЇ ПОДАЧІ МЕТАЛЕВОГО ПРОФІЛЮ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ФІРМИ SIMENS

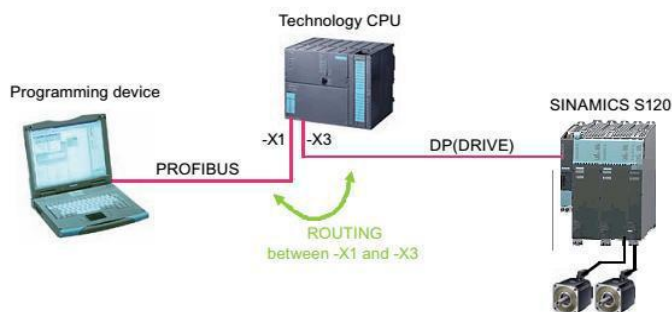
M.G. Bilyk, I.G. Bilyk, I.V.Chykhira Ph.D, Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR A METAL PROFILE FEEDING LINE BASED ON A SIMENS CONTROLLER

Актуальним завданням є розробка та дослідження структур і режимів роботи автоматизованих систем управління технологічними процесами на базі мікропроцесорних систем.

Завдяки широкому вибору апаратних модулів і технологічних функцій SINAMICS S120, забезпечується можливість підбору оптимального рішення для будь-якого промислового застосування. Використання безконтактних вимикачів Simatic PX дозволило покращити роботу автоматичної лінії, які не піддаються дії механічного зношування.

У Technology CPU встановлено дві мережі MPI/Profibus (X1 та X3). Мережа X1 використовується для підключення зовнішньої периферії та програматора, а до мережі X3 підключено керуючий модуль електроприводу Sinamics CU320. Для конфігурації, зміни параметрів приводу або перевірки його поточного стану в режимі ONLINE програматор підключають до мережі X1. Щоб забезпечити доступ програматора з мережі X1 до клієнта в мережі X3, у налаштуваннях проєкту необхідно активувати функцію маршрутизації (Routing of a Simatic PC Station).



Алгоритм роботи лінії передбачає наступне: після отримання команди на виконання від системи АСУ через дискретний вхід, виконується процес обробки та розміщення обладнання у задану позицію. Завдання на швидкість, яке узгоджується зі швидкістю прокатки, система управління отримує через мережу PROFIBUS. Знаючи швидкість руху металевого профілю, можна розрахувати час, за який проходить профіль через позиційні давачі. Для зручного керування роботою лінії було використано інтерфейс SIMATIC HMI, що дає змогу вибору широких апаратних і програмних засобів візуалізації.

Розроблена автоматизована система керування дозволяє оптимізувати роботу лінії подачі металевого профілю за рахунок використання контролерів фірми Simens.

Література

1. Куцик А.С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах. Навчальний посібник/ Куцик А.С., Місюренко В.О. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 200 с.

УДК 004.4

М.І. Богуцький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ НА ВЕБ-САЙТІ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

М.І. Boguzkiy

OPTIMIZATION OF INFORMATION SEARCH ALGORITHMS ON A WEBSITE USING MACHINE LEARNING METHODS

Для вирішення задачі оптимізації алгоритмів пошуку інформації застосовуються різні підходи та стратегії, які залежать від специфіки веб-ресурсу та вимог користувачів. Одним із можливих шляхів є застосування методів машинного навчання, таких як глибоке навчання та обробка природної мови (NLP) (рис. 1), що допомагають краще розуміти значення запитів, враховувати контекст, аналізувати наміри користувачів і формувати більш релевантні результати [1].

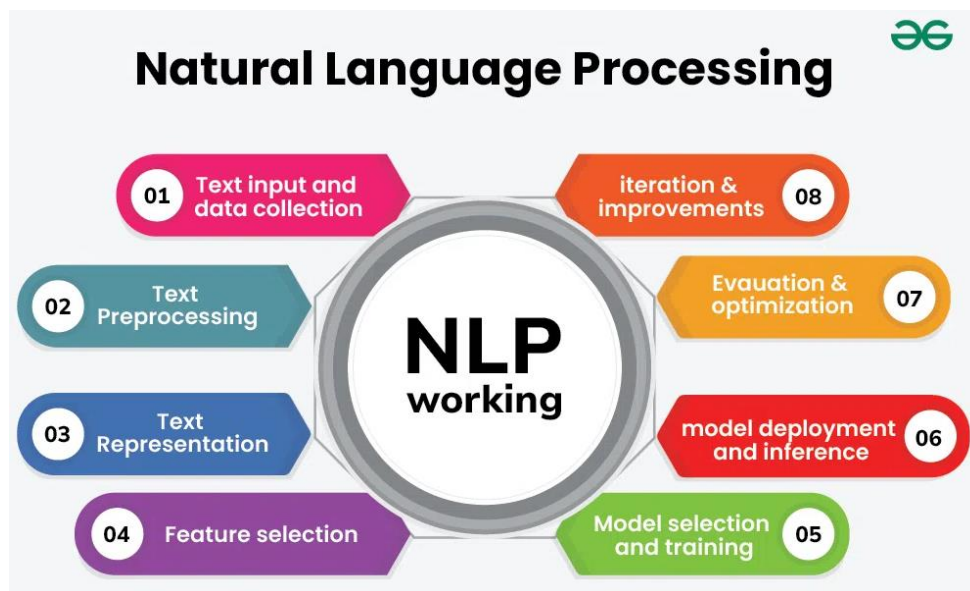


Рисунок 1. Обробка природної мови

Можна також інтегрувати алгоритми кластеризації для групування схожих запитів або застосовувати моделі ранжування на основі даних користувацької поведінки, щоб забезпечити персоналізацію пошуку.

Сучасні алгоритми пошуку інформації на веб-сайтах є основою для забезпечення швидкого доступу до даних і формування позитивного користувацького досвіду. Одним із найпростіших методів є прямий пошук, який підходить для невеликих наборів даних, але має низьку ефективність для складних запитів і великих обсягів інформації. Бінарний пошук значно швидший, проте його використання обмежується впорядкованими даними, що вимагає попереднього сортування [2].

Популярним підходом є використання інвертованих індексів, які забезпечують швидкий пошук у текстових базах, але створення та зберігання таких індексів потребує

значних ресурсів [3]. Повнотекстовий пошук дозволяє реалізовувати складні запити, проте ефективність цього методу залежить від правильного ранжування результатів. Алгоритми ранжування, такі як PageRank, аналізують метадані й зв'язки між елементами, забезпечуючи релевантність, але вимагають постійного вдосконалення для актуалізації результатів.

Методи обробки природної мови значно покращують пошук, дозволяючи враховувати контекст і синтаксис запиту, але висока складність і ресурсоємність є їх недоліками. Загалом, хоча відомі алгоритми мають свої переваги, вони стикаються з низкою обмежень, що відкриває простір для їх подальшої оптимізації [4].

Інструменти для реалізації таких підходів включають бібліотеки машинного навчання, такі як TensorFlow або PyTorch, які дозволяють створювати та тренувати моделі для пошуку та аналізу даних. Також можна використовувати спеціалізовані пошукові платформи з підтримкою AI, наприклад Elasticsearch, що забезпечують високу швидкість обробки запитів і налаштування алгоритмів ранжування. Іншим перспективним методом є застосування recommendation systems, які базуються на колаборативній фільтрації та допомагають прогнозувати інтереси користувачів, а також семантичний пошук, що дозволяє знаходити інформацію за змістом, а не лише за ключовими словами [5]. Рекомендаційні системи – це технологія, що надає користувачам персоналізовані рекомендації на основі аналізу даних. Їх основна мета — покращити взаємодію користувача із сервісом, пропонуючи релевантний контент, зокрема товари, фільми, книги, музику чи послуги. Для досягнення цієї мети використовуються різні підходи, серед яких колаборативна фільтрація, що базується на поведінці схожих користувачів, та контентна фільтрація, яка аналізує характеристики об'єктів, що вже зацікавили користувача [5].

Сучасні системи часто поєднують ці методи, створюючи гібридні рішення, які є більш гнучкими і точними. Додатково враховуються зовнішні фактори, такі як місце розташування, час доби чи особливості пристрою. Для глибшого аналізу даних дедалі частіше використовують методи глибокого навчання, що дають змогу знаходити приховані закономірності.

Рекомендаційні системи широко застосовуються в електронній комерції, стрімінгових сервісах, соціальних мережах, освіті, туризмі та інших галузях. Вони допомагають користувачам швидше знаходити потрібне, водночас підвищуючи їхній інтерес до платформи. Проте розробка таких систем стикається з викликами, як-от необхідність персоналізації, обробка великих обсягів даних та проблема холодного старту, коли відсутня інформація про нових користувачів чи продукти. Розробка такої системи потребує комплексного підходу, що поєднує машинне навчання, інженерію даних та ефективне використання інструментів для обробки великих обсягів даних.

Література

1. Т.А. Григорова. Дослідження методів машинного навчання для пошуку інформації / Т.А. Григорова, В.П. Ляшенко, О.О. Москаленко (Статті. Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського)
2. Ден Гасфілд. Integer Linear Programming in Computational and Systems Biology: An Entry-Level Text and Course / Ден Гасфілд, 2019 – с. 428 (Лінійне програмування).
3. Структури даних та алгоритми [Електронний ресурс] : <https://studfile.net/preview/10025806/page:21/>. Доступ до ресурсу: 24.11.2024
4. К.М. Онищенко. Аналіз методів обробки природної мови / К.М. Онищенко, Я.І. Данієль, Р.О. Каманєв.
5. Charu C. Aggarwal. Recommender Systems: The Textbook / Charu C. Aggarwal, 2016 – с. 518 (Recommender Systems).

УДК 004.8

М.О. Скоробогата, Л.П. Дмитроца канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ГЕНЕРАТИВНОГО ШІ НА МАРКЕТИНГОВІ КОМУНІКАЦІЇ КОМПАНІЇ "TECHNOVAAPP"

М.О. Skorobohata, L.P. Dmytrotsa Ph.D, Assoc. Prof.

THE IMPACT OF GENERATIVE AI ON THE MARKETING COMMUNICATIONS OF THE COMPANY "TECHNOVAAPP"

Сучасні бізнес-процеси в сфері маркетингових комунікацій демонструють зростаючу ефективність завдяки впровадженню генеративного штучного інтелекту (Generative Artificial Intelligence, GAI) до існуючого функціоналу. Інструменти на основі GAI дозволяють підвищити результативність рутинних завдань, а саме шляхом створення більш персоналізованих розсилок. GAI функціонал також дозволяє прогнозувати потреби клієнтів та може взаємодіяти з ними у реальному часі [1]. Особливо важливою є функція автоматичної відповіді зацікавленим клієнтам згідно із попередньо заданими GAI інструкціями, що значно скорочує час роботи працівників. У результаті працівники можуть використати цей час для виконання інших важливих задач.

Застосування цифрових технологій надає можливість організаціям створювати персоналізовані, своєчасні та релевантні комунікації через обрані платформи, що позитивно впливає на клієнтський досвід. У [2] зазначається, що завдяки машинному навчанню та обробці природної мови ці інструменти здатні обробляти значні обсяги даних, аналізувати споживчі тенденції та оперативно адаптувати маркетингові стратегії відповідно до змін на ринку.

На базі компанії "TechNovaApp" було проведено дослідження та впроваджено GAI в маркетингових процесах. Було створено послідовність електронних листів, що було згенеровано повністю за допомогою GAI функції в маркетинговому інструменті для певної вибірки клієнтів. Аналіз отриманих даних за місяць показав, що використання GAI у маркетингових бізнес-процесах забезпечило збільшення показників зацікавленості клієнтів ("Interested") на 1.65% у квітні та 2.07% у травні (рис.1).



Рисунок 1. Показники конверсії за квітень

Також виріс рівень відповідей ('Reply rate') з 3.17% до 3.68% (рис.2).



Рисунок 2. Показники конверсії за травень

Незважаючи на помірне зростання цих показників, основною перевагою є значне зменшення часу на обробку завдань працівниками завдяки впровадженню GAI у бізнес-процес. Також це дозволяє підприємствам покращити взаємодію з клієнтами через швидкий та більш персоналізований підхід.

Висновок. Використання GAI для маркетингових розсилок демонструє потенціал технологій обробки природної мови та алгоритмів машинного навчання для аналізу даних, прогнозування тенденцій та підтримки адаптивної взаємодії. У цьому інструменті GAI не лише підвищує ефективність процесу, але й дозволяє забезпечити високу точність у прогнозуванні та аналізі, сприяючи досягненню бізнес-цілей компанії.

Література

1. Kshetri, Nir, et al., 2024. Generative artificial intelligence in marketing: Applications, opportunities, challenges, and research agenda. *International Journal of Information Management* 75, 102716. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102716>
2. Soni, Vishvesh. 2023. Adopting generative AI in digital marketing campaigns: An empirical study of drivers and barriers. *Sage Science Review of Applied Machine Learning*, 6(8), 1-15.

УДК 004.8:004.6:656.05

Микитишин А.Г., к.т.н., доц., Чуревич Б.В., Дильовий О.О.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОМИСЛОВІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Mykytyshyn A.G., Ph.D., Assoc. Prof., Churevych B.V., Dylovyi O.O.

INDUSTRIAL ENERGY MONITORING SYSTEMS BASED ON THE INTERNET OF THINGS

Граничні технології Інтернету речей у поєднанні зі звичайними промисловими процесами допомагають розвивати різноманітні додатки в епоху Промислового Інтернету речей (IIoT) та Індустрії 4.0, наближаючи технології хмарних обчислень до апаратного забезпечення. Інновації, що з'являються в результаті, пропонують інтелектуальне управління промисловими екосистемами, зосереджуючись на підвищенні продуктивності та зниженні експлуатаційних витрат завдяки локальній обробці великих обсягів даних. У цій роботі робимо огляд систем на основі Інтернету речей та периферії для моніторингу енергоспоживання стаціонарних та мобільних активів на заводі за допомогою бездротових та дротових лічильників енергії. Як тільки периферія отримує дані лічильника, вона зберігає інформацію на сервері бази даних, після чого застосовується метод обробки даних для знаходження дев'яти додаткових аналітичних параметрів. Периферія також надає головний користувацький інтерфейс (UI) для порівняльного аналізу та індивідуальний UI для поглибленого аналізу енергоспоживання, з подальшим оповіщенням про активність і неактивність, а також функціями щоденного звітування електронною поштою. Крім того, периферійний сервер використовує техніку фільтрації даних для надсилання даних одного бездротового лічильника в хмару для віддаленого моніторингу енергоспоживання та тривоги відповідно до обсягу проекту. Згідно з оцінкою, периферійний сервер ефективно обробляє дані із середнім завантаженням процесора до 5,58%, уникаючи при цьому помилок вимірювань через випадкові перебої в електропостачанні протягом дня.

Електрика є носієм електричного заряду, також відомим як вторинне джерело енергії, оскільки вона перетворюється з первинних джерел, таких як вугілля, викопне паливо, сонячна та вітрова енергія [1]. За останні кілька століть електрична енергія трансформувала світову екосистему: від заміни свічок і масляних ламп до безпрецедентних випадків використання в практичному житті, заклавши основу для нового цифрового світу [2] і діючи як вирішальний причинно-наслідковий зв'язок між розробками, якістю поставок, інфраструктурою та зростанням нашої економіки [3]. Згідно зі звітом Управління енергетичної інформації США за 2023 рік, очікується, що до 2050 року світове виробництво електроенергії зросте від 30% до 76% порівняно з 2022 роком, тоді як лише промислове енергоспоживання збільшиться з 9% до 62% [4]. Крім того, в іншому звіті прогнозується, що світовий попит на електроенергію зросте з 62% до 185% до 2050 року порівняно з 2021 роком [5]. Виходячи з прогнозу споживання електроенергії, наведеного в обох звітах, необхідно вжити негайних заходів для уникнення будь-яких проблем з дефіцитом електроенергії шляхом розробки інтелектуальних систем енергомоніторингу, які

допоможуть пом'якшити та оптимізувати споживання електроенергії, особливо в промислових цілях.

З іншого боку, моніторинг промислових процесів зазнає значного технологічного прогресу завдяки інтеграції інформаційних технологій (ІТ) з операційними технологіями (ОТ) в рамках зміни парадигми Індустрії 4.0 та промислового Інтернету речей (ІоТ). Ця еволюція створила значні можливості для моніторингу та управління енергією від її розподілу до використання в різних сферах, таких як інтелектуальний транспорт, «розумні» мережі, «зелений» Інтернет речей та «розумні» будівлі. Тим часом, оскільки швидко впровадження технології ІоТ забезпечує надійний моніторинг промислових польових пристроїв через хмару, її злиття з периферійними обчисленнями ще більше прокладає шлях для розробки масштабованих та інтелектуальних систем, наближаючи можливості хмарних обчислень до апаратного забезпечення, що призводить до поліпшення затримок у роботі та підвищення апаратного забезпечення, що призводить до покращення затримок. Інтелектуальні системи з підтримкою периферійних обчислень полегшують збір і зберігання великої кількості даних з польових пристроїв і підтримують моніторинг процесів з високим рівнем кастомізації та надійності. Крім того, периферійні платформи також підтримують обробку даних часових рядів з використанням механізму правил, щоб допомогти користувачеві в прийнятті рішень на основі даних, ефективному використанні ресурсів і зниженні операційних витрат.

У сучасних дослідженнях розглядають архітектури системи на основі периферійного Інтернету речей для моніторингу енергоспоживання стаціонарних і мобільних промислових процесів на виробничому майданчику промислового підприємства за допомогою функції обробки даних для обчислення додаткових показників енергоспоживання. Запропоноване рішення може використовувати промислові трифазні дротові та бездротові лічильники для моніторингу енергоспоживання різних промислових процесів та надсилання цієї інформації на периферійну машину, яка зберігає дані, обчислює нові параметри енергоспоживання за допомогою техніки обробки даних на основі JavaScript в механізмі периферійних правил, надає локальний інтерфейс користувача, а потім фільтрує та надсилає дані в хмару для віддаленого моніторингу одного бездротового лічильника відповідно до обсягу проекту. Запропоноване рішення представляє підхід до моніторингу індивідуальної аналітики з кожного лічильника енергії та колективної аналітики споживання енергії з усіх лічильників енергії, щоб полегшити кінцевому користувачеві моніторинг всієї системи на основі енергетичних параметрів, розрахованих за допомогою методу обробки даних. Крім того, вона також забезпечує тривожні події активності та неактивності, коли лічильник енергії недоступний протягом певного часу, і надсилає звіти панелі користувачеві електронною поштою. Нижче наведено основні аспекти досліджень:

- Розробка архітектури системи ІоТ для локального та віддаленого енергомоніторингу стаціонарних та мобільних промислових процесів на заводі.
- Реалізація методу обробки даних на основі JavaScript на периферії для обчислення нових параметрів енергоспоживання на основі зібраних даних лічильників енергії.
- Розробка загальних та індивідуальних інформаційних панелей енерголічильників для порівняльної та індивідуальної інформації про використання енергії.
- Реалізація сигналізації про активність/пасивність пристрою та функція звітування на основі електронної пошти для інтелектуального моніторингу енергоспоживання.

Інтеграція технологій Інтернету речей (ІоТ) та периферійних обчислень у промислові процеси сприяє ефективному управлінню енергоспоживанням. Запропоновані

на сьогодні системи забезпечують локальну обробку великих обсягів даних, підвищуючи продуктивність і знижуючи витрати. Такі системи підтримують моніторинг стаціонарних і мобільних активів за допомогою дротових і бездротових лічильників енергії, пропонує користувацькі інтерфейси для аналізу енергоспоживання, функції сповіщення та автоматизоване звітування. Система також інтегрує віддалений моніторинг через хмару та демонструє високу ефективність.

Література

1. Stern, D. I., Burke, P. J., & Bruns, S. B. (2019). The impact of electricity on economic development: A macroeconomic perspective. UC Berkeley: Center for Effective Global Action. Отримано September 26, 2024, from <https://escholarship.org/uc/item/7jb0015q>
2. U.S. Energy Information Administration (EIA). (n.d.). Electricity explained. Отримано 26, 2024, from <https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/>
3. Stern, D., Burke, P., & Bruns, S. (2018). The impact of electricity on economic development: A macroeconomic perspective. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 12(1), 85–127. <https://doi.org/10.1561/101.00000109>
4. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2023). International energy outlook 2023. Отримано September 26, 2024, from <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/narrative/index.php>
5. Raimi, D., Zhu, Y., Newell, R. G., Prest, B. C., & Bergman, A. (2023). Global energy outlook 2023: Sowing the seeds of an energy transition (Technical Report 23-02). Resources for the Future. Отримано September 26, 2024, from <https://www.rff.org/publications/reports/global-energy-outlook-2023/>

УДК 004.738

Н. М. Головецький, І.О. Баран, к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПРОЕКТІВ LPWAN

N.M.Holovetskyi, I.O.Baran, PhD.

SURVEY OF EXISTING LPWAN PROJECTS

LPWAN (Low-power Wide-area Network) – енергоефективна мережа дальнього радіуса дії, це бездротова технологія передачі невеликих за обсягом даних на далекі відстані [1]. За останні кілька років у світ вийшла низка LPWAN-технологій, що використовують новаторські види радіочастотної модуляції та/або займають ті частини радіочастотного спектру, які тільки недавно почали призначатися для передачі даних. Розглянемо технології, які вже перебувають на етапі комерційного використання. Зрозуміло, це далеко не вичерпний список технологій LPWAN.

Ingenu - це запатентована LPWAN -технологія, розроблена однойменною компанією, відомою в минулому як On-Ramp Wireless, і заснована на множинному доступі з випадковою фазою RPMA (Random Phase Multiple Access) - широкосмугової модуляції з прямим розширенням спектра та множинним доступом. Технологія використовує спектр частот, що не ліцензується, 2,4 ГГц, який відомий також як смуга іншого відомого користувача - Wi-Fi. Завдяки високій частоті Ingenu може забезпечувати досить високу швидкість передачі даних, аж до 624 Кбіт/с, проте радіус охоплення досить обмежений і споживання енергії дещо вище. Технологія забезпечує передачу повідомлень "вгору" та "вниз". Вона користується деякою популярністю у США та різних частинах Європи. Власником та оператором мережі є Ingenu.

Аналогічна бізнес-стратегія була прийнята компанією SigFox та її схожою однойменною технологією LPWAN. SigFox використовує запатентоване ультра-вузькосмугове рішення, засноване на випадковій частоті та множинному доступі з поділом за часом і працює в неліцензійній смузі частот. Через те, що ширина смуги пропускання обмежена до 100 Гц, швидкість передачі даних досягає лише 100 біт/с, а кінцеві пристрої можуть в день передавати тільки 140 повідомлень "вгору", по 12 байт кожне, і приймати 4 повідомлення "вниз" з 8 байт. Технологія використовується переважно у країнах Європи.

Semtech застосовує інший підхід до технології LoRaWAN. LoRaWAN - це мережевий протокол, надбудова методу модуляції LoRa [1]. Ця модуляція використовує розширення спектра методом ЛЧМ, завдяки чому досягається стійкість до інтерференції, багатопроменевого поширення та доплерівського ефекту. Як і SigFox, Semtech працює в спектрі частот, що не ліцензується, і виділяє як мінімум 3 канали з мінімальною шириною смуги пропускання 125 КГц кожен. У зв'язку з цим досягається швидкість передачі до 27 Кбіт/с і максимальна довжина повідомлення 222 байта як у напрямку "вгору", так і в напрямку "вниз". На відміну від перших компаній, Semtech забезпечує лише радіочастотне обладнання та дає клієнтам самим встановлювати та експлуатувати свою власну мережу LPWAN.

Література

1. Що таке технологія LPWAN і чим вона відрізняється від LoRaWAN URL: <https://www.dusuniot.com/uk/blog/what-is-lpwan-technology/> (дата звертання: 08.11.24).

УДК 004.8-9: 656.07

Н. Сороківська, В.Яцишин, к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ БІОРІЗНОМАНІТТЯ З ВБУДОВАНИМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СЕРВІСАМИ

N S o r o COMPUTERIZED SYSTEMS OF BIODIVERSITY MONITORING USING INTELLIGENT SERVICES

Моніторинг біорізноманіття є важливим аспектом збереження екосистем у контексті глобальних екологічних змін. У сучасних дослідженнях усе частіше застосовуються комп'ютеризовані системи, які базуються на компонентах інтелектуального аналізу природних даних. В якості таких компонентів доцільно використовувати програмно реалізовані алгоритми машинного навчання, які здатні забезпечувати високу точність та ефективність при розв'язанні задач класифікації об'єктів живої природи. Наприклад, на основі аналізу набору аудіозаписів звуків птахів проводиться їхня ідентифікація.

Сучасні технології, як-от радари, інфрачервоні камери, мікрофони з високою чутливістю забезпечують процес збору природних даних. Водночас, алгоритми машинного навчання відкривають нові можливості для аналізу великих обсягів інформації. Застосування глибоких нейронних мереж за наявності великих наборів аудіо-даних дають змогу забезпечити високу точність розпізнавання звуків у природі. Доказом ефективності застосування підходу deep learning для задачі виявлення подій на основі аналізу звукових сигналів є дослідження [1], де точність розпізнавання досягає 95,3%. Запропонована автором структура глибокої нейронної мережі передбачає використання трьох згорткових шарів (CNN) та одного шару рекурентного (RNN). Це дало змогу забезпечити автоматичне добування ознак із двовимірних спектральних представлень звуку, отриманих через постійне Q- перетворення (CQT).

Окрім цього, критично важливо при проведенні досліджень екосистем, розуміти та виявляти ті характеристики спектрограм звукових сигналів, які є визначальними при ідентифікації конкретного виду птахів. Так, у [2], автор наводить два методи, які дозволяють підвищити прозорість моделей і сприяє довірі до їх використання в наукових і практичних застосуваннях. Подібні підходи можуть бути використані для аналізу аудіозаписів пташиних співів, що забезпечить автоматичну ідентифікацію видів птахів навіть за наявності фонових шумів. Симбіоз методів визначення важливості ознак у спектрограмі звукових сигналах та підходу глибоких нейронних мереж відкриває можливість моніторингу популяцій птахів у важкодоступних регіонах та віддалених екосистемах, що на сьогодні є актуальним і не до кінця розв'язаним завданням.

Таким чином, комп'ютеризовані системи з вбудованими інтелектуальними сервісами на основі алгоритмів штучного інтелекту формують перспективний напрям при проведенні моніторингу біорізноманіття. Розробка та впровадження таких систем забезпечує автоматизацію процесів збору та аналізу даних, сприяє ефективності прийняття рішень щодо збереження екосистем.

Література

1. Xie J., et al. Audio-based Snore Detection Using Deep Neural Networks. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2021
2. Ribeiro M. T., et al. "Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier. ACM Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2016.

УДК 004.925

Н.М. Топольницький, Р.М. Небесний, доктор філософії.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**ЗАСТОСУВАННЯ GEOMETRY NODES В ПРОГРАМНОМУ ПАКЕТІ BLENDER
ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕДУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.**

N.M. Topolnitskyi, R.M. Nebesnyi, Ph.D

**APPLICATION OF GEOMETRY NODES IN THE BLENDER SOFTWARE PACKAGE
FOR PROCEDURAL MODELING TASKS.**

Процедурне моделювання є підходом, що дозволяє створювати 3D-об'єкти на основі алгоритмів та правил, що забезпечує гнучкість та ефективність у процесі розробки. Blender, як потужний інструмент для 3D-моделювання, надає користувачам можливість використовувати Geometry Nodes для створення складних та адаптивних моделей. Це особливо актуально для проєктів, де потрібна генерація великої кількості подібних об'єктів або сцен з високим рівнем деталізації.

Geometry Nodes у Blender представляють собою вузлову систему, що дозволяє користувачам створювати та модифікувати геометрію об'єктів за допомогою візуального програмування. Це забезпечує можливість автоматизації багатьох аспектів моделювання, зменшуючи потребу в ручній праці та підвищуючи продуктивність.

Однією з ключових переваг Geometry Nodes є можливість створення параметричних моделей, які можуть бути легко змінені шляхом коригування вхідних параметрів. Це дозволяє швидко генерувати різні варіації об'єктів, що є корисним у таких галузях, як ігрова індустрія, де необхідно створювати велику кількість подібних елементів.

Крім того, Geometry Nodes підтримують інтеграцію з іншими системами Blender, такими як шейдери та фізичні симуляції, що розширює можливості процедурного моделювання та дозволяє створювати більш реалістичні та складні сцени.

Висновок. Використання Geometry Nodes у Blender відкриває широкі можливості для процедурного моделювання, забезпечуючи гнучкість, ефективність та автоматизацію процесу створення 3D-об'єктів. Це робить їх незамінним інструментом для фахівців у різних галузях, які прагнуть оптимізувати свої робочі процеси та підвищити якість кінцевого продукту.

Література

1. " Blender Foundation. "Introduction to Geometry Nodes." Blender Manual. Blender Foundation, Accessed 26 Nov. 2024. https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry_nodes/introduction.html.
2. Blender Foundation. "Geometry Nodes." Blender Manual. Blender Foundation, Accessed 26 Nov. 2024. https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry_nodes/index.html.
3. Thommes, Simon. "Geometry Nodes from Scratch." Blender Studio, Accessed 26 Nov. 2024. <https://studio.blender.org/training/geometry-nodes-from-scratch/>.
4. "Procedural Modeling Pipeline with Geometry Nodes - a blog." Blender Artists Community, Accessed 26 Nov. 2024. <https://blenderartists.org/t/procedural-modeling-pipeline-with-geometry-nodes-a-blog/1324182>.
5. "Blender geometry nodes fundamentals guide." Artisticrender.com, Accessed 26 Nov. 2024. <https://artisticrender.com/blender-geometry-nodes-fundamentals-guide/>.

УДК 004.925

Н.М. Топольницький, Р.М. Небесний, доктор філософії.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАСТОСУВАННЯ GEOMETRY NODES В ПРОГРАМНОМУ ПАКЕТІ BLENDER ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕДУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.

N.M. Topolnitskyi, R.M. Nebesnyi, Ph.D

APPLICATION OF GEOMETRY NODES IN THE BLENDER SOFTWARE PACKAGE FOR PROCEDURAL MODELING TASKS.

Сучасне 3D-моделювання активно використовує процедурний підхід, який дозволяє автоматизувати процеси створення моделей, підвищуючи ефективність роботи та продуктивність. Blender, завдяки інструменту Geometry Nodes, надає можливість створювати адаптивні тривимірні об'єкти, які легко налаштовуються і масштабуються. Це особливо актуально для проєктів у таких галузях, як ігрова індустрія, архітектура та кінематограф, де потрібні складні сцени з повторюваними елементами.

Geometry Nodes надає користувачам інструменти для створення 3D-моделей, що легко налаштовуються та масштабуються. Вузли, такі як Transform, Join Geometry, Distribute Points on Faces і Instance on Points, дозволяють ефективно розміщувати об'єкти на поверхні, створювати повторювані елементи та налаштовувати параметри моделі. Geometry Nodes забезпечує автоматизацію процесу створення об'єктів і їх компонування у сцені, що знижує необхідність у ручному налаштуванні кожного елемента (рис. 1).

Такий процедурний підхід оптимізує робочий процес, знижує витрати часу та дозволяє легко вносити зміни на пізніх етапах проєкту. Geometry Nodes особливо корисний для створення елементів середовища, таких як ландшафти, рослинність та архітектурні структури, які потребують автоматичного налаштування та адаптації до змінних умов.

Висновок. Geometry Nodes у Blender довели свою ефективність як інструмент для процедурного моделювання. Завдяки можливості створення адаптивних моделей, які автоматично реагують на зміни параметрів, Geometry Nodes стає незамінним у проєктах, де потрібна висока продуктивність та повторюваність елементів.

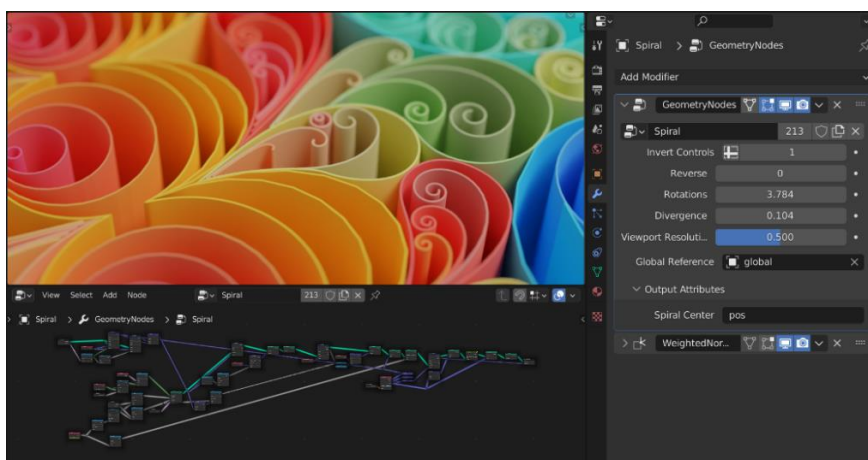


Рисунок 1. Властивості модифікатора Geometry Nodes у стеку модифікаторів.

Література

"Introduction to Geometry Nodes." Blender Manual, Accessed 26 Nov. 2024., https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry_nodes/introduction.html.

УДК 004.414.3

О.А. Заяць

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ АНАЛІЗУ І КЛАСИФІКАЦІЇ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

О.А. Zaiats

METHODS AND TOOLS FOR ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF SOFTWARE REQUIREMENTS

Одним з найважливіших і фундаментальних етапів розробки програмного забезпечення є процес збору та класифікації вимог. Пошук та впровадження нових методів і засобів для ефективного аналізу вимог є критично важливим для забезпечення якості сучасних програмних систем. Однак, традиційні методи, засновані на експертних підходах, мають низку недоліків, особливо у великих проектах з високою складністю та частими змінами вимог. До ключових проблем, з якими стикаються розробники у таких проектах, належать:

1. Велика кількість джерел та різноманітність вимог – корисна інформація, яка може містити та інтерпретувати вимоги часто надходить у різних форматах та з різних джерел (документи, записи розмов, електронні листи), що ускладнює її узагальнення.

2. Неоднозначність і конфліктність вимог – характеризується можливістю різного трактування стейкхолдерами або суперечності вимог між собою і як наслідок позначається на зниженні якості програмного продукту на подальших етапах імплементації проекту.

3. Складність класифікації вимог – застосування експертних технологій при визначенні функціональних та нефункціональних вимог супроводжується неузгодженістю їхньої реалізації, починаючи з етапу проектування архітектури.

Як показують результати сучасних досліджень, для розв'язання наведених вище проблем доцільно застосовувати методи і засоби інтелектуального аналізу вимог, які сприяють підвищенню ефективності процесу їх збору та аналізу. Серед них варто виділити наступні:

1. CASE-засоби підтримки процесу збору вимог з різних джерел, включаючи документи, відео та аудіо-записи розмов, та електронні листи.

2. Методи кластерного аналізу для автоматичного групування вимог за ознаками подібності, що забезпечує структурування даних та універсальність застосування підходу. При цьому з'являється можливість формування масштабованих систем аналізу вимог, які можна адаптовувати до різних наборів даних. Як наслідок, зростає рівень точності та швидкість виявлення вимог і практично нівелюється вплив людського фактору.

3. Інші методи машинного навчання: використання алгоритмів для ідентифікації типів вимог, виявлення взаємозв'язків і аналізу залежностей між ними.

Впровадження інтелектуальних методів аналізу вимог до програмного забезпечення дозволить зменшити витрати часу і ресурсів, забезпечити високу якість вимог та їх адаптивність до потреб різних замовників. Розвиток цих технологій відкриває нові можливості для автоматизації та стандартизації процесів розробки ПЗ. Зважаючи на розвиток LLM-моделей і потужність технології трансформерів, актуально застосовувати їх для автоматизації і забезпечення якості ранніх етапів розробки програмного забезпечення.

УДК 004.02

О.А. Саган, К.Б. Швирло

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ SQL-ІН'ЄКЦІЙ: ТИПИ АТАК ТА МЕТОДИ ЗАХИСТУ

О.А. Sahan; К.В. Shvyrlo

ANALYSIS OF SQL INJECTIONS: TYPES OF ATTACKS AND DEFENSE METHODS

У сучасних інформаційних системах безпека баз даних є ключовим аспектом, адже там зберігається велика кількість конфіденційно інформації, яка може мати цінність для користувачів та для самої системи, а її витік є неприпустимим. Вразливості, такі як SQL-ін'єкції, можуть призвести до витіку конфіденційної інформації, порушення функціонування системи та значних збитків для організації. SQL-ін'єкції належать до найнебезпечніших атак на веб-додатки, оскільки вони дозволяють зловмисникам виконувати довільні SQL-запити, змінювати дані або навіть отримувати контроль над сервером бази даних.

Виділяють декілька типів загроз, кожен з яких характеризується способом здійснення. Через користувацькі поля можна виконувати запити, додаючи метасимволи до введених даних і цим змінюючи структуру запиту.

Аналогічні дії зловмисники можуть виконувати, використовуючи cookie-файли. Для цього змінюються значення, що передаються додатку. Також виконання ін'єкцій може відбуватись через серверні змінні, наприклад, HTTP-заголовки, що використовуються у запитах. Атака може відбуватись не одразу, а під час обробки збережених даних у майбутніх запитах [1]. Метою всіх видів цієї атаки є викрадення конфіденційної інформації, зловмисна зміна даних у базі, запуск шкідливого коду або процедур, отримання прав адміністратора.

Для захисту системи від SQL-ін'єкцій слід перевіряти отримані від користувача дані, наприклад, за допомогою регулярних виразів. Застосовувати підготовлені запити, які дозволять уникнути негативного ефекту за рахунок чіткого визначення параметрів запиту. Використовувати екранування користувацьких даних [2-3].

Отже, SQL-ін'єкції є серйозною загрозою для веб-додатків, особливо у випадку необхідності обробки великої кількості даних користувача. Причиною появи таких вразливостей є неналежна обробка даних, отриманих від користувача.

Успішні атаки можуть мати ряд негативних наслідків для об'єкта атаки, а саме: компрометація даних, збої в роботі системи, фінансові та репутаційні втрати. Тому важливим аспектом безпеки є захист даних та протидія різним видам атак.

Ефективний захист потребує комплексного підходу до проблеми, а саме: чітко розуміти природу SQL-ін'єкцій, використовувати інструменти, що запобігають виконанню шкідливого коду, навчати розробників для підвищення рівня безпеки коду, регулярний аудит коду та застосування систем автоматизованого виявлення вразливостей та розробка нових засобів протидії атакам.

Література.

1. SQL Injection. HackTricks. URL: <https://book.hacktricks.xyz/pentesting-web/sql-injection>.
2. How To Protect Against SQL Injection Attacks. Information Security Office. URL: <https://security.berkeley.edu/educationawareness/how-protect-against-sql-injection-attacks>.
3. How To Prevent SQL Injection Attacks? Best Practices. GlobalDots.. URL: <https://www.globaldots.com/resources/blog/how-to-prevent-sql-injection-attacks/>.

УДК 004.9

О.В. Смолій; А.Г. Микитишин к.т.н.; І.В. Булич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

Оптимізація включення навантаження при резервному живленні на малому виробничому підприємстві та його інтеграція з технологічним процесом

O.V. Smolii, A.G. Mykytyshyn Ph. D., I.V. Bulych

Optimization of load switching during backup power supply at a small manufacturing enterprise and its integration with the technological process

Реалізація резервного живлення на малому підприємстві [1] вимагає не тільки розрахунку та вибору резервних джерел живлення, але й глибокого аналізу споживачів електричного струму та створення інтелектуальної системи контролю та управління споживанням електричної енергії. Адже одночасне включення споживачів чи неправильна послідовність включення приведе до перевантаження системи. Більше того, контроль за включенням споживачів дозволяє використати резервний генератор, потужність якого значно менша, ніж максимальна потужність необхідна для одночасного пуску виробничих ліній підприємства. Це особливо актуально при обмежених фінансових можливостях виробничих компаній в умовах воєнного стану.

Розглянуто систему керування споживачами електричного струму реалізовану на програмованих логічних контролерах. Зауважимо, що мова йде про мале підприємство, де основне завдання контролерів - керувати технологічним процесом. Всі зміни та доповнення до програмного забезпечення підпорядковуються технологічному процесу.

При розробці системи, припускалось, що підприємство має декілька виробничих ліній, які є основними споживачами електроенергії, та додаткове обладнання, потужність якого значно менша ніж потужність виробничих ліній.

Для реалізації проекту значну роль відіграє вибір базового устаткування. Воно повинно бути оптимальним по співвідношенню функціональних можливостей і вартості. При виборі контролерів враховувались наступні фактори:

- контролери що керують обладнанням, в тому числі його включенням чи виключенням в різні режимах роботи енергосистеми, повинні бути зручні для керування технологічним процесом;
- лінійка контролерів повинна бути достатньо широкою, щоб керувати як найпростішим обладнанням, так і нескладними лініями;
- наявність додаткових модулів, необхідних для керування обладнанням;
- можливість керування виконавчими механізмами як по незалежних шинах RS-485 по протоколу MODBUS, CAN так і за допомогою релейних виходів;
- можливість інтегруватись в системи вищого рівня по незалежних шинах RS-485 по протоколу MODBUS, CAN;
- роздільні шини для контролерів верхнього і нижчого рівня;
- можливість записати дані (стан) на випадок відключення електроенергії;
- функціональне програмне забезпечення;
- просте і інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення;
- низька вартість самого обладнання;
- безкоштовне або дешеве програмне забезпечення;

- походження контролерів та програмного забезпечення не повинно бути пов'язано з країною — агресором.

Авторами не проводилось повне і детальне дослідження ринку контролерів, а було вибрано з представлених на ринку України лінійки контролерів Delta Electronics, які відповідають перерахованим вище критеріям.

Серед вище наведених критеріїв вибору нема, ніби, очевидного: можливість обліку споживаної потужності кожного навантаження в реальному часі. Проте, ми маємо справу з малим підприємством, де включення споживачів може бути централізованим, розрахованим та запланованим наперед. Облік електроенергії в реальному часі необхідний, але це не повинно ускладнювати програмне забезпечення технологічних ліній. Достатньо мати тільки робочі та пускові характеристики основних споживачів та можливість централізованого управління ними, щоб задати простий і ефективний алгоритм включення навантаження при резервному живленні і подальшої роботи підприємства.

В даному рішенні моніторинг реалізується за допомогою окремого лічильника на центральному вході та передається на сервер. Записуємо пускові та робочі характеристики встановленого обладнання в розрізі ліній та в розрізі окремих елементів кожної лінії (головний двигун, нагрівні елементи, додаткові механізми). В першому наближенні, припускаємо, що все обладнання працює в номінальних режимах.

В найпростішому вигляді програма старту одної виробничої лінії має декілька режимів запуску. Для однозначності позначимо їх: *Режим 1*, *Режим 2*, *Режим 3*... Де *Режим 1* — від мережі, *Режим 2* - від резервного живлення коли запускається тільки одна лінія, та *Режим 3* - від резервного живлення коли запускається певна комбінація ліній. Для кожної комбінації ми повинні прописати наперед заданий алгоритм пуску та часову діаграму. Для ліній, в яких ми не можемо керувати окремими елементами, буде тільки *Режим 1*, до якого потрібно пристосуватись. Але, навіть в цьому випадку, можна змістити часову діаграму включення лінії в цілому. Зауважимо, що система впроваджується на малому підприємстві, де кількість виробничих ліній невелика, отже не потрібно передбачати велику кількість комбінацій. Такий підхід дозволяє оптимізувати введення резервного живлення без суттєвого впливу системи включення резервного живлення на технологічний процес, і, навіть розімкнута система управління, може бути достатньо ефективною.

Висновок. Розроблена система контролю за послідовністю включення навантаження від резервного живлення на PLC контролерах. Розроблено алгоритм включення навантаження при резервному живленні і його реалізація з врахуванням інтеграції з системою управління технологічним процесом.

Література

1. Смолій, О.В.; Корольок Р.І.; Микитишин, А.А, "Врахування особливостей споживачів потужності при розробці систем керування резервним живленням малих підприємств, "Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи“, ст. 77-78, 2024, ТНТУ
2. Gnana Swathika O.V., Aayush Karthikeyan, K. Karthikeyan, P. Sanjeevikumar, Sajju Karapparambil Thomas, Amin Babu, Critical review Of SCADA And PLC in smart buildings and energy sector, Energy Reports, Volume 12, 2024, Pages 1518-1530, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.07.041>.
3. Ephrem Ryan Alphonsus, Mohammad Omar Abdullah, A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs), Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 60, 2016, Pages 1185-1205, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.025>.

УДК 681.518

О.В. Шкварок; А.О. Курило; І.Р. Козбур; Ю.Б. Капаціла, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ТА БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ

O.V. Shkvarok; A.O. Kurylo; I.R. Kozbur; Yu.B. Kapatsila, Ph.D., Assoc. Prof.
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SMART HOME SYSTEM BASED ON THE INTERNET OF THINGS AND WIRELESS NETWORKS

Автоматизація розумного будинку означає використання передових технологій для дистанційного моніторингу та управління параметрами будинку, таких як мікроклімат, безпека, освітлення, через централізований інтерфейс.

Інтернет речей (IoT) суттєво змінив загальні принципи проектування подібних систем та використовуваних при цьому технологій. Системи домашньої автоматизації завдячуючи IoT зазнали дуже швидкого розвитку за останні роки. Крім цього, при їх розробленні та реалізації інтенсивно впроваджуються сучасні телекомунікаційні технології. У галузі розробки розумних будинків IoT відіграє роль підключення функціональних блоків з відповідним програмним забезпеченням та датчиків до Інтернету, що дозволяє збирати та обмінюватися даними без втручання людини. IoT працює з «інтелектуальними» датчиками, хмарними сервісами, мережами тощо, і має на меті надавати повну інформацію в потрібний час у зручній формі. Системи на основі Інтернету речей забезпечують кращі умови доступу до даних, широкий спектр варіантів контролю параметрів, вищу продуктивність та ефективність.

Двома головними проблемами домашньої автоматизації є безпека та ощадливе використання енергії. Існують різні підходи для створення систем автоматизації розумного дому за допомогою різних технологій телекомунікацій, таких як Bluetooth, глобальна мобільна мережа, Zigbee. Основні складові блоки Інтернету речей (IoT) містять мікроконтролери, вбудовану пам'ять, мікросхеми живлення, мікросенсори та пристрої для бездротових з'єднань різного типу. Масштаб IoT за кількістю каналів обміну даними стає співрозмірним з масштабом Інтернету. Таким чином, для індустрії інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ) розвиток IoT є однією з найбільш затребуваних задач на сучасному етапі розвитку галузі.

Розумний дім є одним із найважливіших застосувань IoT. Розумний будинок містить широко розповсюджені технології, наприклад, аудіо- та відеорозваги, системи моніторингу безпеки та споживання енергії. Енергозбереження та моніторинг споживання ресурсів є однією з найважливіших вимог до розумних будинків.

Представлено проект системи автоматизації розумного будинку. Система складається зі шлюзу для обміну даними між пристроями, додатку управління на базі смартфона користувача, розумних розеток для моніторингу та управління електричним навантаженням у будинку, розумних датчиків для вимірювання параметрів мікроклімату приміщень. Для цього розроблено додаток для пристрою керування на базі смартфона користувача, вбудовані модулі підлеглих пристроїв керування, шлюз з використанням різних бездротових стандартів для обміну даними управління і моніторингу. Програмне забезпечення додатку управління підтримує роботу користувача через сенсорний інтерфейс.

Шлюз розумного будинку зазвичай потребує різноманітних інтерфейсів зв'язку для різних стандартів мереж. Специфікації різноманітних з'єднань поділяють на дві категорії: дротовий і бездротовий зв'язок. Стандарти IEEE 802.3, xDSL, RS-232, RS-485, зв'язок по

лінії електропередач (PLC) є загальними специфікаціями дротового зв'язку. У той час як Bluetooth, ZigBee, WiFi, GSM, 3G та 4G є поширеними специфікаціями бездротових.

Рисунок 1 ілюструє архітектуру системи автоматизації розумного будинку. Шлюз розумного дому забезпечує передачу команд керування, що надходять від додатку користувача, на інтелектуальні керовані пристрої. Відповідно, в зворотньому напрямку через шлюз зв'язку, стани керування та дані з датчиків системи передаються від периферійних пристроїв до смартфона користувача.

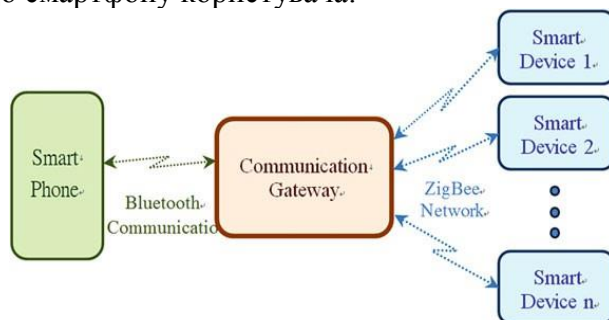


Рисунок 1 Сценарій застосування та архітектура системи

Обмін даними в системі відбувається через інтерфейси бездротового зв'язку. При однаковій потужності передачі, ZigBee забезпечує більшу відстань передачі, ніж WiFi. Водночас зона покриття WiFi більша, ніж у Bluetooth. За швидкістю передачі даних Wi-Fi має найвищу. Швидкість передачі даних Bluetooth вища, ніж у ZigBee. Що стосується рівнів поширеності інтерфейсів бездротових мереж, то першість за Bluetooth, другим є WiFi, а останнім – ZigBee. З точки зору топології гнучкість ZigBee найкраща, наступний WiFi, а потім Bluetooth.

Відповідно до прикладного сценарію для забезпечення енергозбереження та управління розумним будинком, необхідність гнучкої топології мережі є більш важливою, ніж швидкість передачі даних. Крім того, менша потужність передачі завжди спричиняє довший цикл роботи батареї. Тому раціонально вибрати ZigBee в якості інтерфейсу бездротового зв'язку між шлюзом і контрольованими пристроями. Що стосується інтерфейсу бездротового зв'язку між шлюзом і смартфоном користувача, він може використовувати Bluetooth або WiFi.

Рисунок 2 ілюструє блок-схему шлюзу, котрий використовує два мікроконтролери. Один використовується для зв'язку, інший – для обчислень та управління. Інтерфейси ZigBee і Bluetooth розташовані в правій колонці рис. 2. Лівий блок рис. 2 – це модуль живлення мікроконтролерів, комунікаційних модулів і відповідних електронних компонентів.

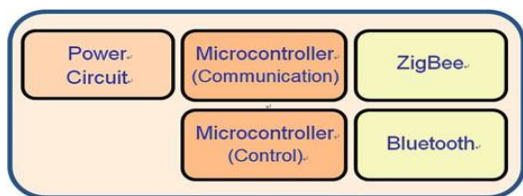


Рисунок 2 – Структурна схема шлюзу пристрою

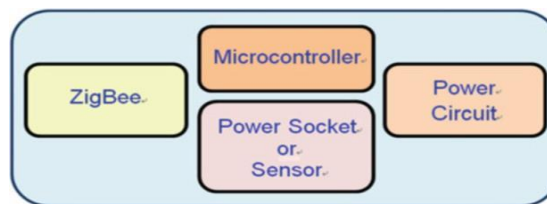


Рисунок 3 – Структурна схема керованого пристрою

Рисунок 3 демонструє блок-схему розумного керованого пристрою. Він складається з мікроконтролера для обробки даних керування і вимірювання, контрольованої розетки або датчика вимірювання, схем живлення пристрою та блоку ZigBee.

УДК 004.62

О.Д. Пакон, Р.М. Небесний, доктор філософії

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ MDM СИСТЕМ ДЛЯ
КОРПОРАТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА**

O. D. Pakon, R.M. Nebesnyi Ph.D

**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE IMPLEMENTATION OF MDM
SYSTEMS FOR THE CORPORATE ENVIRONMENT**

За останнє десятиліття мобільні та портативні пристрої стали основою бізнес-стратегії будь-якої організації, адже вони суттєво підвищують мобільність, ефективність та гнучкість робочих процесів. Управління мобільними пристроями (MDM) відіграє ключову роль у цьому процесі, допомагаючи організаціям впроваджувати, забезпечувати безпеку, моніторити, інтегрувати та управляти такими пристроями, як смартфони, ноутбуки, планшети, а також іншими IoT-пристроями [1].

У 2023 році понад 70% підприємств відзначили значні покращення продуктивності завдяки впровадженню рішень для управління мобільними пристроями. Ця статистика яскраво ілюструє, наскільки важливими стали MDM-системи для ефективної організації робочих процесів у цифрову епоху. Компанії, які все більше покладаються на мобільні пристрої для виконання щоденних операцій, стикаються з необхідністю забезпечення їх ефективного, безпечного та безперебійного функціонування. MDM-рішення забезпечують централізовану платформу для управління флотом пристроїв, дозволяючи автоматизувати такі завдання, як застосування оновлень програмного забезпечення, встановлення патчів безпеки та впровадження змін у політиках доступу. Завдяки цьому значно зменшуються час і зусилля, необхідні для ручного втручання, а IT-команди можуть більше зосередитися на стратегічних завданнях, таких як інновації та масштабування систем.

Крім того, автоматизовані процеси, що пропонуються MDM-системами, знижують ризик людських помилок, що сприяє більш стабільній та безпечній роботі пристроїв. Інструменти MDM також забезпечують доступу до інформації про стан пристроїв, рівень їх продуктивності та використання, що дозволяє оперативно реагувати на проблеми та оптимізувати робочі процеси.

Таким чином, завдяки можливостям, які надають сучасні MDM-рішення, підприємства можуть підтримувати безперебійну діяльність, забезпечуючи високу продуктивність і надійність своїх мобільних інфраструктур, навіть у процесі адаптації до нових викликів і технологій [2].

Література

1. Mobile Device Management (MDM) in Organizations, Diksha Barthwal. 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/305380830_Mobile_Device_Management_MDM_in_Organizations.
2. How Mobile Device Management (MDM) Revolutionizes Employee Productivity – Режим доступу до ресурсу: <https://beststructured.com/how-mobile-device-management-mdm-revolutionizes-employee-productivity/>

УДК 004.62

О.Д. Пакон, Р.М. Небесний, доктор філософії.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСНОВНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ ПРИБОРАМИ

O. D. Pakon, R.M. Nebesnyi, Ph.D

MAIN CHALLENGES FOR MOBILE DEVICE MANAGEMENT SYSTEMS

Значні проблеми, які мобільні пристрої створюють для будь-якого бізнесу, надзвичайно поширені, але все одно їх потрібно вирішувати. Якщо залишити напризволяще, деякі з цих проблем можуть перетворитися на досить серйозні вразливості.

Керування мобільними пристроями (MDM) може стикатися з певними проблемами, які організації повинні вирішити. Серед поширених проблем керування мобільними пристроями:

- **Безпека.** За своєю природою мобільні пристрої можуть становити ризик для будь-якої компанії. Це пояснюється тим, що вони в основному використовують інформацію за межі системи та інфраструктури робочого місця, що потенційно може призвести до витоку важливої інформації;

- **Принеси свій власний пристрій (BYOD).** Програми BYOD дозволяють співробітникам використовувати власні пристрої на роботі. Хоча це може принести переваги продуктивності, воно також пов'язане з низкою власних проблем: ризику безпеки, проблеми сумісності, вразливість до атак і зловмисного програмного забезпечення, відсутність керування/контролю пристрою;

- **Втрата пристрою.** Мобільні пристрої найімовірно вразливі до втрати чи викрадення, що несе серйозні наслідки для бізнесу [1].

- **Сумісність додатків.** Забезпечення сумісності додатків може бути складним завданням, особливо коли компанія має справу з великою кількістю пристроїв із різноманітними вимогами до додатків. Рішення MDM повинні пропонувати надійні можливості керування програмами, щоб оптимізувати розгортання, оновлення та видалення програм.

- **Різнорідність пристроїв.** Велика різноманітність мобільних пристроїв і операційних систем може стати проблемою в управлінні та підтримці різнорідних середовищ пристроїв. Організаціям може знадобитися забезпечити сумісність із кількома моделями пристроїв, платформами та версіями ОС, що може вимагати додаткових зусиль і ресурсів [2].

Більшість сучасних МДМ систем успішно справляються з цими викликами, в тому числі Samsung Knox та Soti Mobicontrol, які розглядаються у роботі.

Література

1. Common Mobile Device Management (MDM) Challenges and How to Solve Them 2024. –Режим доступу до ресурсу: <https://www.burstfire.net/blog/common-mdm-challenges-and-how-to-solve-them>
2. What are the challenges of mobile device management?– Режим доступу до ресурсу: <https://www.quora.com/What-are-the-challenges-of-mobile-device-management>

УДК 004.02

О.Ю. Петрик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ UI/UX РОЗРОБОК ПРИ СТВОРЕННІ ОНЛАЙН-МАГАЗИНІВ

О.У. Petryk

UI/UX ANALYSIS OF CREATING ONLINE-STORES

Аналіз UI/UX розробок при створенні онлайн-магазинів є ключовим етапом, що впливає на успіх платформи. Зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс забезпечує легкість навігації для користувачів, зменшивши час пошуку потрібних товарів. Аналіз конкурентів та тестування прототипів допомагають виявити слабкі місця і вдосконалити кожен етап користувацького шляху. В результаті, якісний UI/UX дизайн підвищує лояльність клієнтів і конверсію, що має вплив на прибутковість онлайн-магазину [1].

UX-дизайн (User Experience) – це створення архітектури сайту, яка буде зручною для користувачів. Елементи розташовані інтуїтивно, користувач виконує цільову дію за мінімум часу та зусиль.

UI дизайн (User Interface) створення візуального вигляду сайту. Зовнішній вигляд сайту відповідає цільовій аудиторії, на ньому хочеться залишатися довше [2].

Коли мова заходить про розробку ефективного UI/UX для електронної комерції, є кілька ключових елементів, які не можна забувати (див. табл. 1).

Таблиця 1. Основні елементи ефективного UI/UX для онлайн-магазинів

Елемент	Ключові характеристики	Переваги
Навігація	Чіткі меню, фільтри, навігаційні "крихти"	Зменшує труднощі, підвищує коефіцієнт конверсії
Мобільна оптимізація	Адаптивний дизайн, швидке завантаження	Підвищує лояльність мобільних користувачів
Презентація продукту	Якісні зображення, інструменти перегляду товарів	Залучає увагу, полегшує ухвалення рішень
Персоналізація	Рекомендації, базовані на AI	Збільшує середній чек, підвищує задоволеність
Доступність	Підтримка читалок, інтуїтивна навігація	Розширює аудиторію, покращує інклюзивність
Аналітика	Теплові карти, A/B-тестування	Оптимізує шлях користувача, підвищує ефективність

Отже, аналіз UI/UX у створенні онлайн-магазинів має вирішальне значення, адже саме дизайн інтерфейсу та користувацький досвід впливають на лояльність покупців, швидкість прийняття рішень і загальну ефективність роботи платформи.

Література

1. Unlocking the Power of UX Design for Ecommerce Businesses [Electronic resource] – 2024. – <https://www.ecwid.com/blog/ux-design-for-ecommerce-businesses.html>.

2. 13 Tips From a UI/UX Designer To Make Any Online Store Better [Electronic resource] – 2021. – <https://cart-power.com/blog/13-tips-from-a-ui-ux-designer-to-make-any-online-store-better/>.

УДК 681.518

П.С. Градовий; Н.І. Поліник; І.Р. Козбур; Ю.Б. Капаціла, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ГЕОПОЗИЦІОНАННЯ

P.S. Hradovyi; N.I. Polinyk; I.R. Kozbur; Yu.B. Kapatsila, Ph.D., Assoc. Prof.
ANALYSIS OF METHODS FOR INCREASING ACCURACY IN AUTOMATED GEOPOSITIONING SYSTEMS

Позиціонування GPS (Global Positioning System) використовується в багатьох галузях, тому тема GPS охоплює різноманітні розділи, такі як обробка сигналів і обчислення. Наявність можливості легкого визначення свого місцезнаходження породила контекстно-залежні служби, де місцезнаходження є частиною контексту. Іноді контекстно-залежні послуги називають послугами на основі розташування. Основи того як система позиціонування визначає позицію користувача по суті, є загальними, незалежно від того чи це система GPS чи інша система. Ця спільність сприяє інтеграції систем. Позиціонування GPS базується на обчисленнях, які виконуються на основі сигналів між приймачем користувача та супутником, який знаходиться в полі зору. Точність можна підвищити додавши вимірювання отримані з інших джерел. У цих випадках ми говоримо, що GPS було «доповнено». Приклади доповнених систем включають мережі GNSS (Global Navigation Satellite System), диференціального GPS, EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) і GNSS RTK (Real Time Kinematic).

Розглянемо техніку позиціонування. Традиційний підхід до оцінки розташування невідомого вузла включає два етапи. На першому етапі виконуються вимірювання, отримані на основі характеристик прийнятих радіохвиль. Одним із типів вимірювань є різниця в потужності отриманого сигналу (RSSI – індикатор рівня сигналу, англ. Received Signal Strength Indicator) порівняно з початковою силою сигналу. Іншим типом вимірювання є TOA сигналу (час прибуття, англ. Time of Arrival). Ще одним типом вимірювання є кут прибуття (AOA, Angle of Arrival) сигналу в невідомий вузол. Другий крок передбачає виконання обчислень вимірювань для оцінки положення невідомого вузла. У деяких підходах до оцінки положення використовується набір вимірювань одного типу – AOA, RSSI або TOA. Крім того, інформація AOA може бути об'єднана з оцінками відстані, знайденими за допомогою RSSI або TOA, щоб встановити місцезнаходження невідомого вузла.

Техніка вимірювання, яка використовується в системі глобального позиціонування (GPS), – це різниця в часі надходження сигналів. Іншими словами, розрахунки базуються на часі необхідному для того щоб сигнал надісланий супутником прибав до приймача. Для того щоб приймач приймав сигнал із супутника він повинен мати лінію прямої видимості (LOS). Це означає що шлях не повинен перекриватись перешкодами. Позиціонування передбачає обчислення приймачем діапазону (відстані) до кожного супутника вздовж LOS. Це робиться шляхом декодування сигналів, що передаються з кількох супутників, і визначення часу надходження кожного сигналу від відповідного супутника. Якби положення супутників і дальність до супутників були точно відомі, то місце розташування приймача можна було точно визначити за допомогою трьох супутників. Приймач лежав би в точці перетину трьох сфер із центром у супутниках і радіусами яких були дальності супутників.

На жаль, розраховані діапазони мають певну похибку. Джерелами помилок у системі GPS є, серед іншого, іоносфера, багатопрореневість, шум, тропосфера, положення

супутників відносно приймача. Багатопроменевість – це явище, коли сигнал супутника може досягати приймача більше одного разу. Один шлях сигналу може йти за LOS, тоді як інші шляхи можуть надходити через відбиття від будівель або землі.

Принципи визначення положення одночастотного GPS-приймача відносно прості. Приймач відстежує супутники використовуючи інформацію про їхні орбіти, тож визначає скільки супутників у полі зору, – N_{sat} . Позиції та псевдовідстані щонайменше чотирьох супутників необхідні для оцінки положення приймача, тобто $N_{sat} \geq 4$. Позиція приймача обчислюється методом триангуляції.

Будь-які вимірювання, виконані технологічним пристроєм, можуть бути з похибками. Спочатку можна вважати помилки майже випадковими. Однак, якби у нас була велика кількість даних відомих вимірювань і відповідних приблизних вимірювань, зроблених за допомогою пристрою, ми могли б проаналізувати дані для виявлення закономірностей.

У позиціонуванні GPS точність вимірюється як відстань між визначеною позицією приймача і справжнім положенням приймача. Розглянемо різні процеси для оцінки позиції одержувача. Процес А передбачає одноразову оцінку позиції одержувача. Процес піддається випадковим шумам великої амплітуди. Процес А має низьку точність. Процес С передбачає здійснення процесу А кілька разів і взяття середнього значення. Процес С має високу точність. Це відбувається тому, що ефект шуму усувається. У двох вимірах точність процесу є мірою близькості оцінок положення одержувача до справжнього положення, як показано на рис. 1. Точність процесу враховує відстані оцінок від справжньої позиції. Точність процесу є мірою узгодженості цих відстаней, як показано на рис. 2

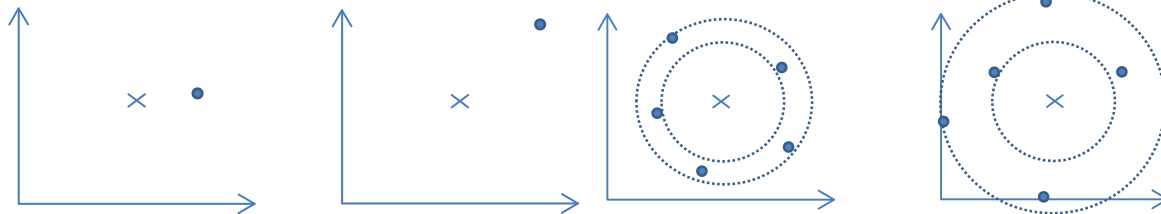


Рисунок 1 – Точність оцінок позиції.

Рисунок 2 – Міра точності оцінок.

На рис.1 справжнє положення показано хрестом, оцінка показана у вигляді точки. Оцінка ліворуч точніша, ніж праворуч, оскільки вона ближча до справжнього положення. На рис. 2 справжнє положення показано хрестом, оцінка показана у вигляді точок. Процес знаходження оцінок ліворуч точніший, ніж праворуч, оскільки смуга, в межах якої лежать оцінки, вужча.

Джерела помилок. Помилки виникають у кожному із сегментів — наземному, космічному та призначеному для користувача. Також виникають помилки під час передачі сигналів. Використовуючи цю класифікацію, основними джерелами помилок є: наземний сегмент – ефемеридні помилки; космічний сегмент – зміщення годинника супутника та коду супутника; сегмент користувача – шум приймача та зміщення приймача; поширення сигналу – іоносферна затримка та тропосферна затримка спричинена атмосферними впливами.

Виявлення та виправлення помилок здійснюють за допомогою каналного кодування цифрових даних перед тим як вони будуть передані як аналоговий сигнал. Це означає, що ми не просто передаємо дані, але також передаємо додаткові, надлишкові біти, метою яких є полегшення виявлення помилок. За допомогою відповідного вибору надлишкових бітів помилкові біти даних можна не тільки виявити, але й виправити.

УДК 681.518.3

Р.О. Жаровський, канд. техн. наук; І.В. Марценюк; А.М. Паламар, канд. техн. наук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МЕТАНУ НА ОСНОВІ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

R.O. Zharovskyi, Ph.D; I.V. Martseniuk; A.M. Palamar, Ph.D
**COMPUTERIZED SYSTEM FOR DETECTING DANGEROUS METHANE
CONCENTRATIONS BASED ON SENSOR NETWORKS**

Система моніторингу газового середовища у вугільних шахтах є важливим інструментом забезпечення безпеки шахтарів. Оскільки метан є легкозаймистим та вибухонебезпечним газом, його накопичення в закритих просторах шахт може призвести до катастрофічних наслідків, таких як вибухи та отруєння. Сучасні вимоги до безпеки потребують створення надійної системи для виявлення та контролю концентрації метану, яка повинна бути швидкою, точною та здатною працювати у реальному часі.

Метан є невидимим газом без запаху, що значно ускладнює його виявлення без використання спеціальних пристроїв. Існуючі методи контролю концентрації метану часто потребують модернізації, оскільки вони або недостатньо точні, або не забезпечують своєчасного реагування на небезпечні зміни концентрації газу. Крім того, багато з цих систем є надто дорогими та складними для інтеграції у великій кількості в шахтні середовища. Таким чином, виникає потреба у створенні нової системи на основі технології Інтернету речей (IoT), яка могла б забезпечити цілодобовий моніторинг і попередження про небезпечні концентрації метану.

Метою цього дослідження є розробка комп'ютеризованої системи виявлення небезпечних концентрацій метану на основі сенсорних мереж, яка б була ефективною, економічно вигідною та доступною для розгортання у шахтних умовах. Пропонована система побудована на основі сенсорної мережі для виявлення метану з використанням IoT-платформи. До основних апаратних компонентів входять сенсори метану, контролер, що виконує функції збору, обробки та передавання даних, а також хмарна платформа, яка використовується для зберігання й аналізу інформації.

Система працює наступним чином: сенсори, розташовані у шахті, безперервно вимірюють концентрацію метану в повітрі. Зібрані дані надходять до контролера, де вони попередньо обробляються. У разі виявлення небезпечної концентрації метану контролер автоматично надсилає повідомлення на IoT-платформу. Завдяки цьому, інформація візуалізується в режимі реального часу, а у разі перевищення порогових значень система відправляє аварійне повідомлення до відповідальних осіб, а також може ініціювати автоматичне включення вентиляційної системи. Сенсорні мережі забезпечують більш точне й надійне виявлення небезпечних рівнів газу завдяки можливості встановлення багатьох датчиків у різних місцях шахти.

Головною перевагою запропонованої системи є її здатність до безперервного моніторингу концентрації метану та автоматизованого реагування у разі виявлення загрози. Дана система дозволяє зменшити ризик вибухів та покращити загальний рівень безпеки праці у вугільних шахтах. Запропонована комп'ютеризована система забезпечує надійний та економічно вигідний моніторинг газового середовища, а також підвищує оперативність реагування на небезпечні зміни концентрації метану. Завдяки сучасним IoT-технологіям, ця система може бути легко інтегрована у шахтне обладнання, забезпечуючи можливість адаптації до особливостей конкретних умов експлуатації.

УДК 681.5

Р.П. Вархоляк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ

R. Varkholiak

INCREASING THE ACCURACY OF AUTOMATION SYSTEMS FOR PRESSURE AND TEMPERATURE CONTROL IN INDUSTRIAL CONDITIONS

Зростаючий ринок інтелектуальних перетворювачів тиску та температури потребує аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) високої роздільної здатності, лінійності, та мінімального рівня шуму для максимально точної передачі сигналу.

Нижче коротко дослідимо переваги однобітового квантування проти багатобітового. Однобітне квантування, відоме також як дельта-сигма модуляція[1], є методом, який дозволяє значно зменшити нелінійність і збільшити ефективну розрядність аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Відмінною особливістю однобітного квантування є те, що воно використовує лише два рівні квантування, що робить його менш схильним до помилок, порівняно з багатобітовим, де кількість рівнів значно більша. Це сприяє зменшенню нелінійних спотворень, оскільки кожен рівень квантування кодується лише одним бітом, що знижує ймовірність помилки при визначенні амплітуди сигналу. Основна ідея полягає в тому, що сигнал з високою частотою дискретизації перетворюється в однобітний потік даних, де кожен відлік представляється лише одним бітом.[3] Це досягається за допомогою інтегратора, який накопичує вхідний сигнал, і компаратора, який порівнює накопичений сигнал з пороговим значенням. Якщо накопичений сигнал перевищує поріг, на виході формується логічна "1", якщо ні - логічний "0".

Для однобітного квантування важливим параметром є перевищення шуму квантування над сигналом, яке визначається як $(SNR = 6.02 \cdot b + 1.76)$ дБ, де (b) - кількість бітів. Оскільки в однобітному квантуванні $(b = 1)$, то (SNR) буде відносно низьким. Однак, завдяки високій частоті дискретизації і використанню цифрових фільтрів, можливо ефективно фільтрувати шум і підвищувати (SNR) (рис.1). Ще однією важливою характеристикою є динамічний діапазон, який для однобітного квантування може бути виражений через $(DR = SNR + 10 \cdot \log_{10}(f_s / 2 \cdot B))$ дБ, де (f_s) - частота дискретизації, а (B) - смуга пропускання сигналу. Це показує, що зі збільшенням частоти дискретизації можна досягти більшого динамічного діапазону[2].

Ще однією перевагою однобітного квантування є його здатність до легшої інтеграції в цифрові системи. Оскільки воно виробляє високочастотний шум, який легко відділяється від корисного сигналу, це дозволяє простіше впровадження в цифрові обробні системи без необхідності складних аналогових фільтрів. Також, однобітне квантування забезпечує більшу лінійність у порівнянні з багатобітовим, що є критично важливим для приладів, де потрібна висока точність.

Застосування однобітного квантування дозволяє також використовувати більш прості фільтри для відновлення аналогового сигналу, оскільки шум квантування, який генерується, має вищу частоту і може бути легше відфільтрований. Це забезпечує кращу точність і стабільність роботи АЦП, особливо в умовах високих частот, де багатобітове квантування може бути більш вразливим до шумів і перешкод.

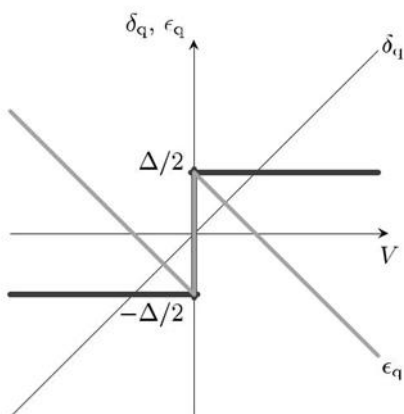


Рис. 1 Приклад кривої, передачі та функції похибок однорозрядного квантування

Завдяки своїй високій швидкодії та низькому рівню шуму, однобітні АЦП в основному підходять для застосування в системах автоматизації, які контролюють та регулюють тиск та температуру. Ці системи вимагають високої точності вимірювальних приладів, оскільки це впливає на якість продукції, безпеку персоналу та енергоефективність. Однобітне квантування дозволяє зменшити помилки, пов'язані з аналоговими перетвореннями, та підвищити точність вимірювань, що є особливо важливим для промислових процесів, де навіть незначні помилки можуть призвести до серйозних наслідків.

Крім того, однобітні АЦП мають властивість шумової стійкості, що дозволяє їм ефективно працювати в умовах електромагнітних перешкод, які часто зустрічаються в промислових середовищах. Це забезпечує більшу надійність систем вимірювання та контролю, зменшуючи ризик помилок або збоїв через зовнішні впливи.[4] Також, однобітні АЦП мають температурну стабільність, що дозволяє зберігати точність вимірювань навіть при зміні температури навколишнього середовища.

Енергоспоживання є ще одним важливим фактором для промислових систем. Однобітні АЦП, як правило, споживають менше енергії порівняно з багатобітовими АЦП, що робить їх більш ефективними для використання в промислових умовах, де енергоефективність може мати значний вплив на загальні витрати підприємства.

Втім, однобітне квантування має і свої недоліки. Наприклад, воно може бути не таким ефективним при низьких частотах сигналу, де багатобітне квантування може забезпечити кращу динамічну характеристику. Також, для досягнення високої точності, однобітні системи вимагають високої швидкості роботи, що може бути проблематичним для деяких систем. І основна проблема виникає з частотою дискретизації, яка зазвичай обмежена встановленням операційного підсилювача. Отже, необхідні альтернативні методи для збільшення смуги пропускання сигналу дельта-сигма АЦП та збереження їх точності.

Література:

1. Steven R. Norsworthy, Richard Schreier, and Gabor "Delta-Sigma Data Converters: Theory, Design, and Simulation" C. Temes Feb. 2006. – C25-26.
2. Richard Schreier and Gabor "Understanding Delta-Sigma Data Converters" C. Temes, Feb. 2007. – C 51-63.
3. B. Boser and B. Wooley, "The Design of Sigma-Delta Modulation Analog-to-Digital Converters," IEEE J. of Solid-State Circuits, Vol. 23, No. 6, Dec. 1988 – C 1298-1308.
4. Jose M. de la Rosa and Belen Perez-Verdu "Sigma-Delta Converters: Practical Design Guide" by, Nov. 2004.

УДК 004.056

Р.С.Липянчик, Б.М. Липа, О.В.Мардинавка

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ В МЕРЕЖЕВИХ IDS СИСТЕМАХ

UDC 004.056

R. Lypianchuk, B. Lyra, O. Mardynavka

WAYS TO IMPROVE INTRUSION DETECTION IN NETWORK IDS SYSTEMS

Використання комп'ютерних систем та Інтернету останнім часом призвело до серйозних проблем безпеки, приватності та конфіденційності. Кількість кібератак постійно зростає, і з кожним роком вони стають більш складними та витонченими. Злочинці використовують новітні методи, такі як атаки нульових днів, фішинг, складні типи DoS-атак і шкідливі програми.

Комерційні компанії широко використовують IDS (системи виявлення вторгнень) та IPS (системи запобігання вторгненням) для забезпечення безпеки своїх інформаційних систем і захисту від руйнівних кібератак. Ці технології працюють разом, але мають різні функції та завдання [1]. Системи виявлення вторгнень (Intrusion Detection System IDS) допомагають аналізувати мережевий трафік і генерувати сповіщення в разі виявлення зловмисної активності. Система запобігання вторгненням (Intrusion Prevention System IPS) активно реагує на потенційні загрози, не лише виявляючи їх, але й блокуючи або припиняючи атакуючі дії в реальному часі.

Деякі організації використовують брандмауери, а також маршрутизатори разом з IPS/IDS. Основна різниця між ними полягає в тому, що брандмауер перевіряє лише IP-адресу та номер порту. Використовуючи номер порту та IP-адресу, він блокує трафік. Брандмауер - це перша лінія, яка може захистити мережу від зловмисників. Він може виявити лише обмежену кількість атак. Тому рекомендують додатково використовувати IDS/IPS, щоб забезпечити додатковий рівень захисту трафіку від атак з боку веб-серверів, доступних з Інтернету [2].

Відповідно до [3], IDS є одним з широко розповсюджених інструментів, що дозволяє здійснювати моніторинг цілого ряду мережевих систем, хмарних обчислень, а також інформаційної системи. За місцем встановлення систем виявлення вторгнень (IDS), їх поділяють на:

- Мережеві IDS (NIDS - Network IDS). Ці системи розташовані на рівні мережі і аналізують весь трафік, що проходить через мережу. Вони допомагають виявити атаки, спрямовані на мережу або що використовують мережеві вразливості.

- Хостові IDS (HIDS - Host IDS). Ці системи встановлюються на окремих пристроях (наприклад, серверах, комп'ютерах) і контролюють їх активність, включаючи доступ до файлів, журнали подій, використання процесора тощо.

NIDS сканує мережевий трафік з сегмента локальної мережі. Він також може відстежувати більше мережевих цілей, намагаючись виявити загрози, які можуть бути пропущені HIDS, оскільки HIDS не може читати заголовки пакетів і не може виявити певні

типи атак. Проте мережеві дані генеруються з великою швидкістю та у значній кількості. Тому є дуже важливою задачею правильної репрезентації характеристик мережевого трафіку, виділяють пакетний, потоковий та аналіз на рівні прикладного шару. Пакетний аналіз розглядає характеристики мережевих пакетів. Поточковий аналіз оперує групами пакетів із однієї сесії та їх агрегованими характеристиками. Аналіз на рівні прикладного шару використовує мережеві дані додатків.

За способом виявлення атак IDS поділяють на:

- Сигнатурні IDS (Signature-Based IDS). Ці системи працюють за принципом порівняння з відомими шаблонами атак (сигнатурами). Якщо виявлено дії, які відповідають відомим атакам, система сигналізує про загрозу.

- Аномалійні IDS (Anomaly-Based IDS). Ці системи вивчають нормальну поведінку системи або мережі і сигнализують, коли відбувається відхилення від цієї норми. Це може бути ознакою нової атаки

- Гібридні IDS (Hybrid IDS). Поєднують методи сигнатурного та аномалійного виявлення, щоб забезпечити більш точне та ефективне виявлення атак.

До переваг аномалійних IDS відносять здатність виявляти нові або невідомі атаки [3].

Аномалійні IDS можуть використовувати різні методи для виявлення відхилень:

- Статистичний аналіз: порівнює поточну активність з відомими статистичними моделями нормального використання.

- Методи машинного навчання (ML): деякі аномалійні IDS використовують алгоритми машинного навчання для розпізнавання шаблонів і виявлення аномальних поведінкових патернів. Це дозволяє системі адаптуватися до нових умов і загроз.

- Нейронні мережі: складніші моделі, які допомагають покращити точність виявлення, оскільки вони можуть аналізувати більше параметрів і взаємозв'язків у даних.

Автори [4] обґрунтували цінність методів машинного навчання для виявлення мережевих атак. Проте, використання методів машинного навчання вимагає ґрунтової попередньої обробки даних, вибору моделей та налаштування їх гіперпараметрів.

Отже, основними шляхами дослідження щодо вдосконалення IDS систем визначено наступні:

- вибір та обґрунтування інструментів для формування простору ознак,
- підвищення якості вхідних даних методами їх попередньої обробки,
- вибір та налаштування гіперпараметрів моделі.

Література.

1. Safana Hyder Abbas, Wedad Abdul Khuder Naser, Amal Abbas Kadhim, 2023. Subject review: Intrusion Detection System (IDS) and Intrusion Prevention System (IPS). Global Journal of Engineering and Technology Advances, No 14(02), P.155–158
2. Kanika, 2013 Intrusion Detection System and Intrusion Prevention System – a Review Study. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 8, P.594-596
3. Aljanabi Mohammad, Ismail Mohd Arfian, Ali Ahmed, 2021. Intrusion Detection Systems, Issues, Challenges, and Needs. International Journal of Computational Intelligence Systems. No 14. P.1-11. DOI:[10.2991/ijcis.d.210105.001](https://doi.org/10.2991/ijcis.d.210105.001).
4. J. Jabez, V.Muthukumar, 2015 Intrusion detection system (IDS): anomaly detection using outlier detection approach. Procedia Computer Science No 8, P.338 – 346, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.191>
5. N Zagorodna, M Stadnyk, B Lypa, M Gavrylov, R Kozak. 2022. Network Attack Detection Using Machine Learning Methods. Challenges to national defence in contemporary geopolitical situation, No 1, P. 55-61

УДК 004.5

Ростислав Трембач, к.т.н., доц.; Віталій Ковалик, Ростислав Гвоздецький, Інна Кобринчук ст. гр. КАМ-61

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В НАЗЕМНИХ ДІЛЯНКАХ ТРУБОПРОВОДІВ

Rostyslav Trembach Ph.D, Assoc. Prof.; Vitaly Kovalik, Rostyslav Gvozdetskyi, Inna Kobrynychuk, art. c. КАМ-61

AUTOMATED SYSTEM FOR DIAGNOSING HEAT EXCHANGE PROCESSES IN GROUND SECTIONS OF PIPELINES

Магістральний трубопровід містить у собі: головні спорудження, лінійну частину, проміжні насосні чи компресорні станції, устаткування кінцевих пунктів і т.п. Основною складовою магістрального трубопроводу є лінійна частина, що включає власне трубопровід з відгалуженнями, запірну арматуру, переходи через природні і штучні перешкоди, компенсатори і лінійні спорудження, призначені для забезпечення заданих режимів перекачування продукту. Магістральні трубопроводи прокладають у найрізноманітніших топографічних, геологічних, гідрологічних і кліматичних умовах. В даний час при спорудженні магістральних трубопроводів застосовують підземну, напівпідземну, наземну і надземну схеми прокладки.

Велике практичне значення для оцінки й прогнозу технічного стану найбільш небезпечних відкритих наземних ділянках трубопроводів представляють аналітичні дослідження наявних термонапружень. Підтверджені експериментальними вимірами теоретичні розрахунки термонапружень і можливих теплових деформацій у трубопроводі створюють реальну картину його навантаженого стану і дозволяють заздалегідь приймати необхідні рішення для забезпечення конструктивної надійності, не затрачаючи в той же час великих засобів на ремонт менш небезпечних ділянок [1,2].

Для дослідження стану трубопроводу розроблена математична модель, яка дозволяє вивчати процес теплообміну та оцінювати теплові навантаження, що виникають в об'єкті, оцінювати розміри зон ремонту, оптимальних за критерієм мінімальної зміни напружень, враховуючи геометричні, термічні, радіаційні та інші властивості матеріалу труби, які є змінними в часі, давати уточнену кількісну характеристику напружень, що виникають внаслідок дії на ділянку інтенсивних теплових навантажень.

Математична модель теплообміну в диференційній формі [3]

Рівняння теплопровідності в циліндричних координатах із відповідними йому крайовими умовами:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right), \quad (1)$$

де T – температура стінки трубопроводу; t – час; a – відома константа: $a^2 = \lambda / (c \cdot \rho)$; λ – теплопровідність матеріалу, c – питома теплоємність матеріалу, ρ – густина матеріалу, r – радіус трубопроводу, φ – кут.

Задання початкових умов.

$$T|_{t=0} = T_0 \quad (2)$$

де T_0 – початкова температура стінки трубопроводу.

Задання граничних умов:

а) відносно заданого радіуса:

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = \alpha(T_c - T) \\ \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_1} = \alpha(T_c - T) + \varepsilon \sigma (T_c^4 - T^4) \end{array} \right. , \quad (3)$$

б) відносно визначеного кута:

$$\left\{ \begin{array}{l} T|_{\varphi=\varphi_0} = T_c \cdot \left(\frac{r_1 - r}{r_1 - r_0} \right) + T_2 \cdot \left(\frac{r_0 - r}{r_0 - r_1} \right) \\ T|_{\varphi=\varphi_1} = T_c \cdot \left(\frac{r_1 - r}{r_1 - r_0} \right) + T_2 \cdot \left(\frac{r_0 - r}{r_0 - r_1} \right) \end{array} \right. . \quad (4)$$

де T_c - температура навколишнього середовища; T_2 - температура газу, який транспортується по трубопроводу; $0 < \varepsilon < 1$; σ - стала Стефана-Больцмана, α - коефіцієнт теплопередачі поверхні трубопроводу; r_0, r_1 - внутрішній і зовнішній діаметри трубопроводу відповідно, φ_0, φ_1 - граничні значення зміни кута φ .

Математична модель теплообміну в дискретній формі [3]

Система апроксимаційних рівнянь теплопровідності в трубопроводі із заданими для неї крайовими умовами:

На першому півкроці по часу шукаємо невідомі величини $T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - T_{i,j}^n}{\tau/2} = a^2 \cdot \frac{T_{i+1,j}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i-1,j}^n}{h_r^2} + a^2 \cdot \frac{1}{r_0 + (i-1)h_r} \cdot \frac{T_{i+1,j}^n - T_{i-1,j}^n}{2h_r} + a^2 \cdot \frac{1}{(r_0 + (i-1)h_r)^2} \cdot \frac{T_{i,j+1}^{n+\frac{1}{2}} - 2T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + T_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{h_\varphi^2}, \\ T_{i,1}^{n+\frac{1}{2}} = T_c \cdot \left(\frac{r_0 - r_i}{r_0 - r_1} \right) + T_2 \cdot \left(\frac{r_1 - r_i}{r_1 - r_0} \right), \\ T_{i,L}^{n+\frac{1}{2}} = T_c \cdot \left(\frac{r_0 - r_i}{r_0 - r_1} \right) + T_2 \cdot \left(\frac{r_1 - r_i}{r_1 - r_0} \right). \end{array} \right.$$

На другому півкроці по часу шукаємо невідомі величини $T_{i,j}^{n+1}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{T_{i,j}^{n+1} - T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\tau/2} = a^2 \cdot \frac{T_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + T_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_r^2} + a^2 \cdot \frac{1}{r_0 + (i-1)h_r} \cdot \frac{T_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - T_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{2h_r} + a^2 \cdot \frac{1}{(r_0 + (i-1)h_r)^2} \cdot \frac{T_{i,j+1}^{n+\frac{1}{2}} - 2T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + T_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{h_\varphi^2}, \\ \lambda \cdot \frac{T_{1,j}^{n+1} - T_{0,j}^{n+1}}{h_r} = \alpha(T_2 - T_{0,j}^{n+1}), \\ \lambda \cdot \frac{T_{K,j}^{n+1} - T_{K-1,j}^{n+1}}{h_r} = \alpha(T_c - T_{K,j}^{n+1}) + \varepsilon \sigma \cdot (T_c - T_{K,j}^{n+1}) \cdot 4T_c^3. \end{array} \right.$$

Зміна по координаті r : $r_i = r_0 + i \cdot h_r$, h_r - крок зміни радіуса, $i = 0, \dots, K$

Зміна по координаті φ : $\varphi_j = \varphi_0 + j \cdot h_\varphi$, h_φ - крок зміни кута, $j = 0, \dots, L$

Зміна в часі t : $t_n = n \cdot \tau$, τ - крок по часу, $n = 0, \dots, N$

Температура стінки трубопроводу в початковий момент часу $T_{i,j}^0 = T_0$.

Для розробки програмного забезпечення було обрано пакет Borland C++Builder. Цей програмний продукт здатний інтегруватися з іншими застосунками, що може змінюватися в ході роботи. Таким чином, середовище Borland C++Builder призначене для створення додатків Windows, розроблених на основі мови програмування C++. На рисунку 1 наведено діаграму зв'язків між компонентами головної форми програми.

На основі математичної моделі було написано програму на мові програмування Borland C++Builder. Програма дає можливість відобразити зміну в часі температури газу в трубопроводі, температури навколишнього середовища, а також температури в стінці трубопроводу, яка утворюється в результаті дії на трубопровід попередніх температур. Графік зміни температури у заданій точці стінки труби в часі представлено на рис.2.



Рисунок 1- Діаграма зв'язків між компонентами головної форми програми.

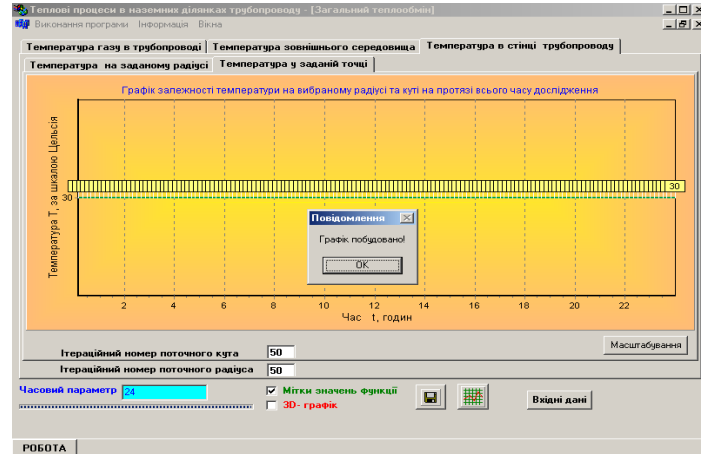


Рисунок 2 – Графік зміни температури у заданій точці стінки труби в часі

Література

1. Обертюх Р.Р. Теоретичні основи теплотехніки: Навч. Посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ- Вінниця, 2009.- 165с.
2. Алексєєва І. В., Гайдей В. О, Диховичний О. О., Федорова Л. Б. Математика в технічному університеті [Електронний ресурс]: підручник . Т. 2. - Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019.
3. Журавчак Л. М. Дискретна математика для програмістів: навчальний посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2019.

УДК 004.738.5

С. Вінтонів; Є. Тиш, канд. техн. наук

(Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна)

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА API ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ОБМІНУ КНИГАМИ

S. Vintoniv; Ie. Tysh, Ph.D.

Ternopil Ivan Puluuj National Technical University, Ukraine

DESIGNING AND DEVELOPING AN API FOR A BOOK EXCHANGE PLATFORM

Сучасні цифрові платформи для обміну книжками значною мірою покладаються на надійні API для забезпечення безперешкодної взаємодії між користувачами та сервісами платформи. При розробці API пріоритетами мають бути масштабованість, продуктивність і безпека, особливо для платформ, які обробляють динамічну і складну взаємодію з користувачами. У цій роботі досліджується розробка API для платформи обміну книжками з акцентом на інноваційні методи і технології, що забезпечують ефективність, надійність і безпеку платформи.

Однією з головних проблем розробки API є ефективна обробка великих обсягів даних. Сучасні рішення цих проблем включають асинхронну обробку запитів, кешування даних та оптимізовані запити до бази даних. Асинхронна природа Node.js у поєднанні з такими фреймворками, як Express та Apollo Server, забезпечує швидку та одночасну обробку декількох запитів, що є критично важливим для забезпечення адаптивного користувацького досвіду.

Важливим підходом до підвищення продуктивності API є кешування. Використовуючи такі інструменти, як Redis або сховища даних в пам'яті, до яких часто звертаються, можуть бути швидко отримані без навантаження БД. GraphQL також підтримує механізми кешування на рівні запитів, які зменшують навантаження.

Безпека залишається критично важливим питанням при розробці API. Впровадження найкращих практик, таких як автентифікація на основі токенів, обмеження швидкості та валідація вхідних даних, захищає систему від таких загроз, як DDoS-атаки або несанкціонований доступ до даних.

Результати цього дослідження демонструють, що поєднання асинхронних технологій, ефективних механізмів кешування, протоколів безпеки та масштабованих архітектур забезпечує надійну основу для створення сучасного API.

Література

1. API Design: Principles for Building Effective APIs. URL: <https://medium.com/@teja.ravi474/api-design-principles-for-building-effective-apis-5d391b6844a3>
2. API and Database Performance Optimization Strategies. URL: <https://dzone.com/articles/api-and-database-performance-optimization-strategi>
3. API Security — Introduction. URL: <https://medium.com/@siddiquimohammad0807/api-security-introduction-216d46968c8b>

УДК 629.735.33.

Станько А.А., докт. філософії, Дудирев Д.Ю., Козачок М.В.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ НА ОСНОВІ ІОТ

Stanko A.A. Ph.D, Dudyrev D.Y., Kozachok M.V.

INTELLIGENT TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM BASED ON IOT

Використання приватних транспортних засобів, що збільшилося за останні кілька років завдяки розвитку технологій та способу життя громадян, спричиняє складний дорожній рух як у містах, так і в сільській місцевості в усьому світі. Величезний трафік призводить до забруднення навколишнього середовища, неминучих аварій і втрати часу через затори та затори [1,2]. В останні роки концепція Інтернету речей (ІоТ) пропонує відмінне автоматизоване рішення для всіх основних застосувань. Ця технологія забезпечує ефективну систему управління дорожнім рухом за допомогою автоматизованого відстеження, моніторингу, обробки та управління [3]. Розглянемо різноманіття інтелектуальних систем управління дорожнім рухом, розроблених на основі Інтернету речей для зменшення заторів на дорогах [4].

За останні кілька років міський рух стає все більш складним і переповненим через популярність і використання приватних транспортних засобів серед населення в усьому світі. Це призводить до величезних заторів у години пік, а також підкреслює важливість ефективної системи управління дорожнім рухом, щоб уникнути небажаних аварій, забруднення навколишнього середовища, втрат часу тощо [2, 3]. Інтернет речей (ІоТ) використовується для інтелектуального управління дорожнім рухом завдяки вдосконаленню передачі даних через Інтернет, використанню хмарних технологій та відповідному моніторингу з використанням різних методологій машинного навчання [5].

Ефективна система управління дорожнім рухом допоможе зменшити напруженість у дорожньому русі серед усіх категорій цивільного населення [1, 4], а саме:

- Водії транспортних засобів
- Люди похилого віку
- Швидка допомога (надзвичайна ситуація)
- Транспортні послуги

Основні переваги використання Інтернету речей для інтелектуального управління дорожнім рухом [3, 5]:

- Зменшення транспортного тиску серед цивільного населення
- Динамічна інформація про дорожній рух для мандрівників
- Оптимізований маршрут для досягнення місця призначення
- Висока надійність
- Безпека руху
- Керування дорожнім рухом та рішення, що не залежать від погодних умов.

Такі інтелектуальні системи управління дорожнім рухом на основі Інтернету речей ведуть до розумного управління містом у майбутньому [4]. Система ІоТ включає в себе всі деталі елементів дорожнього руху, таких як мости, дороги, тунелі, світлофори, транспортні засоби, водії за допомогою гаджетів тощо. Всі елементи підключені до інтернету для ефективного управління транспортною системою в усьому місті. Це включає в себе ефективний збір інформації про дорожній рух, відповідну обробку, аналіз різних умов і категорій великої кількості інформації про дорожній рух у переповненому районі, що призводить до сучасного управління дорожнім рухом. Дослідникам варто детально розглянути різні інтелектуальних систем управління дорожнім рухом на основі Інтернету речей, їх переваги та обмеження, а також перспективи на майбутнє.

Інтелектуальні системи управління трафіком на основі Інтернету речей можна розділити на три категорії, як показано на рисунку 1:



Рисунок 1. Категорії інтелектуальних систем управління трафіком

Система моніторингу дорожнього руху: моніторинг дорожнього руху є одним з головних чинників розумної або інтелектуальної системи управління дорожнім рухом. Він має справу з комунікацією між транспортними засобами та між транспортними засобами та різними інфраструктурними комунікаціями для підвищення доступності дорожніх шляхів для користувачів замість будівництва нових доріг, які потребують значних фінансових витрат з боку уряду на будівництво та обслуговування.

Пішохідний перехід: одним з основних аспектів інтелектуальної системи управління дорожнім рухом є ефективний моніторинг пішохідних переходів, щоб зменшити напруженість дорожнього руху в міських районах, а також допомогти людям похилого віку самостійно переходити головні дороги без сторонньої допомоги. Існує кілька досліджень, спрямованих на впровадження ефективного управління пішохідними переходами за допомогою Інтернету речей.

Аварійний дозвіл: життя є безцінним у цьому світі. Для автомобілів екстреної допомоги, таких як карета швидкої допомоги, є справжнім викликом перетнути бурхливий трафік, щоб дістатися до лікарні і врятувати життя пацієнта в переповнених міських районах. Це призводить до багатьох досліджень, щоб прокласти оптимальний шлях до швидкої допомоги під час надзвичайних ситуацій, коли поліцейські машини, пожежні бригади потрапляють у переповнені транспортні потоки. Ручне управління або заздалегідь визначені таймери на світлофорі не зможуть забезпечити пропуск автомобілів швидкої допомоги, якщо вони перебувають у щільному транспортному потоці. Це призводить до автоматизованої системи очищення аварійних транспортних засобів для інтелектуального управління дорожнім рухом. Ця система працює з RFID-міткою, яка встановлюється на приладовій панелі автомобіля під час виробництва. На основі зчитування RFID-мітки система пріоритизує транспортний засіб і надає окремий шлях для екстреної допомоги, щоб без затримок проїхати ділянки з інтенсивним рухом, щоб вчасно прибути до місця призначення і уникнути втрат.

Висновок. Ця робота дає огляд інтелектуальної системи дорожнього руху на основі Інтернету речей (IoT), її переваг та обмежень щодо аналізу заторів на дорогах, пішохідних переходів та наявності вільного шляху для автомобілів екстрених служб у містах в режимі реального часу, а також її майбутнього вдосконалення в напрямку інтелектуальних правил дорожнього руху та систем оповіщення для транспортних засобів у «розумних» містах.

Література

1. Ahmed, A., & Hassan, S. (2020). Intelligent traffic management systems using IoT. *IEEE Access*, 8, 120673-120689. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3004567>
2. Lee, J., Kim, H., & Park, K. (2021). IoT-based traffic management solutions: Opportunities and challenges. *Sensors*, 21(3), 765. <https://doi.org/10.3390/s21030765>
3. Singh, R., & Sharma, D. (2022). IoT-enabled smart traffic systems: A systematic review and analysis. *Journal of Urban Computing*, 9(2), 112-126. <https://doi.org/10.1016/j.juc.2022.01.003>
4. Patel, R., & Mehta, K. (2020). Dynamic traffic flow optimization using IoT: A case study. *Future Internet*, 12(5), 89. <https://doi.org/10.3390/fi12050089>
5. Kumar, P., & Gupta, V. (2021). IoT-integrated traffic management and monitoring: Advances and future directions. *Computers and Electrical Engineering*, 97, 107524. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107524>

УДК 004.8:658.5:005.6

Станько А.А., докт. філософії, Козак С.І., Кульчицький С.З.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНДУСТРІЯ 5.0: ЛЮДИНОЦЕНТРИЧНИЙ ПІДХІД У ДОБУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Stanko A.A. Ph.D, Kozak S.I., Kulchytskyi S.Z.

INDUSTRY 5.0: HUMAN-CENTERED APPROACH IN THE AGE OF TECHNOLOGICAL REVOLUTION

На зміну Індустрії 4.0, яка була запропонована десять років тому, щоб врахувати як сильні, так і слабкі сторони промисловості, прийшла Індустрія 5.0. Вона прагне поставити добробут людини в основу виробничих систем, досягаючи суспільних цілей, що виходять за рамки зайнятості та зростання, щоб надійно забезпечити багатство для довгострокового розвитку всього людства. Всебічний огляд літератури дозволив визначити ризики та стратегії їх мінімізації в архітектурі Індустрії 5.0.

Сучасна технологічна революція докорінно змінить спосіб життя, роботи, мислення та співпраці людей у всьому світі [1]. Цифрові технології, побудовані на штучному інтелекті, можуть вирішувати бізнес-проблеми. Вони використовуються для досягнення масової кастомізації та вдосконалення виробництва з меншою кількістю людської праці. Вперше Індустрію 5.0 було запропоновано у 2015 році, але її вплив на виробництво тільки почав ставати очевидним. Тут використовуються найсучасніші виробничі технології, щоб задовольнити індивідуальні запити клієнтів. Штучний інтелект використовується як новий інструмент у промислових процесах для підвищення точності та продуктивності [2].

Перед виробниками в усьому світі стоїть завдання підвищити продуктивність і водночас тримати людей в курсі виробничого процесу. Це завдання стає дедалі складнішим, коли нові технології, такі як інтерфейси «мозок-машина» та досягнення в галузі штучного інтелекту, роблять роботів більш важливими для виробничого процесу. Прийдешня промислова революція, відома як Індустрія 5.0, може вирішити ці проблеми. Коротко кажучи, фраза

«Індустрія 5.0» передбачає, що люди і роботи співпрацюватимуть, а не конкуруватимуть [5]. Індустрія 5.0 просто фокусується на знаннях, навичках і здібностях працівників, які можна об'єднати з машинами. Було проаналізовано, як Індустрія 5.0 наразі функціонує у зв'язку з пов'язаними з нею науковими розробками. Зокрема, ланцюги поставок, штучний інтелект, великі дані, цифрова трансформація, машинне навчання та Інтернет речей все ще залишаються ключовими факторами, що впливають на Індустрію 5.0. Це ті самі сили, які сформували Індустрію 4.0.

Три ключові детермінанти розвитку Індустрії 5.0 визначені як людиноцентричний, сталий та стійкий розвиток. Термін «людський фактор» в Індустрії 5.0 означає інтеграцію людського досвіду, інтелекту та креативності з машиною для підвищення ефективності промислового виробництва. Щоб краще зрозуміти «людський фактор» в Індустрії 5.0, розглянемо приклад мобільного виробництва, в якому машини відповідають за створення та інтеграцію частин мобільних телефонів, а люди налаштовують їх відповідно до потреб замовника. Рисунок 1 ілюструє, як архітектура Індустрії 5.0 поєднує співпрацю людей і машин. Інша перспектива характеризує Індустрію 5.0 як швидшу, більш масштабовану та залучаючи більше людей, ніж раніше, завдяки наявним технологіям. Цього можна досягти за рахунок більш досконалих інтерфейсів між роботом і людиною, які поєднують людський інтелект і творчість з кращою автоматизацією та інтеграцією роботів. Це призведе до підвищення продуктивності. Індустрія 5.0 пропонує значні переваги, такі як підвищення продуктивності, гнучкості, прибутковості, адаптивності, готовності до змін і зниження витрат. Наголошуючи на зручності, доступності та користувацькому досвіді, принципи

людино-орієнтованого дизайну покращують заходи безпеки, гарантуючи, що протоколи безпеки є простими для розуміння і плавно інтегровані в робочі процеси. Впроваджуючи концепції людино-орієнтованого дизайну в заходи безпеки, організації можуть розвивати культуру безпеки серед своїх співробітників, дозволяючи їм відігравати активну роль у захисті активів і зниженні можливих ризиків у середовищі Індустрії 5.0. Однак, це також пропонує основні переваги, такі як розвиток глобального суспільства, виховання працівників з відкритим мисленням та запобігання відходам задля сталого розвитку, економії коштів, захисту довкілля та кращої соціальної взаємодії. Завдяки зменшенню кількості марно витрачених матеріалів і ресурсів, чотири типи поглядів на запобігання утворенню відходів мають значний вплив як на навколишнє середовище, так і на економіку. З метою мінімізації матеріальних витрат і соціальних наслідків ці погляди охоплюють фізичні відходи, міські відходи, технологічні відходи та соціальні відходи.

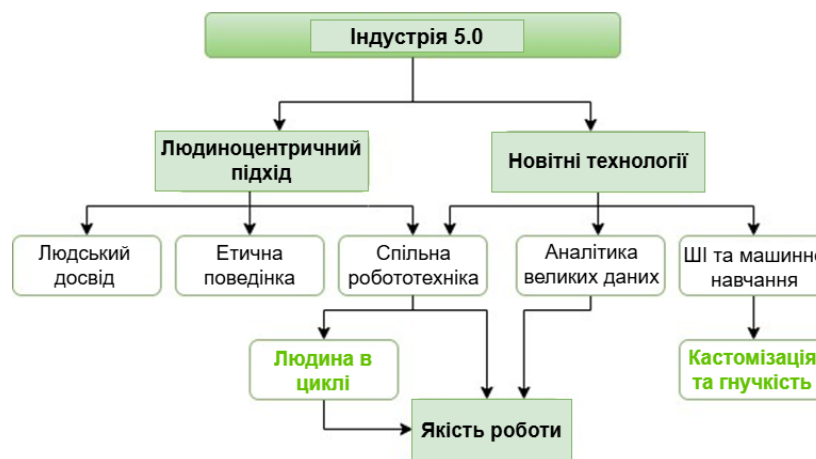


Рисунок 1. Архітектура індустрії 5.0

Індустрія 4.0 менше стосується людей, а більше - технологій, відкидаючи роль людини у виробничих системах. Як наслідок, Індустрія 5.0 виникла як додаткова і перехідна філософія від технологічної Індустрії 4.0 до орієнтованої на людину Індустрії 5.0, де добробут працівників є пріоритетом при збереженні виробничих показників. Виходячи за рамки підходу, орієнтованого на прибуток, Індустрія 5.0 наголошує на сталості шляхом врахування соціальних, екологічних та суспільних факторів. Хоча вона наголошує на безпеці на робочому місці, зв'язках між людиною і машиною та більшій соціальній та екологічній відповідальності, ця концепція визнає силу технологій для промислового розвитку, водночас пов'язуючи комерційні та соціальні цілі воедино. Використання співпраці між людиною і машиною, посилення взаємодії в складних промислових системах і розширення можливостей людей і операторів завдяки індивідуальним здібностям і навичкам - все це приклади майбутніх можливостей для людиноцентризму. Індустрія 5.0 може стати першою галуззю, яка буде орієнтована на людину.

Література

1. Apriliyanti, M. (2022). Challenges of the industrial revolution era 1.0 to 5.0: University digital library in Indonesia. *Library Philosophy and Practice*, 1–17.
2. Yavari, F., & Pilevari, N. (2020). Industry revolutions development from Industry 1.0 to Industry 5.0 in manufacturing. *Journal of Industrial Strategic Management*, 5(1), 44–63.
3. Castelo-Branco, I., Oliveira, T., Simões-Coelho, P., Portugal, J., & Filipe, I. (2022). Measuring the fourth industrial revolution through the Industry 4.0 lens: The relevance of resources, capabilities, and the value chain. *Computers in Industry*, 138, Article 103639. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103639>
4. Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Internet of things for smart factories in Industry 4.0: A review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.192>
5. Akundi, A., Euresi, D., Luna, S., Ankobiah, W., Lopes, A., & Edinbarough, I. (2022). State of Industry 5.0: Analysis and identification of current research trends. *Applied System Innovation*, 5(3), Article 27. <https://doi.org/10.3390/asi5030027>

УДК 004.6

Т.О. Шпота; О.В. Палка, доктор філософії

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ДАНИХ

T.O. Shpota, O.V. Palka Ph.D

TECHNOLOGY OVERVIEW DATA ANALYSIS

Станом на сьогодні задачі обробки великих масивів даних є популярними, а тому галузі використання інтелектуального аналізу даних є практично необмеженими [1]. Зокрема, алгоритми ІАД використовуються на таких етапах роботи різнотипових організацій: аналіз ринку, розробка продукту, оцінка можливостей реалізації, оптимізація бізнес-процесів та прогнозування результатів.

Традиційна архітектура програмного забезпечення для обробки даних в більшості випадків є орієнтованою на бази даних [2]. У свою чергу процес аналізу даних дає змогу використовувати різноманітне спеціалізоване ПЗ для забезпечення життєвого циклу даних: збору, зберігання, обробки та використання. У табл. 1 наведено перелік технологій та ПЗ, що дають можливість автоматизувати процес обробки та аналізу даних.

Таблиця 1. Технології, що використовуються при маніпуляціях з даними

Процес обробки та аналізу даних	Технології та ПЗ
Збір даних	BeautifulSoup , Google Analytics, Hotjar
Зберігання даних	MySQL MongoDB Microsoft SQL Server
Обробка даних	Apache Spark Tableau Azure Synapse Analytics
Мови програмування як інструменти ІАД	Python Java C++

Таким чином, можна зробити висновок, що використання спеціалізованого програмного забезпечення та мов програмування дозволяє автоматизувати процеси життєвого циклу даних, значно спрощує аналіз і допомагає отримувати якісніші результати для прийняття управлінських рішень. Крім того, інтеграція сучасних технологій обробки даних забезпечує можливість масштабування процесів, оптимізації витрат і підвищення точності прогнозування, що є ключовими факторами успішного функціонування організацій у цифрову епоху.

Література

1. Застосування програмних інструментів для аналізу та візуалізації даних. [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/35278/103186.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
2. Використання систем штучного інтелекту для автоматизації виробничих процесів. [Електронний ресурс] – 2022. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/fe6a5c40-27eb-43c1-aa87-d9eb901ea5a7>.

УДК 004.056

Ю. Б. Паляниця , Н.О. Брозь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПОСІБ ЗАХИСТУ ВІД КОМБІНОВАНИХ ЗАВАД ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ КОМУНІКАЦІЇ НА БЛИЗЬКИХ ВІДСТАНЯХ

Y.B. Palianytsia , N.O. Broz

A METHOD OF PROTECTION AGAINST COMBINED INTERFERENCE INCREASE THE EFFICIENCY OF COMMUNICATION SYSTEMS AT CLOSE DISTANCES

Сучасні системи ближнього зв'язку стикаються з проблемою комбінованих завад, які включають адитивні завади, багатопроменеве затухання та міжканальні інтерференції. Це обмежує якість зв'язку та збільшує затримки. Основна мета роботи – розробити спосіб захисту, який дозволить ефективно мінімізувати ці завади.

Методи:

1. Характеристика завад:

Середній рівень потужності адитивного шуму:

$$P_{\text{noise}} = -85 \text{ dBm}$$

Загальний рівень сигналу:

$$S_{\text{in}} = -60 \text{ dBm}$$

Відношення сигнал/шум (SNR) у каналі до застосування методу:

$$\text{SNR}_{\text{initial}} = 10 \log_{10} (P_{\text{signal}} / P_{\text{noise}}) = 25 \text{ dB}$$

2. Запропонований підхід:

Використання адаптивного фільтра (LMS) для зменшення шумів з адаптивним коефіцієнтом $\mu=0.01$ $\mu=0.01$ $\mu=0.01$.

Алгоритм корекції помилок на базі LDPC-кодів із параметрами (2048, 1723).

Моделювання в MATLAB:

- Для багатопроменевості застосовано модель Rician fading з коефіцієнтом $K=6$ $K=6$ $K=6$.

Результати:

1. Рівень шуму після фільтрації:

Після застосування адаптивного фільтра рівень шуму знижено до

$P_{\text{noise filtered}} = -100 \text{ dBm}$

Нове SNR:

$\text{SNR}_{\text{filtered}} = 10 \log_{10} (P_{\text{signal}} / P_{\text{noise filtered}}) = 40 \text{ dB}$

Ймовірність помилки:

Використання LDPC-кодів дало змогу знизити ймовірність бітової помилки (BER):

- До застосування методу: $\text{BER}_{\text{initial}} = 10^{-3}$
- Після застосування: $\text{BER}_{\text{filtered}} = 10^{-6}$

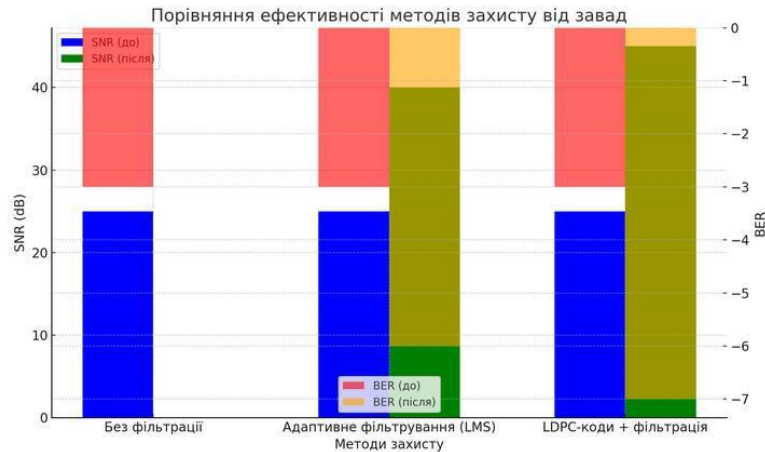
Загальна ефективність:

- Підвищення пропускної здатності каналу на 20%.
- Зменшення ймовірності втрати пакету на 50% у порівнянні з класичними методами

Висновки:

Запропонований метод забезпечує ефективне придушення комбінованих завад у системах ближнього зв'язку. Результати моделювання показали:

- Поліпшення SNR на 15 дБ.
- Зниження BER на три порядки.



Література:

1. Цифрові комунікації (5-е видання). McGraw-Hill, 2007.
2. Системи комунікацій (5-е видання). Wiley, 2013.
3. [The method of using fractal analysis for metastatic nodules diagnostics on computer tomographic images of lungs](#) . S.V. Romaniv, D.V. Palaniza, Y.B., Vakulenko, I.Y. Galaychuk
4. [Method, Algorithm and Computer Tool for Synphase Detection of Radio Signals in Telecommunication Networks with Noises](#) . Liliia Khvostivska, Mykola Khvostivskiy, Iryna Dediv, Vasyl Yatskiv, Yuri Palaniza
5. [Methods of Processing Cyclic Signals in Automated Cardiodiagnostic Complexes](#). Iaroslav V Lytvynenko, Andrii Horkunenko

УДК 621.391

Ю.Б. Гладь, к.т.н.; Н.Б. Гашин, к.т.н.; С.В.Гладь, к.т.н.; Н.Р.Крива
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КЕРУВАННЯ ПОЗИЦІОНУВАННЯМ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ

Yu. Hlado, Ph.D; N. Gashchyn, Ph.D; S. Glado, Ph.D; N. Kryva
CONTROLLING THE POSITIONING OF THE ANTENNA SYSTEM

Актуальною проблемою є розробка структурно-функціональної схеми та алгоритму роботи сучасної системи позионування та наведення, що може бути застосована в антенній техніці.

Метою дослідження є створення комп'ютерної мікропроцесорної системи, що може працювати у польових умовах і забезпечуватиме необхідну точність визначення заданих напрямків у просторі для антенної системи та не потребуватиме додаткових давачів положення осей опорно-поворотного пристрою антени, а також знаходження залежностей для їх визначення через показники давачів магнітного поля та сили земного тяжіння.

Пропонована система складається з таких основних частин: жорсткої немагнітної платформи, на яку встановлені і жорстко закріплені, із забезпеченням їх просторової прив'язки до оптичної осі антени, тривісний акселерометр і магнітометр, системи GPS навігації, мікроконтролера для опрацювання даних всіх систем, а також апаратного інтерфейсу (WiFi, Bluetooth, RS485 чи іншого) для зв'язку із зовнішнім комп'ютером або модуля для роботи у стільниковій мережі.

Особливістю запропонованої системи позиціонування антени є наявність зв'язку із зовнішнім комп'ютером чи мережевою базою даних, яка для відомих координат системи GPS визначає зсув вектора магнітного поля, величина якого залежить від точки розміщення антени, змінюється із плином часу і постійно оновлюється у відповідних базах даних.

Величини, отримані із давачів поля земного тяжіння (акселерометра) і магнітного поля (магнітометра), показують істинне положення осі антени у просторі (рис. 1). За допомогою відомих матричних перетворень систем координат [1] здійснюється приведення отриманих результатів до горизонтальної площини і розрахунок дійсних координат напрямку антени.

Для суміщення зміщеної системи координат із нерухою необхідно провести поворот системи координат $X_1Y_1Z_1$ відносно кожної із осей таким чином, щоб вектор земного прискорення, записаний у рухомій системі координат

$$G = \begin{bmatrix} X_a \\ Y_a \\ Z_a \end{bmatrix}$$

колінеарно сумістився із віссю Z нерухої системи координат. Поворот на вказані кути призведе зміщену систему до нерухої і відповідні складові вектора магнітного поля у площині XOY нерухої системи координат

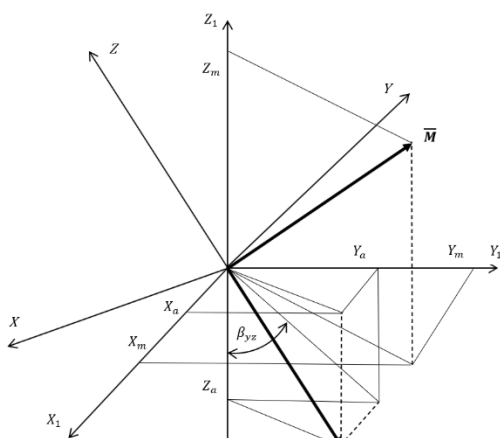


Рис. 1. Положення векторів G і M у просторі.
дадуть змогу обчислити істинний магнітний азимут напрямку антенної системи.

Із рис. 1 видно, що перший поворот необхідно виконати відносно осі OX_1 до суміщення проєкції вектора \mathbf{G} із віссю Z_1 на кут β_{yz} . Після цього повороту вектор \mathbf{G} лежатиме у площині XOZ . Другий поворот необхідно здійснити у цій площині відносно осі Y_1 до суміщення вектора \mathbf{G} із віссю Z_1 на кут β_{xz} .

Вказані кути повороту обчислюються за формулами

$$\beta_{yz} = \arctan\left(\frac{Y_a}{Z_a}\right) \quad \beta_{xz} = \arcsin\left(\frac{X_a}{|G|}\right)$$

де модуль вектора \mathbf{G} обчислюється за формулою

$$|G| = \sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}$$

Для визначення складових вектора магнітного поля у нерухомій системі координат здійснимо поворот цього вектора на знайдені кути за допомогою матричного перетворення виду

$$M_R = T_2 \times T_1 \times M$$

де T_2 і T_1 - відповідно, матриці повороту на кути β_{xz} і β_{yz} .

Матриці повороту мають вигляд

$$T_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\beta_{yz}) & \sin(\beta_{yz}) \\ 0 & -\sin(\beta_{yz}) & \cos(\beta_{yz}) \end{vmatrix} \quad T_2 = \begin{vmatrix} \cos(\beta_{xz}) & 0 & \sin(\beta_{xz}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\beta_{xz}) & 0 & \cos(\beta_{xz}) \end{vmatrix}$$

Вектор-стовпець складових магнітного поля у зміщеній системі координат може бути записаний таким чином

$$M = \begin{vmatrix} M_x \\ M_y \\ M_z \end{vmatrix}$$

Отриманий у результаті множення матриць вектор-стовпець M_R матиме відомі складові, орієнтовані у нерухомій системі координат

$$M_R = \begin{vmatrix} M_{xR} \\ M_{yR} \\ M_{zR} \end{vmatrix}$$

Так як вказані складові магнітного поля M_{xR} і M_{yR} лежать у горизонтальній площині, то азимутальний кут осі антени, що направлений вздовж осі OX , визначиться за формулою

$$Az = \arctan\left(\frac{M_{yR}}{M_{xR}}\right)$$

Для підвищення точності вимірювань і стабільності результатів необхідно застосувати відомі прості методи цифрової фільтрації шумів (усереднення чи застосування певної віконної функції) до складніших, наприклад, метод Калмана [2, 3, 4].

Розроблена мікропроцесорна комп'ютерна система показала достатню точність вимірювання положення об'єкту і може бути застосована у польових умовах як для орієнтації опорно-поворотного пристрою антенної системи, так і для інших подібних систем - прожекторного освітлення, руху мобільних пристроїв, запису траєкторії руху механізму тощо.

Література

1. Gene H. Golub, Charles F. Van Loan. Matrix Computations. The Johns Hopkins University Press, 2013. Baltimore, 756 p.
2. Cho S.Y., Park C.G. Tilt compensation algorithm for 2-axis magnetic compass. Electronic Letters, 2003, vol. 39, no. 22, pp. 1589–1590.
3. Konvalin C. Compensating for Tilt, Hard-Iron, and SoftIron Effects, Sensors. 2009. Vol. 26. № 12. P. 2–10
4. O. Sytnyk, A. Honcharov, N. Raievskiy. Compensation Of Destabilizing Factors Influence In The Process Of Determination Of The Earth Magnetic Field Components Using The Magnetometer Sensors, 2014. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/1686>

УДК 681.3, 631.4

Ю.Б. Паляниця, к.т.н., А.С. Гупало

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ НА ОСНОВІ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Y.B. Palianytsia Ph.D, A.S. Hupalo

ANALYSIS OF VEGETATION INDEX BASED ON MULTISPECTRAL DATA USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

У сучасному науковому просторі дослідження методів аналізу вегетаційного індексу з використанням мультиспектральних даних [1] та штучного інтелекту набуває надзвичайної актуальності. Представлена наукова робота розкриває підхід до екологічного та сільськогосподарського моніторингу із застосуванням радіоелектронних засобів, який змінює традиційне розуміння аналізу рослинних екосистем.

Глобальні виклики сучасності такі як зміна клімату, продовольча безпека та необхідність раціонального природокористування висувають принципово нові вимоги до технологій моніторингу навколишнього середовища. Саме тому інтеграція мультиспектральних технологій та штучного інтелекту стає ключовим напрямком наукових досліджень.

Методологічна база дослідження ґрунтується на фундаментальних принципах дистанційного зондування Землі, теорії штучного інтелекту та сучасних концепціях комп'ютерного зору. Центральним інструментом дослідження обрано нейромережу U-Net - архітектуру, яка демонструє винятково високу ефективність у задачах семантичної сегментації зображень [2].

Для дослідження використано унікальний набір мультиспектральних даних Hamlin Beach State Park, який містить сім спектральних каналів. Первинний набір з 18 класів було редуковано до двох цільових - "Рослинність" та "Нерослинність" - що дозволило оптимізувати процес навчання та підвищити точність сегментації.

Процес навчання нейромережі U-Net продемонстрував вражаючі результати. Загальна точність класифікації перевищила 96%, що є хорошим показником для практичного застосування подібних методик. Принципово важливою особливістю розробленого підходу стало використання поблокової сегментації зображень, що дозволило працювати з надвеликими масивами даних без втрати деталізації.

Зокрема, було встановлено, що відсоток рослинного покриття для тестового зображення складає 60,7%. Такі прецизійні вимірювання відкривають нові можливості для екологічного моніторингу за допомогою електронних засобів, прогнозування врожайності та управління природними ресурсами.

Дослідження має комплексний характер і виявляється в інтеграції традиційних індексів (NDVI, EVI, GNDVI) з сучасними технологіями машинного навчання. Розроблений унікальний алгоритм семантичної сегментації демонструє вищу точність порівняно з класичними підходами [3].

Дослідження має певні обмеження, пов'язані з необхідністю значних обчислювальних ресурсів та потребою у високоякісних мультиспектральних даних. Однак самі ці обмеження слугують драйвером для подальших наукових розвідок.

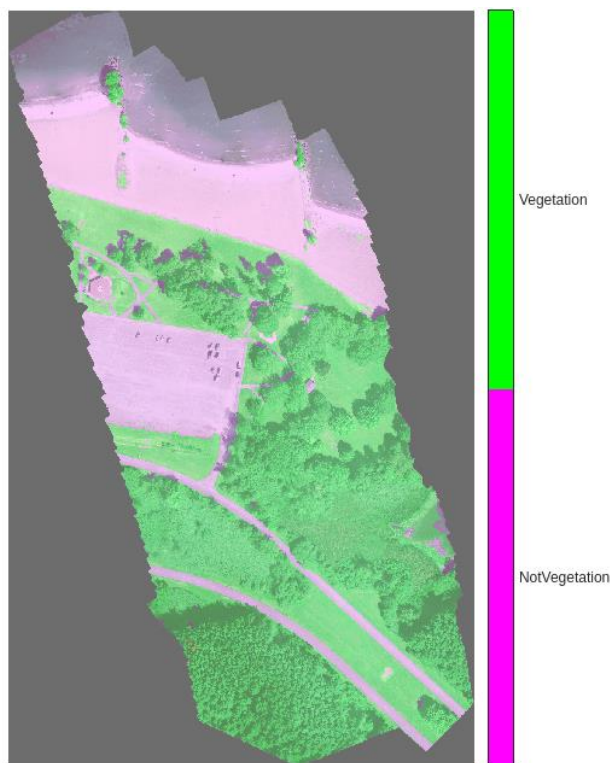


Рисунок 1. Результат сегментації тестового зображення із псевдокольоруванням

Перспективні напрямки включають вдосконалення архітектур нейронних мереж, розширення спектральних діапазонів [4] та розробку інтелектуальних систем [5] прогнозування змін рослинного покриву.

Висновок. Представлене дослідження не лише демонструє технологічні можливості сучасних методів аналізу за допомогою електронних засобів, але й окреслює стратегічні напрямки розвитку міждисциплінарних досліджень на перетині екології, географії, комп'ютерних наук та штучного інтелекту. Поєднання мультиспектральних даних з передовими методами машинного навчання відкриває принципово нові горизонти для детального вивчення стану рослинності, прогнозування екологічних змін та забезпечення раціонального природокористування. Робота має вагомим теоретичне та практичне значення, демонструючи потенціал штучного інтелекту в аналізі вегетаційного індексу та окреслюючи нові напрямки наукового пошуку.

Література

1. Kemker, R., C. Salvaggio, and C. Kanan. "High-Resolution Multispectral Dataset for Semantic Segmentation." CoRR, abs/1703.01918. 2017.
2. Ronneberger, O., P. Fischer, and T. Brox. "U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation." CoRR, abs/1505.04597. 2015.
3. Kemker, Ronald, Carl Salvaggio, and Christopher Kanan. "Algorithms for Semantic Segmentation of Multispectral Remote Sensing Imagery Using Deep Learning." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Deep Learning RS Data, 145 (November 1, 2018): 60-77. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.04.014>.
4. Palaniza, Y., Martseniuk, A. and Yaskiv, V. Active Phased Array Antenna With Parallel Feeder Excitation At 3.7 Ghz. Advances in Electrical and Electronic Engineering, 22(2), 2024, pp.127-133. ISSN 1336-1376. <https://doi.org/10.15598/aeec.v22i2.5290>.
5. Palianytsia Y., I. Lytvynenko, A. Menoub, H. Shymchuk, A Dubchak. Development of an algorithm for identification of damage types on the surface of sheet metal. Proceedings of the The 2nd International Workshop on "Computer Information Technologies in Industry 4.0" (CITI 2024). CEUR Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, June 12-14, 2024. P.84-96. ISSN 1613-0073.

УДК 004.42

Я. В. Мозговий, О. О. Базиль, к.ф.-м.н.
(Сумський державний університет, Україна)

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ В ІГРАХ: МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НЕСКІНЧЕННИХ СВІТІВ

Ya. V. Mozghovyi, O. O. Bazyl Ph.D.
**PROCEDURAL GENERATION IN GAMES: POSSIBILITIES FOR CREATING
INFINITE WORLDS**

Традиційні способи створення вмісту комп'ютерних ігор можуть займати багато часу та не задовольняти зростаючі потреби сфери комп'ютерних ігор. Для вирішення цього завдання можна скористатися процедурною генерацією. Ігрові об'єкти, створені з використанням процедурної генерації, можна відразу використовувати в грі або відправити на корегування розробникам [1].

Процедурна генерація - це потужний інструмент, що використовується в ігровій індустрії для створення динамічних та унікальних світів. Дана генерація полягає у використанні алгоритмів для автоматичного генерування контенту, такого як рівні, предмети або навіть цілі світи [2]. Однією з її переваг є можливість створення величезних або нескінченних ігрових світів, які не схожі між собою. Тому дана тема є актуальною для розвитку комп'ютерних ігор.

Процедурна генерація базується на математичних алгоритмах, які за певних параметрів можуть створювати різноманітний контент. Алгоритми можуть бути [3] простими, як, наприклад, лінійні генератори випадкових чисел, або складнішими, що включають фрактальні алгоритми чи алгоритми шуму Перліна [4]. В роботі [5] описані два алгоритми, які дозволяють отримати складні процедурні світи із простих наборів кольорових плиток, які мають обмеження на їх розміщення. Показано, що детальне проєктування комплектів плиток, дозволяє отримати цікавий вміст, що процедурно генерується, наприклад, пейзажі міст або підземель зі складною внутрішньою структурою.

Основним завданням процедурного генерування є надання гравцям нового контенту щоразу, коли вони взаємодіють зі світом гри. Процедурна генерація дозволяє створювати ігрові світи, які ніколи не повторюються. Наприклад, у грі Minecraft світ генерується процедурно на основі коду світу, що дозволяє гравцям подорожувати нескінченними різноманітними світами [6]. Інший приклад — гра No Man's Sky. Жанр цієї гри: бойовик, пригоди, виживання. В No Man's Sky кожна планета у всесвіті генерується процедурно з унікальними характеристиками, що робить можливим створення 18 квінтільйонів планет, які гравці можуть досліджувати [7].

Залежно від реалізації, переваги процедурної генерації можуть включати менший розмір файлу та більш різноманітний обсяг ігрового контенту [8].

Процедурна генерація має такі переваги [9]:

- Економія ресурсів: Розробникам не потрібно вручну створювати кожен рівень або кожен деталь світу. Це сильно зменшує витрати часу та ресурсів.
- Унікальність геймплею: Світ щоразу генерується по різному. Це дає гравцям можливість отримувати новий досвід щоразу. Навіть в мультиплеєрі світ кожного гравця може відрізнятись.

- Незалежність від розмірів команд: Невеликі команди розробників можуть створювати різноманітні та великі ігрові світи, що в інших випадках було б неможливо.

Процедурна генерація також значно впливає на геймплей. Гравці можуть мати необмежену кількість різноманітних випробувань і кожного разу досліджувати унікальні сценарії, що підвищує довговічність гри. Ігри, такі як *The binding of Isaac* або *Hades*, використовують процедурне генерування для створення динамічних рівнів, що робить кожен забіг унікальним.

Таким чином, процедурна генерація відкриває нові горизонти для створення нескінченних ігрових світів, роблячи ігри більш цікавими та різноманітними. Це дозволяє не тільки економити ресурси, але й забезпечувати кожен новий рівень (або світ) величезною кількістю різноманітного, унікального ігрового досвіду. Хоча процедурна генерація не є панацеєю і має свої обмеження, вона вже змінила індустрію ігор та продовжує відкривати нові можливості для розробників та гравців.

Література

1. Шестопапов С. В., Кулаков В. А. Використання процедурної генерації при розробці контенту комп'ютерних ігор. Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій : матеріали XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів, м. Одеса, 20-21 квітня 2023 р. Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023. С. 417-419.

2. Марчук Г. В., Граф М. С., Левківський В. Л., Венгловська Ю. В., 2024. Аналіз та порівняння існуючих методів генерації лабіринтів в комп'ютерних іграх. № 3, Серія Інформаційні технології, 228-237. Вісник ХНТУ <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.3.29>.

3. Завгородній В. В., Завгородня Г. А., Валявська Н. О., Адаменко В. С., Дороговцев Є. В., Несмачний П. В., 2022. Метод автоматичної генерації контенту на основі процедурних алгоритмів. Т. 33 (72), № 1, 91-96. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.1/15>.

4. Yusfrizal Y. 2022. Role Playing Game (RPG) Quiz Menggunakan Algoritma A* dan Perlin Noise. No 7(2), 227-238. JTİK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama) <https://doi.org/10.59697/jtik.v7i2.14/>

5. Михайлуца О. М., Пожуєв А. В., Волік С. О. 2021. Аналіз методів процедурної генерації тривимірного ігрового контенту. Т. 4, No 2.2, 128-136. Прикладні питання математичного моделювання <https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.2.2.13>.

6. Merino T., Charity M., Togelius J. Interactive Latent Variable Evolution for the Generation of Minecraft Structures. FDG '23: Proceedings of the 18th International Conference on the Foundations of Digital Games Article No.: 67, Pages 1 – 8. <https://doi.org/10.1145/3582437.3587208>

7. Reinhard A. 2021. Archeology of Abandoned Human Settlements in No Man's Sky: A New Approach to Recording and Preserving User-Generated Content in Digital Games. Games and Culture, 16(7), 855-884. <https://doi.org/10.1177/15554120211005236>

8. Яхонтов П. К., Омелюк Л. В., 2023. Процедурна генерація. система процедурної генерації урбанізованого ландшафту. Національна безпека у фокусі викликів глобалізаційних процесів в економіці: матеріали XVI-ої Міжнародної наукової Інтернет-конференції, Ukraine-Slovenska republika, 19-20 лютого 2023 р. ВНЗ «Національна академія управління». – Київ: НАУ. – 2023. С. 82-84

9. Маций О. Б., Романов М. В. Аналіз ефективності процедурної генерації лабіринтів для мультиплеєрних 3D Веб-ігор на базі THREE.js. 2024. <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/ad7135dc-770a-44a8-9f19-8c14003953ea/content>.

УДК 004.45

Я.І. Музичишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЛЬНИХ ПАРКОМІСЦЬ

Y.I. Muzychyshyn

METHODS FOR RECOGNITION OF FREE PARKING SPACES

Проблема додаткового трафіку, спричиненого водіями, які шукають вільні паркомісця, є актуальною для багатьох міст світу. Дослідження показують, що значна частина транспортного потоку в центральних районах міст складається з автомобілів, водії яких шукають місце для паркування.

Дослідження зазначають важливість впровадження ефективних систем управління паркуванням та розвитку інфраструктури, що дозволить зменшити додатковий трафік, спричинений пошуком вільних паркомісць, та покращити загальну транспортну ситуацію в містах. На сьогоднішній день існує багато методів які покликані вирішити цю проблему. Найбільшого застосування отримали методи на основі: акселерометра, магнітометра, GPS; ультразвукових датчиків; Bluetooth Low Energy (BLE) та метод частинкової фільтрації; використанням глибинного навчання.

Метод на основі акселерометра, магнітометра, GPS. Використання акселерометра дозволяє визначити початок руху і зупинку автомобіля. Це може означати про паркування або звільнення місця. Магнітометр може допомогти уточнити географічне розташування автомобіля та взаємодіяти з іншими сенсорами.[1] Перевагами такого підходу можна вважати використання доступних сенсорів у смартфонах і можливість інтеграції в існуючі мобільні додатки без необхідності в дорогому обладнанні. Недоліками такого підходу є обмеження у точності, особливо в умовах багатоповерхових паркінгів або густої забудови. Також можуть виникати помилкові визначення паркування через зупинки на світлофорах або затори.

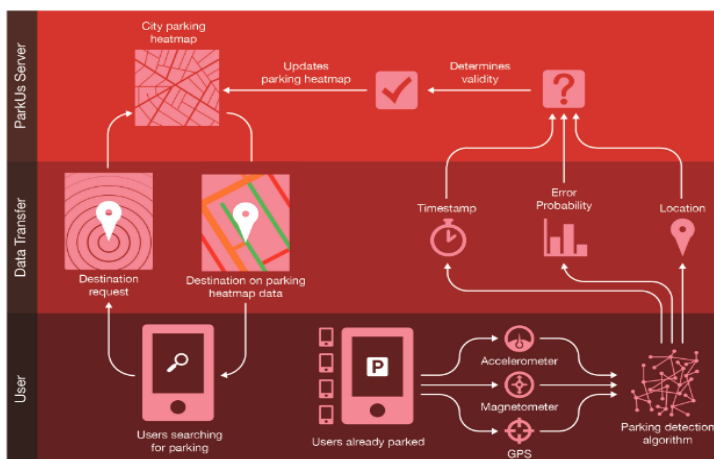


Рисунок 1. Метод на основі акселерометра, магнітометра, GPS.

Метод на основі ультразвукових датчиків: Встановлюються на стелі паркінгу або безпосередньо над паркомісцями. Вони визначають наявність автомобіля та сигналізують про це через LED-індикатори (зелений для вільного місця, червоний для зайнятого). Це

дозволяє водіям швидко знаходити вільні місця та зменшує час пошуку. З переваг можна визначити досить високу точність та простоту архітектури, а також можливість для розширення. З недоліків, систему можна використовувати лише у закритих паркінгах, обладнання буде досить дорогим.

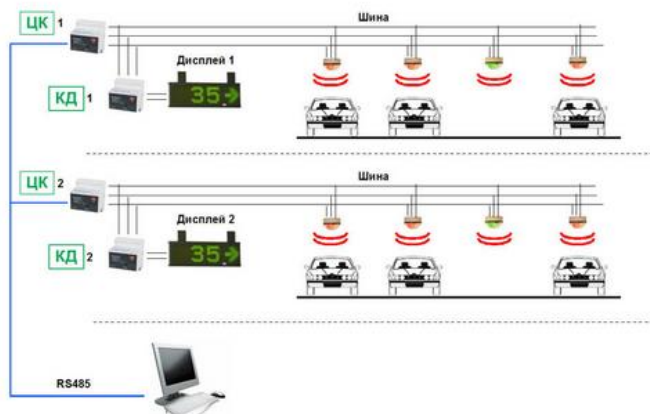


Рисунок 2. Метод на основі ультразвукових датчиків

Метод на основі датчиків Bluetooth Low Energy (BLE) та метод частинкової фільтрації для підвищення точності визначення зайнятості паркомісць. Датчик інтегрується зі смартфонами користувачів, завдяки чому резервується місце парковки.[2] Перевагою даного методу є дешевизна датчиків, доволі точне визначення зайнятості паркувального місця. Серед недоліків, можна виділити - обслуговування датчиків, потрібна заміна батарейок живлення і також буде потрібна команда робітників з обслуговування. Також можна відмітити, що для великих парковок на відкритому місці буде проблемою інтегрувати датчики для кожного паркомісця.



Рисунок 3. Метод на основі датчиків Bluetooth Low Energy (BLE)

Метод на основі використанням глибокого навчання. Запропонована система, яка використовує алгоритми глибокого навчання для аналізу зображень паркувальних майданчиків з метою визначення зайнятості паркомісць. Система базується на архітектурі Mask R-CNN, що дозволяє точно сегментувати об'єкти на зображенні та визначати їхні межі [3]. Перевагою можна вважати те, що встановлення камери дозволяє одночасно моніторити кілька паркомісць. Камера може покривати великі площі, включаючи відкриті майданчики або багатопверхові паркінги. Також камери вже встановленні на більшості паркувальних майданчиків, що зменшить витрати.

Література

1. Pietro Carnelli, Joy Yeh, Mahesh Sooriyabandara, Aftab Khan. ParkUs: A novel vehicle parking activity detection method using smartphone sensors. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2017. No. 2. P. 1–10. URL: <https://aaai.org/papers/4650-19090-aaai-31-2017>.
2. Ультразвукові системи визначення вільних паркомісць. SVALTERA. 2024. URL: <https://www.svaltera.ua/solutions/typical/transport/7262.php>.
3. Mackey A., Spachos P., Plataniotis K. N. Smart Parking System Based on Bluetooth Low Energy Beacons with Particle Filtering. arXiv preprint arXiv:2001.07266. 2020. URL: <https://arxiv.org/pdf/2001.07266>.

УДК 004.4

Ю.Р. Курчак, О.Р. Кучма

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕКОМЕНДАЦІЙ НА ВЕБ-САЙТІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ГРАФІВ І СТАТИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

Y.R. Kurchak, O.R. Kuchma

MODELING AND ANALYSIS OF A WEBSITE RECOMMENDATION SYSTEM BASED ON GRAPH THEORY AND STATISTICAL ALGORITHMS

В наші дні веб-сайти потребують ефективних систем рекомендацій для забезпечення персоналізованого користувацького досвіду, підвищення лояльності аудиторії та збільшення конверсії. У цьому контексті використання теорії графів і статистичних алгоритмів відкриває нові можливості для моделювання взаємодії між користувачами та об'єктами системи.

Теорія графів дозволяє представити структуру даних у вигляді вузлів (користувачів і об'єктів) та ребер (взаємодій, таких як оцінки, перегляди чи покупки). Графова модель сприяє виявленню кластерів схожих об'єктів і груп користувачів, що підвищує точність рекомендацій. Статистичні алгоритми, зокрема методи колаборативної фільтрації та метрики подібності, забезпечують аналіз схожості між вузлами, використовуючи такі показники, як косинусна подібність або кореляція [1].

На веб-сайті статистичні алгоритми, такі як колаборативна фільтрація та метрики подібності, аналізують дані про взаємодію користувачів із контентом для визначення схожості між вузлами – користувачами або об'єктами. Цей процес починається зі збору даних, наприклад, оцінок, переглядів чи історії покупок, які формують базу даних про взаємодії. Ці дані представляються у вигляді матриці, де користувачі та об'єкти пов'язані через рівень взаємодії.

Таблиця 1. Матриця взаємодії користувача з елементами на веб-сайті

Користувач/Елемент	Елемент 1	Елемент 2	Елемент 3	Елемент 4
Користувач 1	5	4	0	0
Користувач 2	0	0	4	0
Користувач 3	3	5	0	4
Користувач 4	0	0	0	5

Матриця представляє взаємодію користувачів із товарами на веб-сайті інтернет-магазину. Рядки відображають користувачів, а стовпці – доступні товари. Значення в клітинках показують оцінки, які користувачі дали товарам, або їхню відсутність, якщо взаємодії не було. Оцінки відображають рівень задоволення чи зацікавленості користувача конкретним товаром.

Ця матриця використовується для аналізу поведінки користувачів і подібностей між ними. Система рекомендацій може аналізувати схожі оцінки, щоб виявляти спільні вподобання користувачів або зв'язки між товарами, які часто отримують подібні оцінки. На основі цього формується персоналізований підхід до кожного користувача, де система прогнозує, які товари можуть бути для нього цікавими [4].

Результати такого аналізу дозволяють не лише рекомендувати товари, які користувачі ще не бачили, але й заповнювати прогалини у взаємодіях. Завдяки цьому підходу забезпечується ефективна персоналізація рекомендацій.

Запропонована модель дозволяє оптимізувати систему рекомендацій шляхом використання графових алгоритмів для кластеризації, що зменшує складність обробки великих даних. Додатково, використання статистичних алгоритмів адаптує рекомендації до індивідуальних потреб користувача, підвищуючи релевантність пропозицій [5].

Розробка системи рекомендацій може здійснюватися різними методами, залежно від типу даних і потреб системи. Одним із підходів є аналіз взаємодії користувачів із товарами, що дозволяє виявляти схожості між користувачами або товарами. Інший підхід зосереджується на характеристиках самих товарів, щоб рекомендувати схожі за змістом або атрибутами об'єкти [2].

Поєднання цих підходів створює гібридні системи, які забезпечують більшу точність рекомендацій. Використання сучасних математичних і алгоритмічних методів, таких як факторизація матриць або аналіз графів, допомагає ефективно обробляти великі обсяги даних і знаходити приховані зв'язки між користувачами та товарами.

Додатково, впровадження машинного та глибокого навчання дозволяє адаптувати систему до змін у поведінці користувачів, враховуючи історію їхніх взаємодій і контекстуальні фактори. Такі методи роблять системи рекомендацій більш персоналізованими й релевантними для кожного користувача.

Системи рекомендацій є важливим інструментом у сучасному цифровому середовищі, адже вони забезпечують не лише зручність користувача, а й підвищують ефективність бізнес-процесів [2].

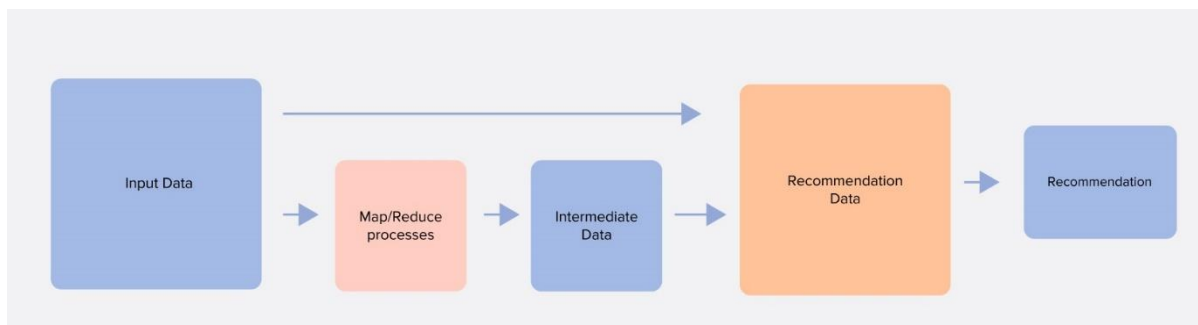


Рисунок 1. Алгоритми персональних рекомендацій [3]

У контексті аналізу взаємодій користувачів і товарів вони відкривають можливості для більш глибокого розуміння поведінки користувачів, виявлення трендів і прогнозування майбутніх уподобань. Інтеграція передових методів аналізу даних, таких як графові моделі, машинне навчання та алгоритми кластеризації, дозволяє створювати адаптивні, масштабовані системи, які ефективно працюють навіть у великих базах даних [3].

Література

6. С. В. Ватаманеску. Про застосування графів у комп'ютерних інформаційних технологіях / С. В. Ватаманеску (Статті. Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця)
7. Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira. Recommender Systems Handbook / Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira 2011 – с. 842 (Довідник по рекомендаційних системах).

8. Персональні рекомендації та як вони працюють [Електронний ресурс]: <https://brander.ua/blog/personalni-rekomendacii-yak-se-prasyue>. Доступ до ресурсу: 28.11.2024
9. Аналіз поведінки користувача на веб-сайті [Електронний ресурс]: <https://www.promodo.ua/blog/5-prostih-krokv-z-analizu-povedinki-rokuciv-na-sayti>. Доступ до ресурсу: 28.11.2024
10. Gene H. Golub, Charles F. Van Loan. Matrix Computations / Gene H. Golub, Charles F. Van Loan, 2016 – с. 518 (Математичні методи роботи з матрицями).

УДК 004.492.3

Яцишин В.В. канд. техн. наук, доцент, **Демиденко А.О., Яцишин Вік. В.**
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПІДХОДИ ДО ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ ТРАФІКУ У КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Yatsyshyn V.V. PhD., Assoc. Prof., Demydenko A.O., Yatsyshyn Vic. V.

APPROACHES OF ANOMALY DETECTION IN COMPUTER NETWORKS

Тренд розвитку галузі інформаційних технологій орієнтований на розробку та впровадження нових методів та інструментів опрацювання великих об'ємів інформації з паралельною імплементацією технологій штучного інтелекту. При цьому комунікаційна інфраструктура є важливим компонентом і «скелетом» будь-якої комп'ютеризованої інформаційної системи перетворення інформації. Окрім прямих функціональних обов'язків щодо трансферу даних, комп'ютерна мережа повинна забезпечувати надання різних сервісів, які пов'язані з контролем типу інформації, що передається, конфіденційністю даних, захисту від потенційних вразливостей та ряду інших. Тому актуальними задачами на сьогодні є інтеграція розумних сервісів щодо виявлення аномалій трафіку у комп'ютерних мережах задля підвищення надійності її функціонування у випадку кіберзагроз.

Виявлення та аналіз аномалій трафіку є критичним процесом в контексті кібербезпеки комунікаційної інфраструктури, а саме поняття аналізу аномалій інтерпретується як здатність виявлення нетипової діяльності або активності, що може вказувати на кібератаку, збій мережі на системному рівні чи на рівні окремих компонентів, або інші загрози. Потрібно відмітити, що виявлення аномалій повинно забезпечувати виявлення нетипової поведінки об'єктів (хостів, пакетів даних, інтенсивності запитів і т.п.) у комп'ютерній мережі на ранніх стадіях. Це обумовлено необхідністю реагування на аномалії до того, як потенційна кіберзагроза завдасть значної шкоди інформаційній інфраструктурі. Виявлення аномалій допомагає захистити чутливу інформацію від несанкціонованого доступу, підвищити доступність і надійність сервісів до появи відмов.

Для підвищення ефективності виявлення аномалій трафіку необхідно проводити заходи регулярного оновлення програмного забезпечення на рівні маршрутизаторів та хостів мережі, формувати резервні копії даних, забезпечувати постійний моніторинг з використанням передових технологій виявлення та аналізу аномалій. Серед сучасних методів виявлення та аналізу аномалій трафіку у комп'ютерних мережах варто виділити:

– Статистичний аналіз – передбачає порівняння характеристик поточного трафіку з історичними даними і забезпечує виявлення відхилень від математичного сподівання, дисперсії та інших статистичних показників.

– Машинне навчання – використовує підхід визначення типу трафіку як нормальний або нетиповий (аномальний) з використанням нейромережевого підходу, дерев чи лісів прийняття рішень, або підходи anomaly detection чи novelty detection – в основі лежать спеціалізовані алгоритми визначення відхилень від типової поведінки у комп'ютерній мережі.

Поведінковий аналіз та експертні системи – базуються на моделюванні нормального стану трафіку з відповідним встановленням відхилення від норми, використовують базу знань експертів для побудови асоціативних правил щодо потенційних загроз мережі.

УДК 004.9

Ю.Б. Максим'як

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ МІСЦЕВОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ОПОВІЩЕННЯ

Y.B. Maksymyak

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PLATFORM FOR LOCAL AUTOMATED CENTRALIZED ALERT SYSTEM

В сучасних умовах інтенсифікації надзвичайних ситуацій (НС) критично важливим є створення сучасних систем для ефективного оповіщення населення. Місцеві автоматизовані системи централізованого оповіщення (МАСЦО) мають забезпечити швидке та надійне інформування громадян про потенційні загрози, проте більшість існуючих рішень не відповідають сучасним вимогам щодо адаптивності, інтеграції з іншими платформами, швидкодії та надійності.

На сьогоднішній день за умов зростання кількості та складності надзвичайних ситуацій ефективне оповіщення населення є критично важливим для забезпечення безпеки та мінімізації наслідків таких подій. МАСЦО покликані оперативно інформувати громадян про загрози, проте існуючі рішення часто не відповідають сучасним вимогам щодо швидкості, надійності та адаптивності. Розробка програмної платформи для МАСЦО, яка враховує специфіку локальних потреб та інтегрує сучасні технології, є актуальним завданням для підвищення ефективності систем цивільного захисту.

Існують різні підходи до реалізації систем оповіщення. Компанія "Motorola Solutions" пропонує комплексні рішення для МАСЦО, які включають використання цифрових радіотелефонних інтерфейсів та інноваційних технічних засобів [1]. Компанія "Digitex" розробляє цифрові системи оповіщення населення, що базуються на сучасних технологіях та авторських проєктах [2]. Науково-виробниче підприємство "ОЗОН С" спеціалізується на автоматизованих системах раннього виявлення загроз та оповіщення, які успішно експлуатуються з 2014 року [3]. Проте більшість існуючих рішень орієнтовані на конкретні технології або не враховують специфіку окремих регіонів та їхніх потреб.

Метою даного дослідження є розробка гнучкої та масштабованої програмної платформи для МАСЦО, яка забезпечить:

- Інтеграцію з різноманітними каналами зв'язку: підтримка традиційних (радіо, телебачення) та сучасних (мобільні додатки, соціальні мережі) засобів оповіщення.
- Адаптивність до локальних умов: можливість налаштування системи відповідно до специфіки конкретного регіону, враховуючи демографічні та географічні особливості.
- Високу надійність та відмовостійкість: забезпечення безперервної роботи системи навіть за умов пошкодження окремих компонентів або каналів зв'язку.
- Можливість інтеграції з існуючими системами: забезпечення сумісності з наявними рішеннями для спрощення процесу впровадження та зниження витрат.
- Використання хмарних технологій: забезпечення масштабованості, гнучкості та доступності системи, а також зниження витрат на інфраструктуру.
- Автоматизацію процесів: впровадження автоматизованих механізмів для швидкого реагування та оповіщення, що зменшить час реакції на надзвичайні ситуації.

Автоматизація процесів у МАСЦО значно підвищує ефективність реагування на надзвичайні ситуації. Використання автоматизованих систем моніторингу дозволяє оперативно виявляти потенційні загрози та негайно ініціювати процес оповіщення населення.

Автоматизовані механізми розсилки повідомлень забезпечують миттєве інформування громадян через різноманітні канали зв'язку, такі як SMS, електронна пошта, мобільні додатки та соціальні мережі. Це зменшує вплив людського фактора, мінімізуючи ймовірність помилок та забезпечуючи чітке виконання протоколів реагування. Крім того, такі системи здатні збирати та аналізувати дані про надзвичайні ситуації, що сприяє вдосконаленню процесів реагування та оповіщення [4-6].

Для реалізації цих можливостей доцільно застосовувати мікросервісну архітектуру, яка забезпечує гнучкість та масштабованість системи. Мікросервісна архітектура передбачає розбиття системи на незалежні сервіси, кожен з яких виконує конкретну функцію. Це дозволяє адаптувати систему до специфічних потреб різних регіонів, створюючи індивідуальні рішення для кожної громади. Крім того, мікросервісна архітектура спрощує оновлення та підтримку системи, оскільки зміни в одному сервісі не впливають на роботу інших.

Використання хмарних технологій сприяє динамічному масштабуванню ресурсів залежно від потреби, особливо під час надзвичайних ситуацій. Хмарні рішення забезпечують гнучкість, інтеграцію з іншими сервісами та доступність із будь-якого місця та пристрою. Це також дозволяє знизити витрати завдяки відсутності потреби в утриманні власної інфраструктури та забезпечує високу надійність і стабільність системи завдяки резервуванню та відмовостійкості, які пропонують провайдери хмарних послуг [7-8].

Отже, впровадження автоматизованих систем моніторингу, мікросервісної архітектури та хмарних технологій у програмну платформу МАСЦО підвищує ефективність реагування на загрози, забезпечує оперативне інформування населення та сприяє безпеці громадян.

Література

1. Motorola Solutions [Електронний ресурс] // Офіційний сайт компанії. – Режим доступу: <https://www.motorolasolutions.com>
2. Digitex [Електронний ресурс] // Офіційний сайт компанії. – Режим доступу: <https://digitex.com.ua>
3. Науково-виробниче підприємство "ОЗОН С" [Електронний ресурс] // Офіційний сайт компанії. – Режим доступу: <https://ozon-s.com.ua>
4. Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2017 р. № 733 // Офіційний вісник України. – 2017. – № 80.
5. Соціальна безпека. Управління у надзвичайних ситуаціях. Методичні рекомендації щодо оповіщення населення: ДСТУ ISO 22322:2017.
6. Інформаційні технології. Методи захисту. Наставови щодо кібербезпеки: ДСТУ ISO/IEC 27032:2016.
7. Amazon Web Services [Електронний ресурс] // Хмарні технології для державних установ. – Режим доступу: <https://aws.amazon.com/government-education>
8. Microsoft Azure [Електронний ресурс] // Хмарні рішення для державного сектору. – Режим доступу: <https://azure.microsoft.com/uk-ua/industries/government>
9. Google Cloud [Електронний ресурс] // Хмарні технології для державних установ. – Режим доступу: <https://cloud.google.com/solutions/government>

УДК

М.Б. Ганчар, Х.І. Прийдун, д.т.н.; В.П. Ясній

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВОГО КАРКАСУ НОРІЙНОЇ ВЕЖІ В СКЛАДІ ЕЛЕВАТОРНОГО КОМПЛЕКСУ

М.В. Hanchar, H.I. Priydun, Ph.D.; V.P. Yasniy

ANALYSIS AND RESEARCH OF THE STRESSED AND DEFORMED STATE OF THE METAL FRAME OF THE BORE TOWER IN THE ELEVATOR COMPLEX

Норійна вежа є важливою ланкою інженерних споруд (рис. 1а) у складі елеваторного комплексу, оскільки вона забезпечує вертикальне транспортування зерна між різними рівнями об'єкта. Її конструкція та функціональність визначають безперебійність технологічного процесу, впливаючи на загальну продуктивність елеватора. Норійна вежа є сполучною ланкою між різними ділянками комплексу, а саме: відділенням прийому зерна, очищенням, сушінням, зберіганням у силосах або бункерах, навантаженням на транспортні засоби (залізничні вагони чи автотранспорт). Вона фактично є каркасом який забезпечує проходження технологічного обладнання, норійних труб (рис. 1б) та зон обслуговування його комплектуючих.

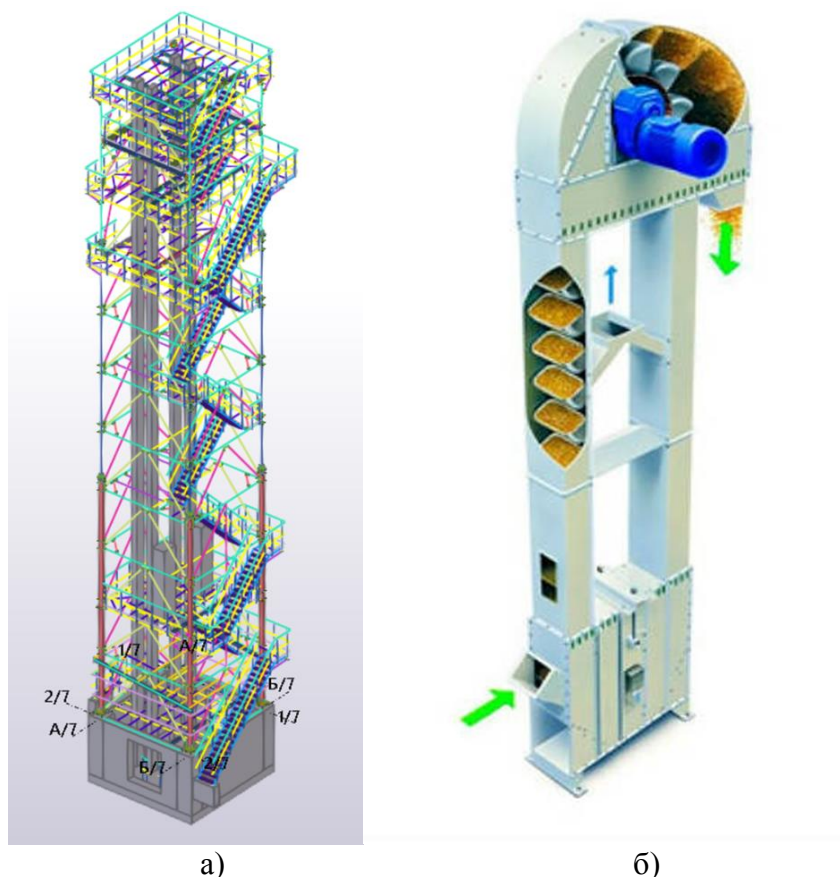


Рисунок 1. Конструкція норійної вежі, розробленої в програмі Tekla Structures (а);
транспортер вертикальної подачі зерна (б)

Проаналізовано вплив навантажень від постійних навантажень (власна вага металоконструкції, вага обладнання) та тимчасових чинників (експлуатаційні навантаження та атмосферні чинники) на металевий каркас норійної вежі.

Для колон нижніх поверхів відсоток використання перерізу круглої труби (219x5,0 мм) складає 89%. На схемі (рис. 2) також зображено зміна величини для елементів каркасу в залежності від висотної відмітки досліджуваного січення.

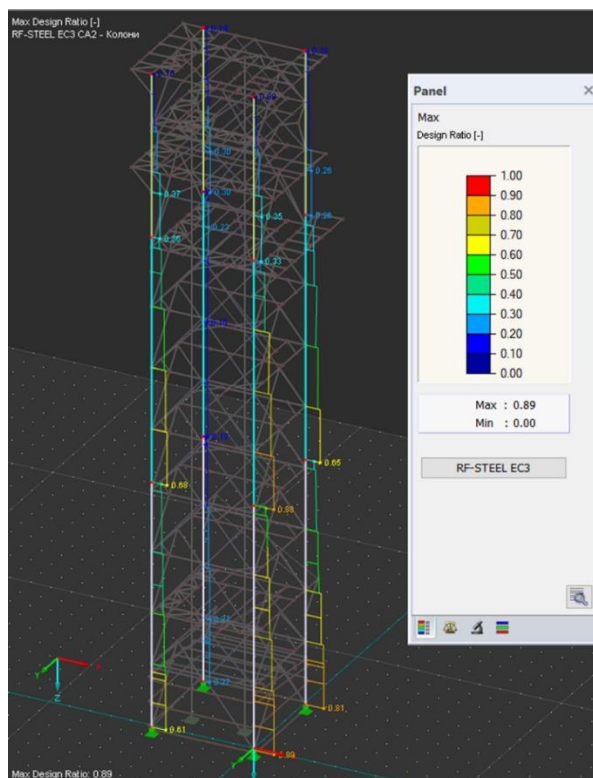


Рисунок 2. Схема використання перерізів елементів колон норійної вежі

Висновок. Проведено аналіз напружено-деформованого стану сталевго каркасу норійної вежі з оцінкою несучої здатності перерізів. Виконано перевірку запроєктованих конструкцій в розрахунковому модулі RF-STEEL EC3 за першою та другою групою граничних станів.

Література

1. Кучерук Ю.В., Івченко О.В. "Системи зберігання зерна та продукту його переробки". Київ: Аграрна освіта, 2010.
2. Положевець В.М. "Зернові технології: сушіння, зберігання, логістика". Харків: ХНТУСГ, 2018
3. Dlubal Software. RFEM 5 Documentation - User Manual. 2020.
4. Будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції : навч. посіб. / [Іванов І. І., Петров П. П., Сидоров С. С. та ін.] ; за ред. І. І. Іванова. – Київ : Видавництво «Аграрна освіта», 2020. – 356 с.
5. ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 37 с
6. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2002, IDT);
7. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1993-1-2:2005, IDT)
8. Вуків N., Ясний P., Ясний V. Modeling of mechanical behavior of reinforced concrete beam reinforced by the shape memory alloy insertion using finite elements method. Modern technologies and methods of calculations in construction. 2020. Vol. 13. P. 24–34.

Зміст

СЕКЦІЯ: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **М.І. Яворська, к.т.н., доцент; Б.Я. Воляннюк; М.С. Попович; В.Г. Базан** 8
РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРИСТРОЮ ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ ВИМІРУВАННЯ
АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ
2. **Т.С. Дубиняк, к.т.н.; Н.Є. Юрик к.е.н.; Ю.І. Наконечний, ст.викл.; Ю.І. Юрик** 10
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ПРИСТРОЮ, ЩО ПРИЗНАЧЕНИЙ
ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВІДХИЛЕНЬ ФОРМИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ
3. **Т.С. Дубиняк, к.т.н., доцент; В.А. Невожай; В.О. Гесюк; Я.Я. Коляса** 12
ІНФОРМАЦІЙНО ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПРИСТРОЮ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛІЗАТОРА ЗАПАЛЮВАННЯ

СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

1. **А. Г. Микитишин, І. С. Дідич, Р. І. Яцишин** 14
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ
ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ
2. **І. С. Дідич, А. Г. Микитишин, Р. З. Золотий, П. А. Ясіновський** 17
ІНТЕГРАЦІЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ
ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ
3. **В.Б. Ігнат'єва, В.О. Паньків, В.М. Тимкович, С.В. Синюк, Ю.В. Сокотов** 20
ВЕЛИКОПРОЛІТНІ АРОЧНІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ
4. **Г.М. Крамар, М.І. Гудь, Н.А. Яржемський** 22
РОБОТА ПРОСТОРОВОЇ КОНСОЛЬНОЇ ФЕРМИ
5. **Г.М. Крамар, Р.Я. Василик, К.В. Клименко** 23
ПРОСТОРОВІ ВЕЛИКОПРОЛІТНІ ПОКРИТТЯ
6. **Д.Я. Баран, І.В. Габрик, С.В. Криницький, Г.Р. Гаврищак** 24
КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КАРКАСІВ ГРОМАДСЬКИХ
СПОРУД
7. **Л.Г. Бодрова, О.В. Поліщук, Ю.Ю. Данилевич.** 25
КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ВЕЛИКОПРОЛІТНИХ КОНСОЛЕЙ
8. **М.І. Гудь, О.М. Юркевич** 27
БЕТОНИ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ
9. **М.І. Гудь, П.В. Гиря** 28
ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРБЕТОНІВ
10. **М.І. Гудь, Р.А. Бойко, С.В. Кравчук.** 29
КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПЕРЕКРИТТЯ ВИСОТНИХ ГРОМАДСЬКИХ
СПОРУД
11. **Я.Л. Швед, В.Р. Поліщук, В.В. Мардинавка.** 30
РЕШІЧАСТІ СИСТЕМИ КРОКВЯНИХ ФЕРМ
12. **А.Б. Гупка, О.І. Пришляк, М.І. Теплюк** 31
ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ
ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ

13. **А.Г. Тріщ, В.Л. Бордун** 33
ВПЛИВ КОНЦЕНТРАТОРА НАПРУЖЕНЬ НА ВТОМНУ МІЦНІСТЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ
14. **В. В. Мартинюк, Є. Б. Береженко, В. Л. Москаль** 34
ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ В ПРИСТРОЇ ПАСИВНОГО НОЖА ДООБРИЗАННЯ ГИЧКИ
15. **В. Л. Бордун, С. А. Литвин, Ю. В. Федун** 36
СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ НАПРУЖЕНЬ У ЗВАРНИХ З'ЄДНАННЯХ
16. **В.І. Малиновський, А.Є. Пасічник, С.Я. Пришляк** 37
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ
17. **В.О. Бойчук** 39
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНОВИХ ТРАНЗИСТОРІВ У НАНОЕЛЕКТРОНІЦІ
18. **В.П. Крупа, В.В. Машлюх, В.П. Метельський** 41
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ УТВОРЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ В АВТОМОБІЛЬНИХ ШИНАХ В ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
19. **В.Т. Сисюк, М.В. Ющишин, В.П. Гоголюк** 43
ПОДВІЙНЕ ДОРНУВАННЯ – ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТРИМКОЇ МІЦНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ АЛЮМІНІЄВИХ ОТВОРІВ
20. **Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш, С. Т. Михайлюк** 44
АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДООБРИЗАННЯ ГИЧКИ
21. **Д.В. Здоренко, Є.Г. Олександренко** 47
АЗОТУВАННЯ ДОВГОМІРНИХ ОТВОРІВ
22. **І. В. Коваль, В. П. Цимбровський** 49
ДОСЛІДЖЕННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ФАСАДІВ ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ
23. **І.М. Підгурський, Віт.С. Сенчишин, А.М. Кос, Д.І. Дробоцький, А.М. Ковбасовський, А.С. Ошурко** 51
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГОФРОВАНОЮ СТІНКОЮ
24. **М. А. Созанський, Р. Р. Гумінілович, В. Є. Стаднік, . В. Шепіда, О. В. Клапчук; П.Й. Шаповал** 52
ОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНО СИНТЕЗОВАНИХ ПЛІВОК КАДМІЙ СУЛЬФІДУ-СЕЛЕНІДУ
25. **М.А. Гловин, І.В. Костецький** 54
ВПЛИВ ВІДПАЛУ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕВТЕКТИЧНОГО ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ПОКРИТТЯ
26. **М.А. Довбуш, В.М. Ракочий, В.Р. Баран** 56
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ ТРУБИ МАЛОГО ДІАМЕТРА
27. **М.Г. Павлусик, Р.Р. Савіцький, Ю.С. Тимочко** 58
ОСНОВНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

28. **М.І. Гудь, М.З. Попович** **60**
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
29. **О. Конончук, М. Хома, І. Первак, Н. Іваськов, Б. Дутка** **62**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЕННЯ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ
МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ
30. **О.В. Аношкін, Н.В. Бортник, І.В. Букатка** **63**
НЕРУЙНІВНИЙ ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН
31. **Р.В. Теслюк, Н.З. Биків** **65**
ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ В БУДІВЕЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЯХ
32. **С.О. Казновецький, П.В. Тесля** **67**
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ
ТОНКОСТІННИХ ЗВАРНИХ ВИРОБІВ
33. **Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк, В. В. Чомко; І. М. Данчук** **69**
НЕДОПУСТИМІСТЬ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ПРИСТРОЮ ПАСИВНОГО
НОЖА ДООБРИЗУВАЧА ГИЧКИ
34. **Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Верескля** **71**
ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНІХ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ В ЕЛЕМЕНТАХ ПРИСТРОЮ
ДЛЯ ДООБРИЗАННЯ ГИЧКИ
35. **Т.Б. Пиндус, Б.П. Говенко, М.О. Бернадін** **73**
АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ
ГРУПИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ АВТОМОБІЛІВ
36. **М.С. Михайлишин, В.М. Михайлишин; Г.М. Семенишин** **75**
ФІЗИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ТЕОРІЇ ТЕРМОПЛАСТИЧНОСТІ З
УРАХУВАННЯМ РОЗВАНТАЖЕННЯ
37. **Невожай В.А., Пошивак М.Т., Кравець С.В., Микулик Д.П.** **77**
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ НА
ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

1. **Б.О. Блащак, А.В. Бабій, Н.В. Жук, В.А. Бабій** **78**
КОЛЕСО ЗМІННОГО ДІАМЕТРУ
2. **І.В. Вовк, А.В. Бабій, Малевич Н.Ю, П.І. Новацький** **80**
ОБҐРУНТУВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛА РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО
ОРґАНУ
3. **В.О. Дзюра, Р.О.Бица, І.Б. Зінченко** **82**
ВПЛИВ ФОРМИ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОНЕРІВНОСТЕЙ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХОНЬ З РЕГУЛЯРНИМИ МІКРОРЕЛЬЄФАМИ
4. **В.О. Дзюра, Т.Р. Дживак, О.Ю. Крук** **83**
НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ШАТУННИХ ВКЛАДИШІВ ДВИГУНІВ
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

5. **І.Б. Окіпний к.т.н., доц., П.А. Сокіл, І.С. Ведмідь** **84**
ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ У РІЗНИХ СФЕРАХ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ
6. **А. Г. Никитюк** **85**
ЗМІШУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШНЕКА ЗІ ЗМІННИМ
КУТОМ ЛОПАТЕЙ
7. **А. Д. Бобков** **86**
УДОСКОНАЛЕННЯ ШНЕКОВИХ ПОДАЮЧИХ МЕХАНІЗМІВ У ПРОЦЕСАХ
РОЗЛИВУ НА ГЕРМЕТИЗАЦІЇ
8. **А. О. Урбанський, І. О. Антонюк** **88**
ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ
9. **А. Сенік, А. Галета, Д. Гурський** **90**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РАДІУСА ТРАНСПОРТНОГО
КАНАЛУ І СПОСОБУ БАЗУВАННЯ НА ВІДХИЛЕННЯ ВІД КРУГЛОСТІ ЗГОРТНИХ
ВТУЛОК ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ ЗГОРТАННЯ
10. **А.А. Сенік, І.Т. Ярема, В.В. Крицишин** **93**
ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА З КЕРОВАНИМ
НАТЯГОМ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК
11. **А.В. Коваль, Т.М. Вітенько** **94**
ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ
12. **А.В.Гагалюк, Ю.С.Смалій, О.В.Смалій** **96**
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗВЕРТКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПОСАДКОВИХ ОТВОРІВ
13. **А.О. Ларочкін; О.С. Кобельник** **97**
ПРИСТРІЙ ДЛЯ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ ПРИ СВЕРДЛІННІ
НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ
14. **А.О.Скоропляс** **100**
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ДВОВАЛКОВИХ СПІВВІСНИХ ГВИНТОВИХ
КОНВЕСРІВ
15. **А.П. Грабовський** **101**
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК
16. **А.Юркевич, Я. Ковальчук** **103**
ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА ПІД ВПЛИВОМ ЦИФРОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
17. **Б.І. Костриба** **105**
СПОСОБИ ЗМІЦНЕННЯ ШВИДКОРІЖУЧИХ ПЛАСТИН
18. **Д.П. Микулик, М.І. Тригубець, М.Є. Конотоп, Т.Б. Періг** **106**
СИСТЕМА СНІГОТАНЕННЯ З ПІДГРІВОМ ТРОТУАРІВ У ТУНЕЛІ
19. **І. В. Гавришук, О.С. Кобельник, І.С. Генік** **107**
ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ТВЕРДОТІЛОГО МОДЕЛЮВАННЯ
20. **К.О. Трояк, П.Д. Стухляк** **108**
АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ З
МЕТАЛОКЕРАМІЧНИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ
21. **М. С. Дзюмак, І.М. Поливаний, І.Я. Харів** **109**
ОГЛЯД КОНЦЕПЦІЇ ЗД ДРУКУ ВЕЛИКИХ ОБЄКТІВ

22. **М.Б. Дранівська, Н. В. Залуцька, В. Я. Гаврилюк** 110
ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ 3D ДРУКУ ЗВАРЮВАННЯМ
23. **М.О. Ляшук, Р.З. Золотий, Р.І. Королюк, С. Т. Гаврись** 112
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАПОВНЮЮЧИХ СІТОК ПРИ 3D ДРУЦІ
24. **Р.І. Охнівський, В.П. Семенець, Я.Г. Василюшин** 113
АВТОМАТИЗОВАНІ ПРОЦЕСИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ
25. **Р.Р.Заверуха, М.І.Котик, Д.В.Чаплій, В.В.Клюк** 114
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ
26. **Р.Р.Заверуха, М.І.Котик, Д.В.Чаплій, М.Ю.Берник** 116
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ НА ХАРАКТЕР ЗМІНИ ІСКРОУТВОРЕННЯ В ЦИЛІНДРАХ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ
27. **Ю.І. Микитів, В.А. Бойчун, В. В. Матвєєв** 118
ІНТЕГРАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ДАНИХ ТА ЇХ АНАЛІЗ В ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОРКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
28. **В. В. Височан** 119
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КРЕМОЗБИВАЛЬНИХ МАШИН
29. **В. М. Сідельник; Н. М. Зварич** 120
ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ВИРОБУ У АДИТИВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ
30. **В.Й. Оливко, В.М. Антонюк** 122
ОСОБЛИВОТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ
31. **В.І. Шетеля; А.П. Сорочак** 124
ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ТРИМКИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ АВТОСЕРВІСУ
32. **В.М. Маслянка, В.-Н.В. Кубах, С.Я. Волинець** 125
ДОСЛІДЖЕННЯ КРУТНОГО МОМЕНТУ НАРІЗАННЯ ТОРЦЕВОЇ КАНАВКИ
33. **В.М. Приказюк, М.А. Тримбашевський, П.А. Свистун** 126
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НАРІЗАННЯ ТОРЦЕВОЇ КАНАВКИ
34. **В.О. Фільов; В.В. Шанайда** 127
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПИНДЕЛЬНОГО ВАЛА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА
35. **В.О. Шиян** 130
АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ НАГНІТАННЯ ТІСТА
36. **В.П. Ясній, А.А. Подоляк** 131
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВИ ПРИ ЇЇ СПІЛЬНІЙ РОБОТІ ІЗ СТАЛЕВИМ КАРКАСОМ СПОРУДИ
37. **В.С. Кожушко** 132
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ SOLIDWORKS ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПИВОВАРЕНЬ
38. **Г.О. Харчук; А.П. Сорочак** 134
ДОСЛІДЖЕННЯ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ СЕКЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

39.	Данильченко Л.М, Лісовий В ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСІВ ФРЕЗЕРУВАННЯ	135
40.	І. Гевко, С. Коваль, А. Брикса РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ	137
41.	І. Гевко, А. Дячун, О. Стібайло СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛОПАТЕВИХ СПІРАЛЕЙ ЗМІШУВАЧІВ	139
42.	Гевко, В. Бучинський, П. Леськів СИНТЕЗ НАКОПИЧУВАЛЬНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ БУНКЕРІВ	141
43.	І. І. Головач КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗВАЛЬНИХ СПІРАЛЬНИХ ШНЕКІВ	143
44.	І.В. Карп УДОСКОНАЛЕНИЙ ПНЕВМОШНЕКОВИЙ ТРАНСПОРТЕР СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ	144
45.	Каспрук В.Б, Височан Н.М МЕХАНІЗМ ВІДВЕДЕННЯ ПОВІТРЯ З ВОДОПРОВОДІВ	146
46.	Каспрук В.Б. к.т.н.; Брик І. А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧІВ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ	147
47.	М.В. Стаднійчук, В.М. Федоревич, Є.П. Бегман ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІЗАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВКИ ДИСКОВОЮ ФРЕЗОЮ	148
48.	М.І. Цан; А.П. Сорочак ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КРОКВЯНОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ	149
49.	М.П. Маришак ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ФРЕЗ МЕТОДОМ АЗОТУВАННЯ	150
50.	М.Ю. Гадайчук АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ КОМБІНОВАНИМ ОДНОДИСКОВИМ КОПАЧЕМ	151
51.	М.Я. Сташків, В.М. Антонюк, В.Й. Оливко МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В ОПОРАХ ЦИСТЕРНИ – НАПІВПРИЧЕПА	153
52.	Н.М. Світановський, В.В. Крупа АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ПРИВОДУ ПОДАЧ ВЕРТИКАЛЬНО- СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТУ ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS SIMULATION	154
53.	О.Б. Дорошкевич УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО СИРОВИГОТОВЛЮВАЧА	156
54.	О.В. Камінський, А.П. Грабовський ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ГВИНТОВОЇ ЗАГОТОВКИ СТІЙКИ У ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ	157
55.	О.В. Конопка, С.В. Бугера МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ СТРУКТУРОВАНИХ МАС	159
56.	О.В. Лях; А.О. Старих ВИБІР КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ	160

57. **О.І. Павлусь** 161
ВИБІР ТРУБЧАСТИХ КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
МОЖЛИВОСТЯМИ
58. **О.Л. Ляшук, Ю.В.Омелянський** 162
ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНУ ТРУБЧАСТОГО СЕКЦІЙНОГО
СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА
59. **О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, О.А. Юр'єв, С.М. Паньків** 163
КРУТИЛЬНІ КОЛИВАННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ШНЕКОВОГО
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА
60. **О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, С.М. Паньків, О.А. Юр'єв** 164
АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ
ПРОДУКТИВНОСТІ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА
61. **О.Р. Дмитрів, Р.З. Золотий, В.В. Головка; Р.І. Охнівський;
В. П.Семенець** 166
МОДЕЛІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПЕТ ПЛЯШОК В АВТОМАТИЗОВАНИХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЯХ
62. **О.С. Атаманчук; І.В. Коваль** 168
ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СЕНДВІЧПАНЕЛЕЙ
63. **О.С. Кобельник, А.І. Денис, Н.Т.Войцещук, М.І. Бей²** 169
АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ УТВОРЕННЯ ЗАДИРОК ПРИ СВЕРДЛІННІ ОТВОРІВ
64. **О.С. Кобельник, В.І. Севостьяніхін, В.Р. Кобельник** 170
ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСЬОВОГО ЗУСИЛЛЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ
65. **О.С. Мельник** 171
МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ГІДРОПОННОЇ УСТАНОВКИ
66. **О.Ю.Дмитраш; А.Л. Макогнюк; Р.Я. Лещук** 174
ІНТЕГРАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ДАНИХ ТА ЇХ АНАЛІЗ В ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
КОРКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
67. **Полевий В** 175
Крилатий символ України: Лелека - 100
68. **Р.М. Рогатинський, Т.М. Пелешок, П.О. Леськів, В.І. Пенъонжко, Р.І. Охнівський** 177
МОДЕЛІ РУХУ СИПКОГО ВАНТАЖУ В КРУГЛОМУ БУНКЕРІ
69. **В.В. Козішкурт, В.Ю. Грасовник, О.Б. Дериш, Т.Ю. Гинда** 179
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ
ГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ
70. **Я.Я. Сесик; В.В. Шанайда** 180
РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПАТРОНІВ
ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ
71. **С.І. Кіт, Віт.С. Сенчишин** 182
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ГВИНТОВИХ ДОЗАТОРІВ
72. **Ю. Мартинів** 182
МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРО- ТА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
CFD-АНАЛІЗУ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS
73. **В. П. Земба, А І. Івануса** 187
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПАЛИВОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ

74. **Ю.В. Новак** **189**
АНАЛІЗ ВИМОГ ДО КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СЕПАРАТОРІВ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ
75. **С.В. Наконечний** **190**
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ PLM У СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ
76. **І.М. Підгурський, Д.З. Биків, О.В. Міщенко** **191**
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ДВОТАВРОВИХ СТАЛЕВИХ БАЛОК З КОМБІНОВАНОЮ ПЕРФОРОВАНОЮ СТІНКОЮ
77. **В.Б. Савків, Й.Р. Кравець, Н.В. Купина, Н.В. Саварин** **193**
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИПІКАННЯ ПЕЧИВА
78. **В.Б. Савків, Й.Р. Кравець, А.А. Андреїв, Д.П. Русак** **194**
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРУ
79. **С.В. Паньків** **195**
ВИБІР ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕСЕРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ
80. **В.М. Буховець, к.т.н., В.М. Гарнік** **196**
ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ПЛАНШАЙБИ ВЕРСТАТА ДЛЯ ОБРОБКИ СКЛЯНИХ ПЛИТОК
81. **В.Н. Волошин, к.т.н., доцент, В.М. Буховець, к.т.н., В.І. Качор** **197**
ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

1. **Р.А. Баландюк, І.Р. Кіш, В.І. Мицканюк** **200**
КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ РОБОТИ ГРОМАДСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ
2. **Ю.А. Гаврилів, А.В. Гбур, Н.М. Гикавий** **201**
РОЗВИТОК МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
3. **Д. В. Міронов, Б. Р. Митулинський; В. О. Романюк; В. С. Перестюк** **202**
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ
4. **Д. В. Міронов, Д. Ю. Ревак; М. Р. Кошулінський; Т. І. Медвідь** **205**
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОТУЖНОСТІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ТА ТОЧОК ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРО-І ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
5. **А.А. Швець, В.Ю. Стечишин, Т.В. Чорний** **207**
РОЛЬ МАСЛОВІДІЛЮВАЧІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ КАРТЕРА
6. **А.Й. Матвійшин, З.О. Михайлишин** **208**
ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
7. **А.І. Днесь, В.В. Царик, О.Е. Козирський** **209**
ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ

8. **А.К. Кудров, М.Г. Левкович, М.С. Вербовий** 210
ПРОГНОЗУВАННЯ ВИПАДКОВИХ ВІДМОВ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АТЗ
9. **А.П. Луцик; М. М. Сколію, А.В. Тайжанов; В.С.Черватюк** 212
СТЕНДОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ З ГСУ
10. **Б.Б. Млинко, Ю.П. Якуб'як** 214
РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЗБОРУ ДАНИХ ПОТЕНЦІЙНИХ КЛІЄНТІВ
11. **М.Р. Липак, О.П. Цьонь, Д.В. Паскевич** 216
РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ
12. **Д. В. Міронов** 217
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РИЗИК-АНАЛІЗУ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДТП НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ
13. **І.Б. Гевко, Р.В. Хорошун, В.П. Блакита, М.В. Іванунь П.Я. Бойко** 220
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПЕРЕШКОДУ ВСТАНОВЛЕНОЮ ПІД КУТОМ
14. **М.В. Бабій, В.А. Бабій, В.М. Стрільчук** 222
ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО СПОСОБУ ОБРОБКИ КОНТЕЙНЕРІВ У ТЕРМІНАЛАХ
15. **М.В. Бабій, Є.І. Фарина, Д.Т. Бабій** 223
ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ З РІЗНИМИ ВИДАМИ ВАНТАЖІВ
16. **М.І. Тарасюк, В.Г. Пальчак** 224
ТЕХНОЛОГІЯ АЛМАЗНОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕНІ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ
17. **М.П. Венгер, П.А. Мастюх, Р.Р. Кавка** 225
ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
18. **Новаківський А** 226
ПОРІВНЯННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ ТА АВТО З ДВЗ
19. **О.В. Чужинюв, Я.І. Чіх, Н.Й. Ющишин** 228
ТОЧНІСТЬ РОЗМІЩЕННЯ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА ВІДНОСНО ПОРШНЯ ДВЗ
20. **О.І. Попович, І.І. О.В.Бохенко, Д.Д.Власіков** 230
ГАЛЬМУВАННЯ ПРИ БЛОКУВАННІ КОЛІС
21. **О.Л. Ляшук, Р.В. Хорошун; І. М. Рябій; Ю. В. Алексєєв, В.В.Луціцький** 232
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН АМОРТИЗАЦІЙНОЇ СТІЙКИ АКТИВНОГО ТИПУ
22. **О.Л. Ляшук, А.П. Луцик; Р.Б. Адамик; О.Р. Адлахович** 235
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В СЕРЕДОВИЩІ SIMSCAPE
23. **О.П. Цьонь, А.В. Бридун, І.Р. Каліновський** 236
РОЛЬ 7R ЛОГІСТИКИ У ФОРМУВАННІ ГНУЧКИХ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК
24. **Р.В. Хорошун; А. С. Калинюк; О.О.Ковальчук; М. Б.Колодій** 237
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПОХИЛУ ПЕРЕШКОДУ ПІД КУТОМ

25. **Р.В. Хорошун; В. В. Бойчук; В. В. ДЕРЕЖИЦЬКИЙ; В.Доценко** 239
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ВЗАЄМОДІЯ КОЛЕСА ІЗ
ЦИЛІНДРИЧНОЮ ПОВЕРХНЕЮ
26. **Р.В. Хорошун; Є.З. Крушельницький; Д.Л. Макогнюк; Н.Я.Махно** 240
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПОХИЛУ
ПЕРЕШКОДУ
27. **Р.М. Рогатинський, Р.В. Хорошун; В.М. Антонюк; В.В.Іванунь** 241
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ІЗ ВЗАЄМОДІЯ КОЛЕСА ПЛОСКОЮ
ПЕРЕШКОДОЮ
28. **Р.М. Рогатинський, Р.В. Хорошун; Р. І. Подусовський; Н. В. Солтис А.
М.Гордійчук** 243
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ
ПЕРЕШКОДИ ВІД ПРОГИНУ ШИНИ
29. **С.С. Дуркот, П.В. Дрозд** 246
МІЖНАРОДНІ АВТОБУСНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ
30. **У.М. Плекан, А.О. Кубик** 248
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ПРИМІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТАХ В
УКРАЇНІ
31. **У.М. Плекан, В.В. Корчевський** 249
СУЧАСНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ В ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ ЯК
ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
32. **Ю.І. Пипко, В.П. Гурський, В.М. Муж** 250
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВЗ І ТРАНСМІСІЇ ТЗ
33. **Ю.О. Мандзин, О.Б. Романюк, О.І. Захарчук** 252
БЕЗПЕКА АВТОПОЇЗДІВ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ
34. **Ю.П. Дудрак, В.М. Панюра, С.В. Довгалюк** 253
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
35. **Ю.Я. Вовк, Я.Ю. Вовк, В.Б. Заставецький, С.В. Коваль** 254
МААS ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТУРИСТИЧНИХ СЕГМЕНТІВ: ПРОСУВАННЯ
ІНКЛЮЗИВНИХ МОБІЛЬНИХ РІШЕНЬ

СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

1. **В.І. Мазурок, А.М. Дребіт, Ю.Ю. Онисько, С.М. Бабюк** 256
ЦИФРОВІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ
2. **В.І. Ракочий, А.З. Стасів, С.М. Бабюк** 259
СУЧАСНИЙ СТАН ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ
3. **Т.І. Долішній, А.З. Стасів, С.М. Бабюк** 261
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ
4. **А.З. Стасів, С.І. Романюк, І.М. Сисак** 263
ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА
5. **А.Л. Стефанюк, А.А. Гуменюк, А.З. Стасів, І.М. Сисак** 265
ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПІДСТАНЦІЇ

6. **Б.В. Кухарець, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова** 267
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОТЕДЖНОГО БУДИНКУ
7. **Б.Я. Оробчук, Н.І. Дідик** 268
РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО НАВЧАЛЬНОГО СТЕНДУ НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕЛЕ REF-615
8. **Б.Я. Оробчук, Р. Балящук** 270
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ВІДХИЛЕННЯМ НАПРУГИ
9. **Б.Я. Оробчук, С.В. Сирота** 273
ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ В МЕРЕЖІ З РЕЗИСТИВНИМ ЗАЗЕМЛЕННЯМ НЕЙТРАЛІ
10. **В. С. Загородонець, М. В. Кобаль, К. Ю. Шуба** 275
ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ КОНВЕРТЕР НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ
11. **В.В. Зиц, Д.В. Коробчук, П.І. Богач, Я.О. Філюк** 277
СВІТЛОДІОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ: МАЙБУТНЄ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ
12. **В.В. Маланчук, В.І. Гетманюк, І.М. Сисак** 278
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ
13. **В.В. Плешевський, І.І. Ухач, Я.О. Філюк** 279
ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ
14. **В.І. Крочак** 280
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТОПОЛОГІЙ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ У МЕДИЧНОМУ ОБЛАДНАННІ
15. **В.П. Коваль, П.М. Зінь** 283
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НИЗЬКОНАПІРНИХ МІКРОГЕС НЕВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ З ТРУБНИМИ ОСЬОВИМИ ГІДРОТУРБИНАМИ
16. **В.П. Судомир, Я.М., Осадца** 285
ВИМІРЮВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ФОТОКАМЕР
17. **В.Р. Федчишин, В.Л. Дунець** 286
ПРОДУКТИВНІСТЬ ТЕХНІКИ 16-CPDK У ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ
18. **Д. А. Шворак, М. С. Наконечний** 287
МЕТОДИ РЕГУЛЮВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ
19. **І.С. Завіша, Я.О. Філюк** 288
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРІВ У СУЧАСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
20. **К.М. Сахнюк, А.З. Стасів, О.А. Буняк** 289
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МАЛИХ ГЕС
21. **М.Б. Слабковський; Л.В. Хвостівська** 290
ДІОДНИЙ КЛАСТЕРНИЙ П'ЯТИСТУПІНЧАСТИЙ ІНВЕРТОР
22. **М.В. Білик, Ю.О. Загурський, Я.М., Осадца** 292
ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

23. **М.В. Невідомський, М.Б. Копит, П.М. Якимчук, М.А. Горлачук, І.А.Войтович** 293
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ І РОЛЬ
ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ
24. **М.М. Жуковський, О.А. Буняк** 295
ВПЛИВ НЕВІДПОВІДНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА
НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ ДВИГУНІВ
25. **М.М. Зінь, Ю.Б. Підгайний** 296
МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАВАННЯ РЕГІОНУ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ З
РЕГУЛЯРНИМИ МАСОВАНИМИ РАКЕТНО-ДРОНОВИМИ АТАКАМИ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ
26. **М.С. Голуб'юк, А.З. Стасів, І.М. Сисак** 298
АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
27. **Мимрик О** 299
ДОСЛІДЖЕННЯ ІНВЕРТОРНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ В
ПЕРІОД МАСОВИХ ВІДКЛЮЧЕНЬ СВІТЛА
28. **Н.С. Лясковець, Я.М. Осадца** 301
РОЛЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ У
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ
29. **О.В. Демчук, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова** 302
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КОТЕЛЬНОЇ
30. **О.М. Федорак, І.І. Зюбак, Я.М., Осадца** 303
АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ ЗАКЛАДІВ
ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
31. **О.П. Трухан, Ю.Б. Паляниця** 304
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КЛЮЧІВ ШИФРУВАННЯ В МЕРЕЖАХ ТЕТРА ДЛЯ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ
32. **Попович М, Недошитко Л.М** 305
СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ В ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ
33. **Р.В. Кутень** 307
МЕХАНІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ ЯКІ ВИНΙΚАЮТЬ ПРИ РОБОТІ ВАЛІВ
ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ
34. **С. М. Бруц, В. В. Каспрук** 308
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ
35. **Ю.З. Кілик, А.З. Стасів, І.М. Сисак** 309
ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ НА ЛІНІЯХ З
ВІДГАЛУЖЕННЯМИ
36. **Яворський Б** 310
Ядерні батареї: технологія майбутнього в компактному розмірі

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

1. **А.Т. Лялик, к.т.н. А.А. Чайківський** 312
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ У ВИРОБНИЦТВІ М'ЯСНИХ
ВИРОБІВ

2. **Х.Ю. Кравченко, Л.П. Криськова; А.Т. Лялик** 313
ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ МАЙОНЕЗІВ
3. **П.В. Крися; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко, К.Є. Дацишин** 314
УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА
ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ
4. **Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко** 315
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ
5. **А. М. Коляденко** 316
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВМІСТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У
КАТОЛІТНИХ РОЗЧИНАХ
6. **А.Б. Заставна** 317
ВАЖЛИВІСТЬ ОЦІНКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ PH І РЕДОКС-
ПОТЕНЦІАЛОМ
7. **А.В. Оленюк** 319
ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК
8. **А.В. Сороцька, Г.В. Карпик** 320
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ
ЗДОБНИХ ВИРОБІВ
9. **А.М.Василишин** 321
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
10. **А.О. Гриненко, Л.А. Сторож** 323
ХАРАКТЕРИСТИКА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ГАРБУЗОВИМ Й МОРКВЯНИМ
НАПОВНЮВАЧЕМ
11. **Б. І. Петришин, О. І. Вічко** 324
ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ
ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ
12. **Б.В.Буцій** 325
АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ
ПИВЗАВОДУ
13. **В. В. Мартинюк, Є. Б. Береженко, Н. І. Хомик** 326
ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В СЕРЕДОВИЩІ ПРИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
14. **В. Є. Олійник; Н. М. Зварич** 327
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ
ТІСТА
15. **В. С. Вербіцька, А. М. Сідоров** 328
ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ
МЕТАБОЛІТОМ – ТРЕГАЛОЗОЮ
16. **В.О. Гульовський, Л.А. Сторож** 329
ВИКОРИСТАННЯ ЛАВАНДИ В ТЕХНОЛОГІЇ АЦИДОФІЛЬНИХ НАПОЇВ
17. **В.О. Пастушенчин ; О.І. Кравець** 330
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ТРУБОК НА
ОДНОРІДНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ДЕФЛЕГМАТОРІ
РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

18. **В.Я. Забудний, Т.Р. Шишка** 331
ІОАКТИВНІ ПРОДУКТИ ПРОТЕОЛІЗУ З БІЛКІВ МОЛОКА
19. **Д. А. Арутюнян, М. Д. Кухтин** 332
МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОГО СИРУ З ЛЛЯНИМ НАСІННЯМ
20. **Д.Ю. Лобур; О.І. Кравець** 333
МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОГО СИРУ З ЛЛЯНИМ НАСІННЯМ
21. **І.Р. Мисліцька, М.І. Полевий** 335
МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТВЕРДОГО СИРУ З БІФІДОБАКТЕРІЯМИ
22. **М. В. Кухтин** 336
КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СИЧУЖНИХ СИРІВ У ПРОЦЕСІ ДОЗРІВАННЯ
23. **М.І. Дуда, К.Є. Дацишин** 338
ЗАСТОСУВАННЯ БОРОШНА КІНОА У СИРКОВИХ ВИРОБАХ
24. **О. В. Демидаць, магістр, Г.В. Карпик** 339
ОЦІНЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДХОДІВ ПЕРЦЮ ЯК ІНГРЕДІЄНТА В ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБАХ
25. **О. І. Цегельник, студент, І. В. Масняк** 340
ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКУ З ЛИСТЯ ШОВКОВИЦІ
26. **О. М. Мочульська, О. М. Пилипець, Д. С. Павлюк** 341
ЕКОЛОГІЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
27. **О.В. Павлів** 343
ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ З МУРСАЛЬСЬКИМ ЧАСМ
28. **О.І.Свирид, О. Костюк** 344
ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ
29. **О.М.Крупа, І.В.Кость** 345
ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ОБРОБЛЕННЯ СИРНОГО ЗГУСТКУ НА ПРОЦЕС СИНЕРЕЗИСУ У ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ
30. **О.Р. Дмитрів, В.А. Невожай, В.В. Козішкurt, І.Б. Хомин** 347
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВИТРАТИ БУРЯКОВОГО СОКУ ТА СИРОПУ
31. **О.С. Шимків; О.І. Кравець** 348
ПЕРЕРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ЯК ФАКТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ
32. **П.Ю. Самуляк, Р.А. Ткачук** 349
ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ
33. **Р. С. Шведов, П. В. Процак,** 351
ДОДАВАННЯ ПОРОШКУ З ЯГІД ОЖИНИ У СИРКОВІ ВИРОБИ
34. **Р.О. Томків, Л.А. Сторож** 352
ЗБАГАЧЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ БІОАКТИВНИМИ КАЗЕЇНОВИМИ ФОСФОПЕПТИДАМИ

35. **С.І. Сторож, В.Г. Юкало** 353
ГЕЛЬ-ФІЛЬТРАЦІЯ БІЛКІВ МАСЛЯНКИ
36. **Т. О. Ганущин, О. В. Коковський** 354
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КИСЛОМОЛОЧНОГО
НАПОЮ ЗІ ШТАМОМ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*
37. **Т.Р. Плавущий, Г.Р. Боднарчук,** 355
АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВОЇ ВОДИ У
СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ
38. **Я. Я. Чайковський, О. В. Гудим** 356
МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСЕРВАНТІВ НА МІКРОФЛОРУ
ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **L.A. Baius, L.V. Moroz** 357
DIGITAL TRANSFORMATION OF UKRAINE'S ECONOMY UNDER MARTIAL LAW
2. **В.В. Вишньовський, М.М. Стояновська** 359
ІНТЕРНЕТ-МЕРЕЖА ЯК ІНСТИТУТ СОЦІАЛІЗАЦІЇ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ
3. **В.В. Вишньовський, М.Я. Покотило** 361
МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ЯК СКЛАДОВА ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ
4. **В.В. Вишньовський, Н.І. Станько** 363
СІМЕЙНЕ ЩАСТЯ ЯК ЧИННИК ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ЛЮДИНИ
5. **В.В. Вишньовський, Н.П. Бех** 365
СИНДРОМ ЕМОЦІЙНОГО ВИГОРАННЯ ЯК НЕГАТИВНИЙ ФАКТОР УЧБОВОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ
6. **В.В. Вишньовський, О.В. Кругляк** 367
СПЕЦИФІКА СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАДАПТАЦІЇ ВІЙСЬКОВИХ
ПІСЛЯ ВІЙНИ
7. **В.В. Вишньовський, Т.А. Люштей** 369
ВПЛИВ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ НА
ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЯЛЬНОСТІ ТРУДОВОГО КОЛЕКТИВУ
8. **В.Луцишин, В.Стручок** 371
АНАЛІЗ ЕВОЛЮЦІЇ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ В УПРАВЛІННІ ВІДХОДАМИ
9. **Г. Й. Островська, Т. Р. Шведа** 373
ЗНАЧЕННЯ КОУЧИНГУ В РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ
10. **Г.В. Ракочий** 375
ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА І ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАЛИВА
11. **Д.В. Цегельник** 376
СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНА АДАПТАЦІЯ ЯК ЧИННИК ПСИХОЛОГІЧНОГО
БЛАГОПОЛУЧЧЯ ВНУТРІШНЬО-ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ
12. **Мирослава Боднарчук, Христина Боднарчук, Богдан Хоміцький** 378
ДОСЛІДЖЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ІТ-КОМПАНІЇ ЗАСОБАМИ
МЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ
13. **Н.Гаврилюк, В.Стручок** 379
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОСТІ В УПРАВЛІННІ ВІДХОДАМИ

14. **Наталія Гавришко** 381
ЗАСОБИ НАЛАГОДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ТРУДОВОМУ КОЛЕКТИВІ
15. **Наталія Цюзь** 383
ЕМОЦІЙНЕ ВИГОРАННЯ ПЕДАГОГІВ
16. **О.П. Буцик** 385
АНІМАЛОТЕРАПІЯ ЯК ЗАСІБ ПОДОЛАННЯ ТРИВОЖНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ
17. **Олена Кухар** 387
ВПЛИВ ДИТЯЧИХ ЕМОЦІЙНИХ ТРАВМ НА ПСИХОСОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ОСОБИСТОСТІ
18. **О. О. Гарматюк, Ю. П. Дишкант** 389
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМНИЦТВА НА ОСНОВІ ВНУТРІШНІХ РЕСУРСІВ СФЕРИ ПРИВАТНОГО БІЗНЕСУ У КОНТЕКСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АНТИКРИЗОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

1. **В.І. Нетреб'як; О.В. Тотосько** 391
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОСОБИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛК
2. **Ю.Д. Сидорко; Я.Ф. Балан; Д.П. Стухляк** 394
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЦЕГЛИ НА БАЗІ ПЛАТФОРМИ FIТ
3. **Н.А. Шевченко, Г.В. Шимчук, У.А. Гарматюк** 396
ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ МЕРЕЖЕВОЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ VRF У БАГАТОКОЛІЙНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ
4. **Н.А. Шевченко, Г.В. Шимчук, У.А. Гарматюк** 398
ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТРИК МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ІР-МЕРЕЖ
5. **Т. Ланевич** 400
АРАСНЕ КАФКА ТА RABBITMQ: ПОРІВНЯННЯ АРХІТЕКТУР ТА МОЖЛИВОСТЕЙ
6. **Т. Ланевич** 402
ЗАСТОСУВАННЯ ДОМЕННО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ У ГНУЧКІЙ АРХІТЕКТУРІ
7. **Назар Осідак, Олександр Цвігун** 404
ЗАСТОСУВАННЯ ШІ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ
8. **Руслан Матяшук, Тарас Постолюк** 405
ЗНАЧЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ SPI ДЛЯ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТІВ
9. **Святослав Мельничук** 406
ПІДХОДИ ДО ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕЛЯЦІЙНИХ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ
10. **Тетяна Щеснюк** 407
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГНУЧКИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ДЛЯ ІoT-СИСТЕМ

11. **Nadiia SKLIAROVA, Tymophii LANEVYCH** 408
DEVELOPMENT AND MANAGEMENT STRATEGIES FOR THE ADMIN WEBSITE
12. **А. В. Островський, Р. І. Королюк** 409
ДОСЛІДЖЕННЯ ДАВАЧІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ РОЄВОГО СТАНУ
БДЖОЛОСІМ'І
13. **А. Луцків, А. Люлька** 410
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БЕЗПЕРЕРВНОГО ХЕШУВАННЯ У ПЛАНУВАННІ
ВИКОНАННЯ ПОСЛІДОВНИХ ПРОЦЕСІВ
14. **А.В. Зінченко** 411
ТЕЛЕРАДІОЛОГІЯ ЯК НЕВІДЄМНА СКЛАДОВА ТЕЛЕМЕДИЦИНИ
15. **А.Є. Олексяк; В.М. Семисюк, В.В. Левицький** 413
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
16. **А.М. Ковтко; В.Б. Савків, І.Р. Козбур** 415
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ МОДУЛЬНИХ ТЕСТІВ НА ОСНОВІ
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МУТАЦІЙНОГО ТЕСТУВАННЯ
17. **А.М. Паламар, І.І. Куляс, Ю.О. Тимошенко** 417
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ ІОТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ БЕЗПЕКИ
ЛЮДЕЙ ПОХИЛОГО ВІКУ
18. **А.М. Паламар, О.Р. Вергун, М.Р. Франків** 418
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІОТ-СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГУ ІОНІЗУЮЧОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ
19. **О.В. Палка** 419
ІНФОРМАЦІЙНІ ПАНЕЛІ ЯК ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ КРІ У РОЗУМНОМУ МІСТІ
20. **А.С. Луговий, Є.В. Тиш** 420
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОБОТИ ETL-ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ВИСОКИХ
НАВАНТАЖЕНЬ
21. **Башняк В.Т., Дунець В.Л** 421
ДОСЯГНЕННЯ ТА ВИКЛИКИ ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ БЕЗПЛОТНИКІВ
22. **В.А. Готович, Д.В. Граб** 424
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ
УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ
23. **В.А. Готович, В.С. Бондаренко** 426
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ ДОДАТКУ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ ПІД
МОБІЛЬНІ ПРИБОРИ НА БАЗІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID
24. **В.А. Лабчук** 428
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРАЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ У PLINQ В
ПОРІВНЯННІ З LINQ ДЛЯ РІЗНИХ РОЗМІРІВ ВХІДНИХ ДАНИХ
25. **В.Г. Хомишин** 430
ЗАХИСТ ASP.NET CORE ВЕБ-ДОДАТКІВ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ SQL-КОДУ
26. **В.З. Шеремета, Р.О. Жаровський** 432
МЕТОДИ І ІНСТРУМЕНТИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ДОДАТКІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ SPRING BOOT
27. **В.З. Шеремета, Р.О. Жаровський** 434
ВИКОРИСТАННЯ SPRING BOOT ТА ІНТЕГРАЦІЯ ДРУГОРЯДНИХ
ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ

28. **В.З. Шеремета, Р.О. Жаровський** 435
МЕТОДИ І ІНСТРУМЕНТИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ДОДАТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ SPRING BOOT
29. **В.І. Кравчук; М.С. Хаюк; А.Г. Микитишин** 436
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАД НА ПЕРЕДАВАННЯ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ
30. **В.О. Бонар** 438
ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ OBD2 ДАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МЕТОДОМ НАЙБЛИЖЧИХ СУСІДІВ
31. **В.Р. Кошулинський** 440
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IoT)
32. **Галина Шевчук, Ростислав Трембач** 442
ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»
33. **Гарасівка А. В., Лупенко А. М** 444
ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЗЕРВНОГО КОПІЮВАННЯ ДАНИХ
34. **Д. Ключко, Ю. Лещин, Р. Жаровський** 446
МЕТОДИ І ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ СЕЙСМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЗЕМНОЇ КОРИ
35. **Д.С. Матюк, М.В. Деркач** 448
КЛАСИФІКАЦІЯ ЕМГ-СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ADAM
36. **Д.О. Бугай, С.Є. Тужанський** 450
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ
37. **Жаровський Р.О, Цірка І.П.** 453
АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ЗБОРУ, ПЕРЕДАЧІ ТА ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ ВОДОСПОЖИВАННЯ У БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКАХ
38. **Зеньо Д** 454
МАБУТНЄ КВАНТОВИХ КОМП'ЮТЕРІВ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
39. **І.І. Бородій, К.І. Поліщук** 456
ВИБІР ДЖЕРЕЛ ДАНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
40. **І.М. Климко** 458
ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ LSTM-МОДЕЛІ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕКСТУ НА РІВНІ СИМВОЛІВ
41. **І.О. Маргинюк** 460
Електронні системи на основі штучного інтелекту
42. **І.Р. Ралік** 462
ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ ПІДПРИЄМСТВА
43. **Л.П. Дмитроца, О.Т. Старицький** 463
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА SEO ПРИ МАСШТАБУВАННІ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ REACT І NEXT.JS
44. **М. Є. Олійник; І. В. Мудрий; Н. С. Луцик, Ph.D** 465
АНАЛІЗ КОП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ БЕЗПЛОТНОЇ ДОСТАВКИ

45. **М.В. Дрогобицький, А.І. Фіялка, Н.С. Луцик** 466
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЇ MICROGRID ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ
46. **М.В. Королевич; А.М. Галабіцький; С.Т. Гаврись** 467
ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ КОНДУКТОМЕТРИЧНОГО ДАВАЧА
47. **М.Г. Білик, І.Г.Білик, І.В. Чихіра** 469
РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЇ ПОДАЧІ МЕТАЛЕВОГО ПРОФІЛЮ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ФІРМИ SIMENS
48. **М.І. Богуцький** 470
ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ НА ВЕБ-САЙТІ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ
49. **М.О. Скоробогата, Л.П. Дмитроца** 472
ВПЛИВ ГЕНЕРАТИВНОГО ШІ НА МАРКЕТИНГОВІ КОМУНІКАЦІЇ КОМПАНІЇ "TECHNOVAAPP"
50. **Микитишин А.Г., к.т.н., доц., Чуревич Б.В., Дильовий О.О.** 474
ПРОМИСЛОВІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
51. **Н. М. Головецький, І.О. Баран,** 477
ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПРОЕКТІВ LPWAN
52. **Н. Сороківська, В.Яцишин** 478
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ БІОРИЗНОМАНІТТЯ З ВБУДОВАНИМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СЕРВІСАМИ
53. **Н.М. Топольницький, Р.М. Небесний** 479
ЗАСТОСУВАННЯ GEOMETRY NODES В ПРОГРАМНОМУ ПАКЕТІ BLENDER ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕДУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
54. **Н.М. Топольницький, Р.М. Небесний** 480
ЗАСТОСУВАННЯ GEOMETRY NODES В ПРОГРАМНОМУ ПАКЕТІ BLENDER ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕДУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
55. **О.А. Заяць** 471
МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ АНАЛІЗУ І КЛАСИФІКАЦІЇ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
56. **О.А. Саган, К.Б. Швирло** 482
АНАЛІЗ SQL-ІН'ЄКЦІЙ:ТИПИ АТАК ТА МЕТОДИ ЗАХИСТУ
57. **О.В. Смолій, А.Г. Микитишин к.т.н.; І.В. Булич** 456
ОПТИМІЗАЦІЯ ВКЛЮЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ РЕЗЕРВНОМУ ЖИВЛЕННІ НА МАЛОМУ ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ТА ЙОГО ІНТЕГРАЦІЯ З ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ
58. **О.В. Шкварок; А.О. Курило; І.Р. Козбур; Ю.Б. Капаціла** 483
РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ТА БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ
59. **О.Д. Пакон, Р.М. Небесний** 485
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ MDM СИСТЕМ ДЛЯ КОРПОРАТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА
60. **О.Д. Пакон, Р.М. Небесний** 487
ОСНОВНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ

61. **О.Ю. Петрик** 489
АНАЛІЗ UI/UX РОЗРОБОК ПРИ СТВОРЕННІ ОНЛАЙН-МАГАЗИНІВ
62. **П.С. Градовий; Н.І. Поліник; І.Р. Козбур; Ю.Б. Капаціла** 490
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ГЕОПОЗИЦІЮВАННЯ
63. **Р.О. Жаровський, І.В. Марценюк; А.М. Паламар** 492
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВІЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МЕТАНУ НА ОСНОВІ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ
64. **Р.П. Вархоляк** 493
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ
65. **Р.С.Липянчик, Б.М. Липа, О.В.Мардинавка** 495
ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВІЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ В МЕРЕЖЕВИХ IDS СИСТЕМАХ
66. **Ростислав Трембач, Віталій Ковалик, Ростислав Гвоздецький, Інна Кобринчук** 497
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В НАЗЕМНИХ ДІЛЯНКАХ ТРУБОПРОВОДІВ
67. **С. Вінтонів; Є. Тиш** 500
ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АРІ ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ОБМІНУ КНИГАМИ
68. **Станько А.А., докт. філософії, Дудирев Д.Ю., Козачок М.В.** 501
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ НА ОСНОВІ ІОТ
69. **Станько А.А., Козак С.І., Кульчицький С.З.** 503
ІНДУСТРІЯ 5.0: ЛЮДИНОЦЕНТРИЧНИЙ ПІДХІД У ДОБУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ
70. **Т.О. Шпота; О.В. Палка** 505
ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ДАНИХ
71. **Ю. Б. Паляниця , Н.О. Брозь** 506
СПОСІБ ЗАХИСТУ ВІД КОМБІНОВАНИХ ЗАВАД ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ КОМУНІКАЦІЇ НА БЛИЗЬКИХ ВІДСТАНЯХ
72. **Ю.Б. Гладьо, Н.Б. Гашин, С.В.Гладьо, Н.Р.Крива** 508
КЕРУВАННЯ ПОЗИЦІОНУВАННЯМ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ
73. **Ю. Б. Паляниця , Н.О. Брозь** 510
АНАЛІЗ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ НА ОСНОВІ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
74. **Я. В. Мозговий, О. О. Базиль** 512
ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ В ІГРАХ: МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НЕСКІНЧЕННИХ СВІТІВ
75. **Я.І. Музичишин** 514
МЕТОДИ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЛЬНИХ ПАРКОМІСЦЬ
76. **Ю.Р. Курчак, О.Р. Кучма** 517
МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕКОМЕНДАЦІЙ НА ВЕБ-САЙТІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ГРАФІВ І СТАТИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ
77. **Яцишин В.В. Демиденко А.О., Яцишин Вік. В.** 520
ПІДХОДИ ДО ВІЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ ТРАФІКУ У КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ
78. **Ю.Б. Максим'як** 521
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ МІСЦЕВОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ОПОВІЩЕННЯ
82. **М.Б. Ганчар, Х.І. Прийдун, В.П. Ясній** 523
ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК

*Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 11-12 грудня 2024 року*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Збірник
тез доповідей**

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
11-12 грудня 2024 року**

ISBN 978-617-7875-88-7

Підписано до друку 13122024. Формат 60×90, 1/16.
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Умовно-друк. арк. 31,40. Наклад – 100 прим.
Замовлення № 1-13122024

Друк ФОП Паляниця В. А.
Свідоцтво ДК №4870 від 20.03.2015 р.
м. Тернопіль, вул. Б. Хмельницького, 9а, оф.38.
тел. (0352) 528-777.