

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)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
6-7 грудня 2023 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023

**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)
International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco)
T. Shevchenko Scientific Society**

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book
of abstracts

**of the XII International scientific and practical
conference of young researchers and students**
December, 6th-7th, 2023



**UKRAINE
TERNOPIL – 2023**

A43

Actual problems of modern technologies: book of abstracts of the XII International scientific and practical conference of young researchers and students, (Ternopil, December, 6th-7th, 2023) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical University [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V.A., 2023. – 500.

ISBN 978-617-7875-71-9

PROGRAM COMMITTEE

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

Co-Chairman: Maruschak P.O. – D.Sc.(Eng), Prof., Vice-Rector of TNTU (Ukraine).

Scientific secretary: Dovbush T.A. – Ph.D., Assoc. Prof. of TNTU (Ukraine)

Members of the program committee: T. Vuherer – Prof. of Maribor University (Slovenia); J. Viňáš – Prof. of Technical University of Košice (Slovakia); O. Prentkovskis – Prof. of Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania); F. Stachowicz– Prof. of Ignacy Łukasiewicz Rzeszow University of Technology (Poland); A. Menou – Prof. of International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco); O.Ye. Andreikiv – Prof. of 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: : tarasdowbush@gmail.com

Editing, design, layout: Dovbush T.A.

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.

ISBN 978-617-7875-71-9

*Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 6-7 грудня 2023 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)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Збірник
тез доповідей**

**XII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
6-7 грудня 2023 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023**

A43

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. – 500.

ISBN 978-617-7875-71-9

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: Довбуш Тарас Анатолійович – к.т.н., доц. 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); Мену А. – д.т.н., професор Міжнародного університету цивільної авіації (Марокко); 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. **0506689327**, факс (0352) 255798
E-mail: confmolstud@gmail.com
Редагування, оформлення, верстка: Довбуш Т.А.

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.

ISBN 978-617-7875-71-9

СЕКЦІЯ: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.372.632:621.365.5

Ю. Ю. Гудак, В. І. Яськів, докт. техн. наук., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОБІЛЬНА СИСТЕМА БЕЗПРОВІДНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Y. Y. Hudak, V. I. Yaskiv, Dr., Assoc. Prof.

MOBILE WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLES

У зв'язку з ростом усвідомленості екологічних проблем та необхідністю переходу до стійких енергетичних рішень, електромобілі набувають популярності як ефективний засіб транспортування. Однак ефективність та зручність зарядки залишається важливим аспектом для прийняття цієї технології. У цьому контексті, мобільні пристрої безпроводної передачі електроенергії визначають новий етап у розвитку транспортних технологій.

Переваги безпроводної передачі електроенергії для електромобілів:

1) Зручність та ефективність зарядки - мобільні пристрої дозволяють водіям електромобілів заряджати свої автомобілі безпосередньо під час руху або стоянки, що робить процес зарядки більш зручним та ефективним.

2) Можливість автоматизованого процесу зарядки - інтеграція мобільних пристроїв із системами автоматичної зарядки дозволяє автоматизувати процес, забезпечуючи оптимальний рівень заряду та підтримуючи довгий термін служби батареї.

3) Зменшення потреби в інфраструктурі станцій заряджання - мобільні пристрої дозволяють ефективно використовувати енергію без потреби в створенні та обслуговуванні великої мережі станцій заряджання.

Сучасні технології, що базуються на магнітному резонансі та індукції, дозволяють ефективно передавати енергію без прямого фізичного контакту між пристроями, забезпечуючи високий ступінь ефективності. Розробка мобільних пристроїв повинна враховувати вплив на здоров'я та електромагнітну сумісність, забезпечуючи високий ступінь безпеки для користувачів та навколишнього середовища.

На рис. 1 показана еквівалентна схема бездротової системи заряду батареї електромобіля. В процесі заряджання передбачено високочастотне перетворення параметрів мережі змінного струму та взаємодію магнітних резонансних контурів.

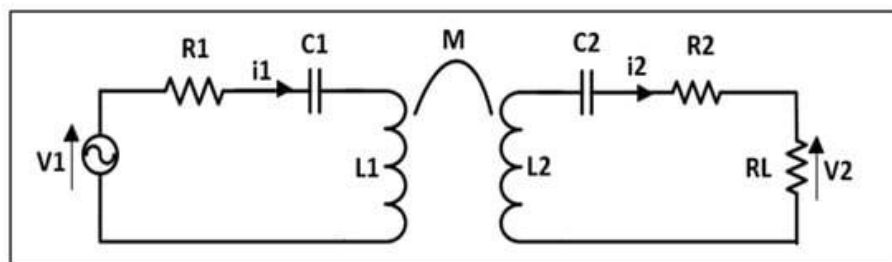


Рисунок 1. Еквівалентна схема бездротової системи заряду батареї електромобіля

Електрична схема системи безпроводної передачі електроенергії з однією напрямленістю зображена на рис. 2, побудована для симуляції процесу передавання електроенергії електромобілю під час руху. Електрична схема створена в програмі Ansys Simplorer.

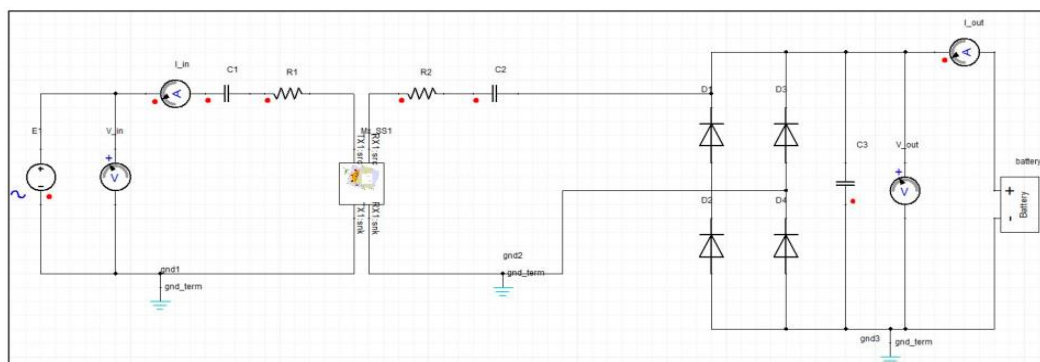


Рисунок 2. Електрична схема системи безпроводної передачі електроенергії з однією напрямленістю

З вище показаної електричної схеми, був побудований графік ефективності системи безпроводної передачі електроенергії відносно частоти, і зображено на рис. 3. З графіку можна побачити що ефективність близька до 90 %, що показує досить хороший результат.

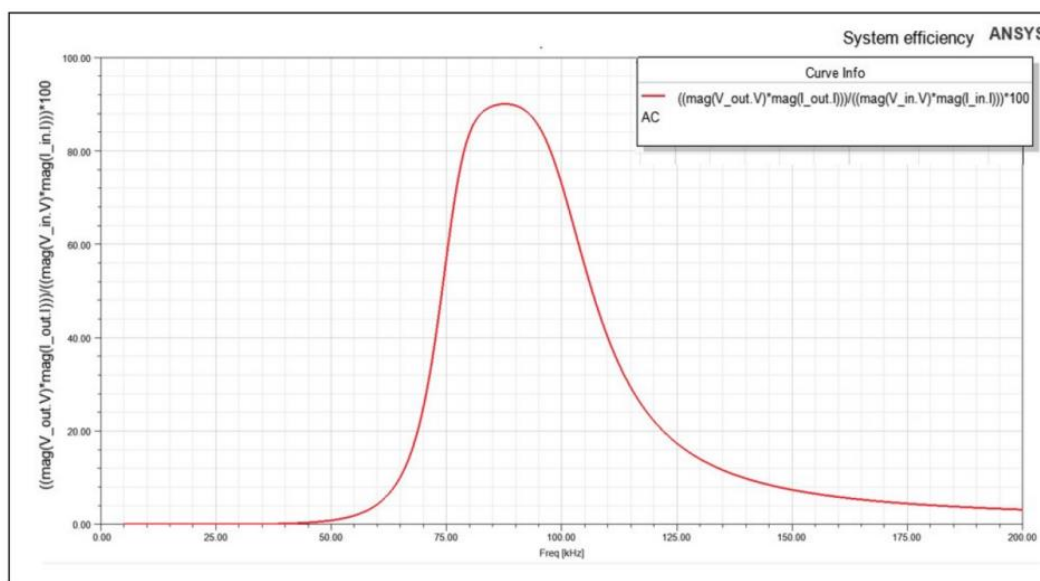


Рисунок 3. Ефективність системи безпроводної передачі електроенергії відносно частоти.

Мобільні пристрої безпроводної передачі електроенергії є перспективним рішенням для розвитку транспортних технологій, спрямованих на поліпшення зручності, доступності та сталості електромобільного транспорту. Розробка та впровадження цих технологій є ключовим етапом у створенні сталої та майбутньоорієнтованої транспортної системи, сприяючи розвитку ефективних та екологічно чистих рішень.

Література

1. Загальний принцип бездротової зарядки електромобілів [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://mezha.media/2022/02/23/bezdrotova-zariadka-vid-dorohy/> . Дата доступу 10.10.2023.
2. Зарядка під час руху [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://skinnonews.com/global/archives/6253> . Дата доступу 10.10.2023.

УДК 621.372.632:621.365.5

П. В. Чикало, В. І. Ясків, докт. техн. наук., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДОПЛЕРІВСЬКОГО МЕТОДУ ПРИ АКТИВНОМУ ШУМОПОДАВЛЕННІ В СИСТЕМАХ РАДІОУПРАВЛІННЯ

P. V. Chykalo, V. I. Yaskiv, Dr., Assoc. Prof.

STUDY OF THE APPLICATION OF THE DOPPLER METHOD IN ACTIVE NOISE SUPPRESSION IN RADIO CONTROL SYSTEMS

У системах радіоуправління використовують радіохвилі для передачі сигналів між джерелом та об'єктом управління. Однак, в умовах руху об'єкта управління, як у випадку з літаками, автомобілями, чи навіть радіокерованими моделями, виникає проблема шуму.

Шум у системах радіоуправління може виникати з різних причин, таких як:

- інтерференція з іншими радіостанціями;
- шум від електромагнітних полів;
- шум від двигунів або інших механізмів об'єкта управління.

Цей шум може призвести до спотворення або втрати сигналу, що може негативно вплинути на точність управління об'єктом.

Метод Доплера може бути використаний для вирішення цієї проблеми. Ефект Доплера - зміна частоти та довжини хвиль, що реєструються приймачем, викликана рухом їхнього джерела та/або рухом приймача. Якщо джерело хвиль рухається відносно середовища, то відстань між гребенями хвиль (довжина хвилі) залежить від швидкості та напрямку руху. Якщо джерело рухається у напрямку до приймача, тобто наздоганяє хвилі, які воно випускає, то довжина хвилі зменшується. Якщо віддаляється - довжина хвилі збільшується.

Рівняння, яке описує ефект Доплера наведено нижче, на рисунку 1 зображено зміну звукових хвиль спричинену рухом об'єкта.

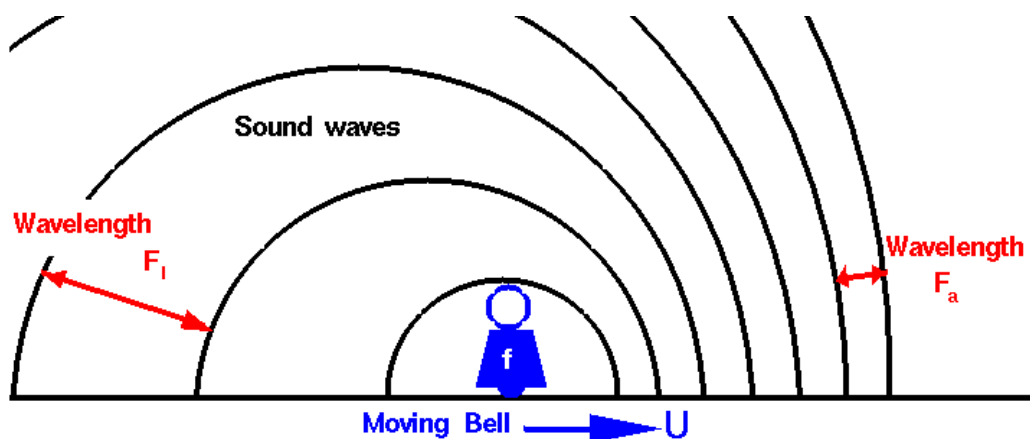


Рисунок 1. Ефект Доплера на прикладі звукових хвиль

Коли джерело, що рухається, наближається до нашого вуха, довжина хвилі стає коротшою, частота - вищою, і ми чуємо вищу висоту звуку. Якщо ми назвемо частоту наближення f_a , швидкість звуку a , швидкість джерела, що наближається, u і частоту звуку біля джерела f , то

$$fa = (f \times a) / (a - u)$$

Коли джерело, що рухається, залишає нас, довжина хвилі стає довшою, частота - нижчою, а крок - меншим. Знову ж таки, якщо частота, що покидає нас, називається f_l , то

$$fl = (f \times a) / (a + u)$$

Прикладом використання методу Доплера може бути система управління БПЛА. Коли БПЛА рухається, шумові хвилі, які він генерує, також рухаються. Внаслідок цього частота цих хвиль змінюється в результаті доплерівського ефекту. Системи радіоуправління, які використовують метод Доплера, можуть використовувати ці зміни частот для визначення сигналів шумів. Оскільки частоти шумових сигналів не будуть змінюватись так само як корисні сигнали управління, метод Доплера може бути використаний для застосування у системах шумоподавлення у сучасних радіосистемах, в яких присутні рухомі складові.

Метод Доплера має ряд переваг перед іншими методами підвищення ефективності систем радіоуправління:

- висока ефективність - метод може ефективно відфільтрувати шум, який передається по одній і тій же частоті, що і сигнал;
- невисока вартість - не вимагає використання складних або дорогих компонентів.

До недоліків цього методу слід віднести задовільну точність і відносну складність. Він може бути неточним у тих випадках, коли швидкість руху джерела або приймача змінюється швидко, або не змінюється взагалі, тобто він не є ефективним у крайніх станах системи. Як і будь-які модифікації, застосування ефекту Доплера призведе до ускладнення конструкції пристрої та систем.

Метод Доплера є перспективним методом підвищення ефективності систем радіоуправління. Цей метод може використовуватись для вирішення таких завдань, як зниження рівня шуму в умовах руху, сильного шуму або обмеженого спектрального ресурсу.

Література

1. Ефект Доплера [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/doppler.html> . Дата доступу 27.10.2023.
2. Опис ефекту Доплера [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://radiopaedia.org/articles/doppler-shift>. Дата доступу 27.10.2023.
3. Варіанти застосування методу Доплера [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-3/The-Doppler-Effect> Дата доступу 28.10.2023.

**СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ
ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ**

УДК 614.841.45

С. Е. Трошкін

(Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, Україна)

**ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН ВЕРТИКАЛЬНИХ
КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ,
НАБЛИЖЕНОГО ДО РЕАЛЬНОГО**

S. E. Troshkin

**EVALUATION OF FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE VERTICAL
CABLE TUNNEL WALLS UNDER CONDITIONS SIMILAR TO REALISTIC
TEMPERATURE REGIMES**

For the mathematical description of the fire temperature regime on the rising branch, it is suggested to use the formula provided below, which is a modification of the formula for the standard fire temperature regime known from the standard [1] and work [2], scaled considering the results of a full factorial experiment with conducting actual fire tests.

$$\Theta_p = 20 + 345 \frac{\Theta_{e_{max}} - 20}{\Theta_{max}} \lg[8t + 1], \quad (1)$$

where: $\Theta_{e_{max}}$ - the maximum average volumetric temperature obtained as a result of a full factorial experiment; Θ_{max} - the scaling value of the maximum average volumetric fire temperature in formula (1) is determined by the expression:

$$\Theta_{max} = 20 + 345 \lg[8\tau_{max} + 1]. \quad (2)$$

To represent the descending branch of the fire temperature regime, the formula corresponding to the linear dependence of temperature reduction can be used [3]:

$$\Theta_c = \Theta_{e_{max}} - \frac{\Theta_{e_{max}} - 20}{\tau_l - \tau_{max}} (t - \tau_{max}). \quad (3)$$

where: τ_{max} and τ_l - the time to reach the maximum average volumetric temperature and the duration of the fire. These parameters are calculated using regression dependencies obtained from the results of a full factorial experiment. Figure 1 shows the fire temperature regimes obtained for different data on the design and fire load of vertical cable tunnels.

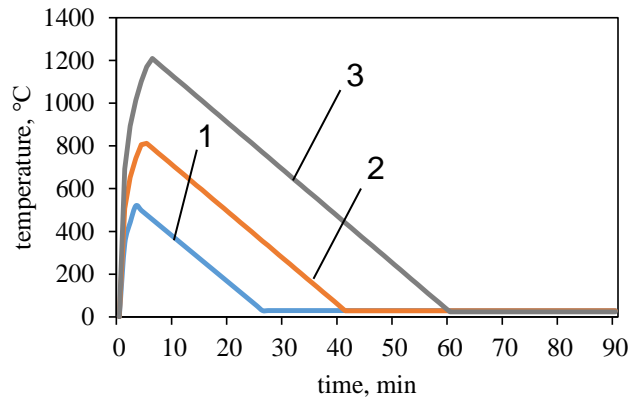


Figure. 1 - Temperature regime graphs of fires at different values of the fire load per 1 meter height of cable for constant values of the longitudinal cross-sectional area of the vertical cable tunnel $S = 4.00 \text{ m}^2$ and horizontal air velocity component $h = 6 \text{ m}$: 1 - $m = 1 \text{ kg}$, 2 - $m = 5 \text{ kg}$, 3 - $m = 10 \text{ kg}$.

The temperature curve 2, as shown in Fig. 1, was used as the fire regime since it corresponds to the averaged characteristics of vertical cable tunnels. After conducting calculations using the Microsoft Excel spreadsheet processor, results in the form of temperature regimes, as shown in Fig. 2, were obtained.

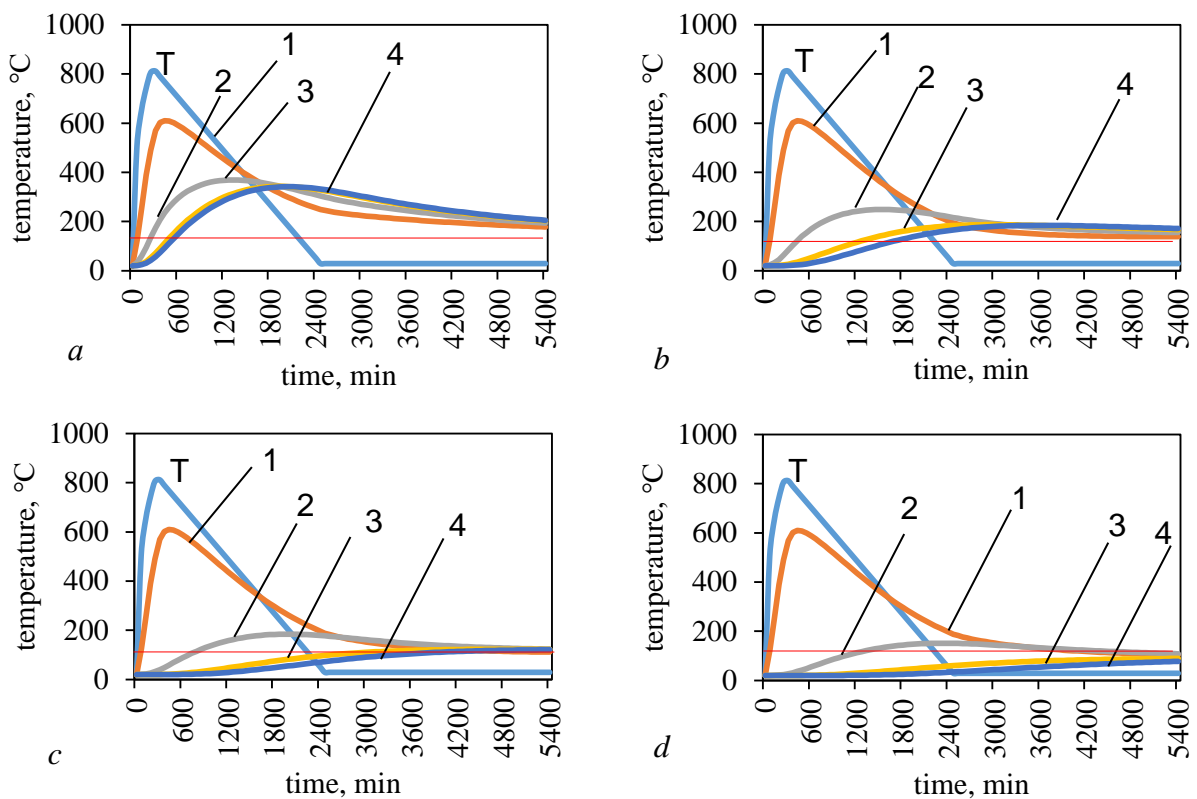


Figure. 2 - Temperature regime graphs of heating reinforced concrete barrier structures of the vertical cable tunnel at constant values of the fire load per one-meter cable height $m = 5 \text{ kg}$, with a height of $h = 6 \text{ m}$, and a longitudinal cross-sectional area of the vertical cable tunnel $S = 4 \text{ m}^2$ with different thicknesses: a - 40 mm; b - 77 mm; c - 113 mm; d - 150 mm.

The analysis of the graphs in Fig. 2 shows that only the tunnel barrier walls with a thickness of 150 mm meet the requirements for all fire resistance classes EI 30, EI 45, EI 60, and EI 90. In contrast, tunnel walls with a thickness of 113 mm correspond to fire resistance classes EI 30, EI 45, and EI 60, while tunnel walls with a thickness of 77 mm only meet the fire resistance class EI 30. This demonstrates the advantages of the proposed approach as it allows for significantly higher fire resistance classes for thinner barriers.

References

1. Fire protection. Building constructions. Methods for fire resistance tests. General requirements (ISO 834:1975): DSTU B V.1.1-4-98. [Effective from 1998-10-28]. Kyiv: Ukrarhbydinform, 1999. 21 p. (State Standard of Ukraine);
2. Nuyanzin O. M., Nekora O. V., Pozdyëv S. V. [et al.]. Methods of mathematical modeling of thermal processes during fire resistance tests of reinforced concrete building structures: monograph. Cherkasy: CIPB named after Heroes of Chernobyl NUCC of Ukraine, 2019. 120 p;
3. Pozdieiev S. et al. Computational study of bearing walls fire resistance tests efficiency using different combustion furnaces configurations. MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2017. T. 116. C. 02027.

УДК 614.841.45

С. Е. Трошкін

(Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, Україна)

МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ КАБЕЛІВ В ТУНЕЛЯХ ТА КОЛЕКТОРАХ КРУГЛОГО ПЕРЕТИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ SKETCHUP

S. E. Troshkin

MODELING METHODS OF CABLE PLACEMENT IN TUNNELS AND ROUND CROSS-SECTION COLLECTORS USING THE SKETCHUP

In cities with a large number of laid cable lines and the presence of various underground communications, it is recommended to install cables in special underground cable structures. The configuration of the blocks is determined by specific conditions, the number of channels, and other factors. A tunnel allows for cable laying, repairs, and inspections along its entire length with free passage. It is constructed using prefabricated reinforced concrete elements or, less commonly, monolithic reinforced concrete. A layer of soil of at least 0.5 m is placed above the tunnel. Depending on the number of cables, the tunnel can be single-sided with a width of 1500 mm or double-sided with a width of 1800 mm [1]. Replicating the geometric configuration of a cable tunnel can be achieved using the SketchUp Free software (fig.1), which does not require significant effort in 3D modeling [2].

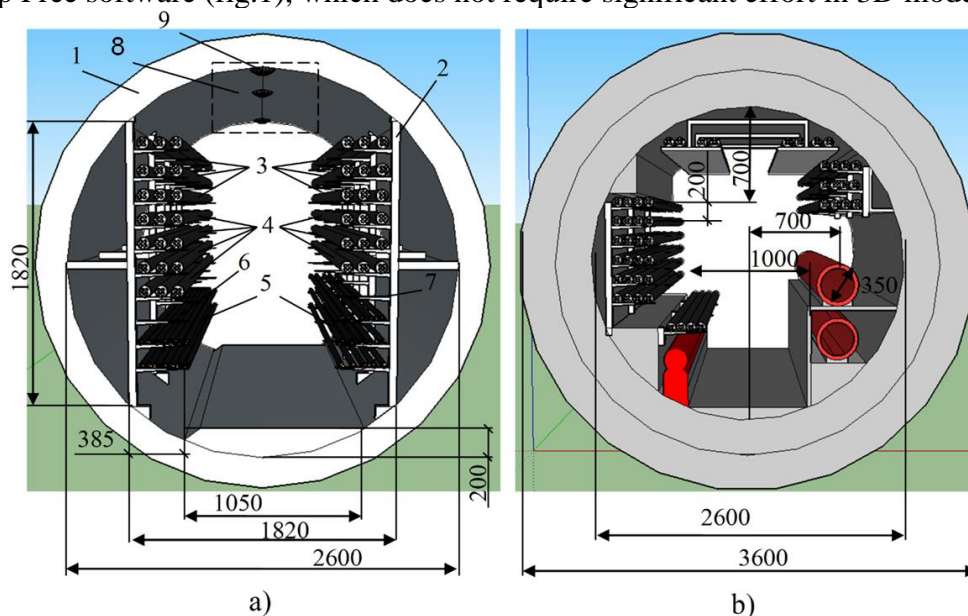


Figure. 1 - Placement of cables in tunnels and round cross-section collectors:
a - tunnel, b - collector; 1 - tunnel block, 2 - cable structure block; 3 - cables above 1 kV,
4 - cables up to 1 kV, 5 - control cables, 6 - joint sleeve, 7 - free shelf for laying
connecting sleeves, 8 - luminaire, 9 - zone of fire detectors and mechanized dust cleaning
and firefighting pipelines.

Visualization and reproduction of various geometric configurations using the SketchUp Free software enable the seamless analysis of the geometry of different building structures, facilities, and buildings [3]. SketchUp Free is freely available software accessible to all.

References

1. ГБН В. 2.2-34620942-002:2015. «Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування»;
2. Engr. Jonell an B. Lucas. Manual Sketchup 2013;
3. Jacobs, H. L. SketchUp and Sketchfab: Tools for Teaching with 3D. Journal of the Society of Architectural Historians, 81(2), 2022, 256-259.

УДК 621.855

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

АНАЛІЗ КОНТАКТНИХ НАПРУЖЕНЬ У КРІПЛЕННІ ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

T. A. Dovbush, Ph.D.; N. I. Khomyk, Ph.D.; I. G. Tkachenko, Ph.D.
ANALYSIS OF CONTACT STRESS IN THE SUPPORTS
ROD TRANSPORTERS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Одним із важливих елементів пруткових транспортерів є самі прутки, які забезпечують технологічні функції роботи (завантаження, транспортування, сепарації і розвантаження сільськогосподарської продукції). Прутки приєднують до тягових елементів – прогумованих пасів або втулково-роликів ланцюгів.

Пруткові транспортери на основі втулково-роликів ланцюгів мають переваги порівняно із кріпленням прутків до пасів. Тиск в опорах валів ланцюгових передач значно менший ніж у пасових. Завдяки зачепленню ланцюга із зубами зірочок не має необхідності у створенні значного попереднього натягу, у холостій гілці виникає невеликий натяг від провисання полотна під дією власної ваги – все це створює нормальні умови роботи транспортера.

Ланцюгові ланки пруткових транспортерів коренезбиральних машин працюють у парі тертя метал-метал в умовах значного абразивного зношування. Спостерігається нерівномірне зношування всередині шарніра, зношується пруток і внутрішня поверхня втулок. При виробленні всередині шарніра від 1,5...3 мм (враховуючи технічні умови на капітальний ремонт коренезбиральної машини), транспортер стає повністю непридатним для подальшої експлуатації, оскільки ослаблюється кріплення прутків у втулках.

На працездатність ланцюгових передач значний вплив має глибина дифузного шару деталей шарнірів. Нижні границі глибини цементації втулок через їх малу товщину приймають дещо меншими, ніж для валиків. Чистота спряжених поверхонь валика, втулки і пластин повинна бути не нижчою 7-го класу.

Для аналізу процесу зношування контактуючих поверхонь головки прутка-втулка ланцюга необхідно дослідити зміну контактних напружень у зоні контакту прутка і втулки, які виникають під час експлуатації. Максимальні контактні напруження для такої пари тертя визначимо за формулою

$$\sigma_{H\max} = \frac{G}{R(1-\mu)} \cdot \sqrt{\frac{2N \cdot R(1-\mu)}{\pi \cdot G \cdot b}}, \quad (1)$$

де N – сила, яка буде діяти на головку прутка під час виконання технологічного процесу, величина змінна, $N = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400$ Н;

R – радіус напрямляючого кола головки прутка, $R = 5,4$ мм;

b – ширина контакту (ширина головки прутка), величина змінна, приймемо
 $b = 10, 20, 30, 40, 50$ мм;

μ – коефіцієнт Пуассона, $\mu = 0,3$; G – модуль зсуву, $G = 8,1 \cdot 10^4$ Н/мм².

Для типових умов роботи пруткового транспортера у зонах контакту головки прутка і втулки ланцюга дослідимо залежність максимальних контактних напружень від зміни навантажень і довжини втулок (рис. 1) і порівняємо їх з допустимими.

Допустимі контактні напруження для досліджуваних контактуючих поверхонь знаходяться в межах $[\sigma_H] \approx 300 \dots 400$ МПа.

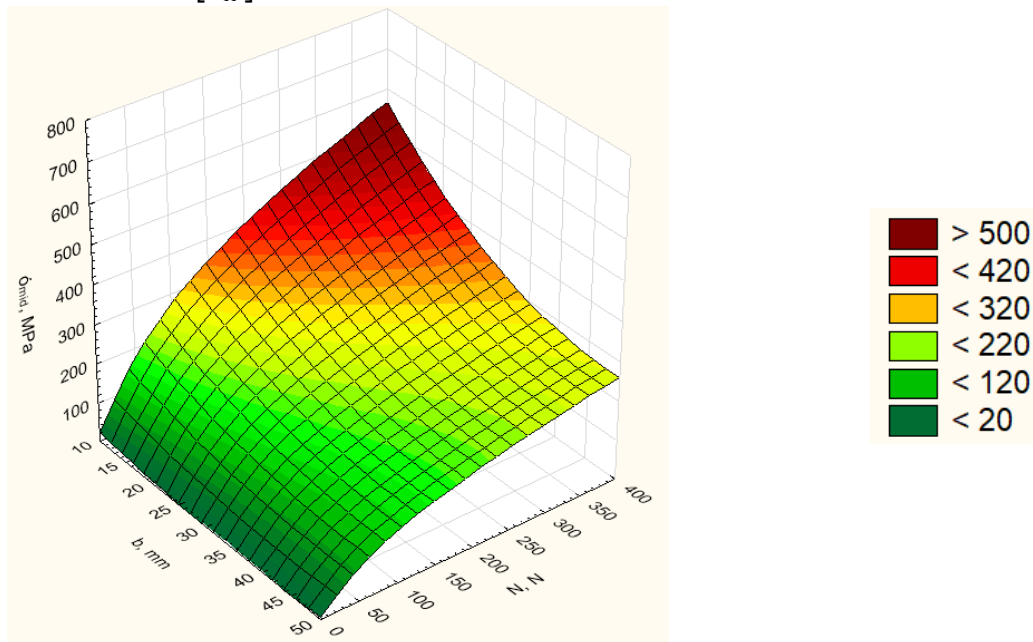


Рисунок 1. Залежність максимальних контактних напружень

Висновок. Результати досліджень контактних напружень у зоні головки прутка-ланка ланцюга вказують на те, що для розглядуваної моделі контакту вони не перевищують допустимих значень. При дотриманні умов роботи довговічність транспортерів забезпечується.

Література

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. Procedia Structural Integrity No 36, .203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
2. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Dunets B., 2019. Evaluation technique of frame residual operational life. Scientific Journal of the Ternopil national technical university. Tern.: TNTU. 2019. Vol. 93. No 1. P. 61-69.
3. 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 silskohospodarskykh mashyn Problemy nadiinosti mashyn ta zasobiv mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. Kh.: KhNTUSH., PP.321-326.
4. Trokhaniak O. M., Hevko R. B., Lyashuk O. L. Pohrishchuk B. V. Dobizha N. V., Dovbush T. A., 2020. Research of the of bulk material movement process in the inactive zone between screw sections, INMATEH-agricultural engineering. Vol. 60, No. 1, 261-268. DOI: 10.35633/inmateh-60-29.
5. Hevko R. B., Tkachenko I. G., Khomyk N. I., Gumeniuk Y. P., Flonts I. V., Gumeniuk O. O. 2020. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. IMMATEH: Agricultural engineering. Vol. 61, No 2. PP. 175-182.
6. 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 the TNTU. Tern.: TNTU, 2022. Vol. 108. No 4. P. 5-15.
7. 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.
8. Гевко Р.Б., Баліцький І.Б., Хомик Н.І. Вдосконалення процесів очищення коренеплодів при розробленні та модернізації машин. Сучасні технології промислового комплексу-2020: матеріали VI-ої міжнар. наук.-практ. конф., вип. 6, м.Херсон, 8-12 верес. 2020 р. Херсон: ХНТУ, 2020. С. 91-94.
9. Хомик Н.І., Довбуш Т.А. Обґрунтування силових факторів завантаженості пруткових транспортерів. Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики: зб. тез доп. між. наук.-практ. конф. м.Тернопіль, 29-30 верес. 2022 р. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. С.140-141.
10. Хомик Н.І. Розрахункова модель для оцінки зношування головок прутків полотна транспортера. Машинознавство, 2002.№12. С.49-51.

УДК 621.855

Г. Б. Цьонь, к.т.н.; А. Д. Довбуш

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛОЩІ КОНТАКТНИХ ПОВЕРХОНЬ ГОЛОВОК ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

H. B. Tson Ph.D, A. D. Dovbush

RESEARCH OF THE AREA OF THE CONTACT SURFACES OF HEADS ROD TRANSPORTERS IN EXTREME OPERATING CONDITIONS

Пруткові транспортери є важливими робочими органами сільськогосподарських машин, зокрема збиральних. Вони здійснюють транспортування і сепарацію коренеплодів та бульбоплодів від викопуючих робочих органів до накопичувальних бункерів. Розглянемо прутковий транспортер коренезбиральної машини, у якого тяговим органом є втулково-роликові ланцюги. Прутки виготовляють із каліброваної сталі 35 діаметра 10,8 мм. Встановлюють прутки замість осей в отвори втулок ланцюга. З'єднання прутків виконують так, що кінці прутків, які виступають, розвальцьовують. Рухомість шарнірних з'єднань ланцюгів не порушується. Закріплення кінців прутків транспортерів у ланках втулково-роликових ланцюгів спричиняє те, що найбільш навантаженою частиною прутків є їх головки, які закріплені в отворах ланок.

У граничних положеннях транспортера, наприклад, положення вивантаження коренеплодів, найчастіше відбувається часткове обертання головок прутків в отворах ланок з'єднання. Це призводить до зношування контактуючих деталей, а саме, головка прутка-втулка тягового органу. При тривалій експлуатації зношення може досягнути критичних значень, а саме, виходу головок прутків з тягового механізму. Для запобігання таким негативним явищам виконаємо аналітичне дослідження зміни площ контактуючих поверхонь від сил тиску в опорах та їх довжини, що впливає на тривалість експлуатації.

Досліджено вплив нерівномірного розподілу зовнішніх навантажень на полотно пруткового транспортера від транспортованої маси і в результаті отримано сили тиску в зонах контакту головки прутка-втулка ланцюга – від 100 до 400 Н.

Площа поверхонь контакту головки прутка-втулка ланцюга дорівнює

$$A = l_0 \cdot b, \quad (1)$$

де l_0 – довжина лінії контакту поверхонь

$$l_0 = \sqrt{\frac{2 N \cdot R (1 - \mu)}{\pi \cdot G \cdot b}}, \quad (2)$$

тут N – сила, що діє на головку прутка під час експлуатації, змінюється залежно від умов, $N = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400$ Н; R – радіус напрямляючого кола головки прутка, $R = 5,4$ мм; b – ширина контакту (ширина головки прутка), змінюється, приймемо діапазон $b = 10, 20, 30, 40, 50$ мм; μ – коефіцієнт Пуассона, $\mu = 0,3$; G – модуль зсуву, $G = 8,1 \cdot 10^4$ Н/мм².

Дослідимо зміну площ контактуючих поверхонь (рис. 1) залежно від зміни сил тиску у зонах контакту з'єднання прутков-втулка.

Висновок. Досліджено залежність зміни площ контакту з'єднання головки прутка-втулка ланцюга для пруткових транспортерів залежно від умов експлуатації. Отримані результати дозволяють корегувати конструкції з'єднань пруткових транспортерів для збільшення ресурсу роботи транспортера.

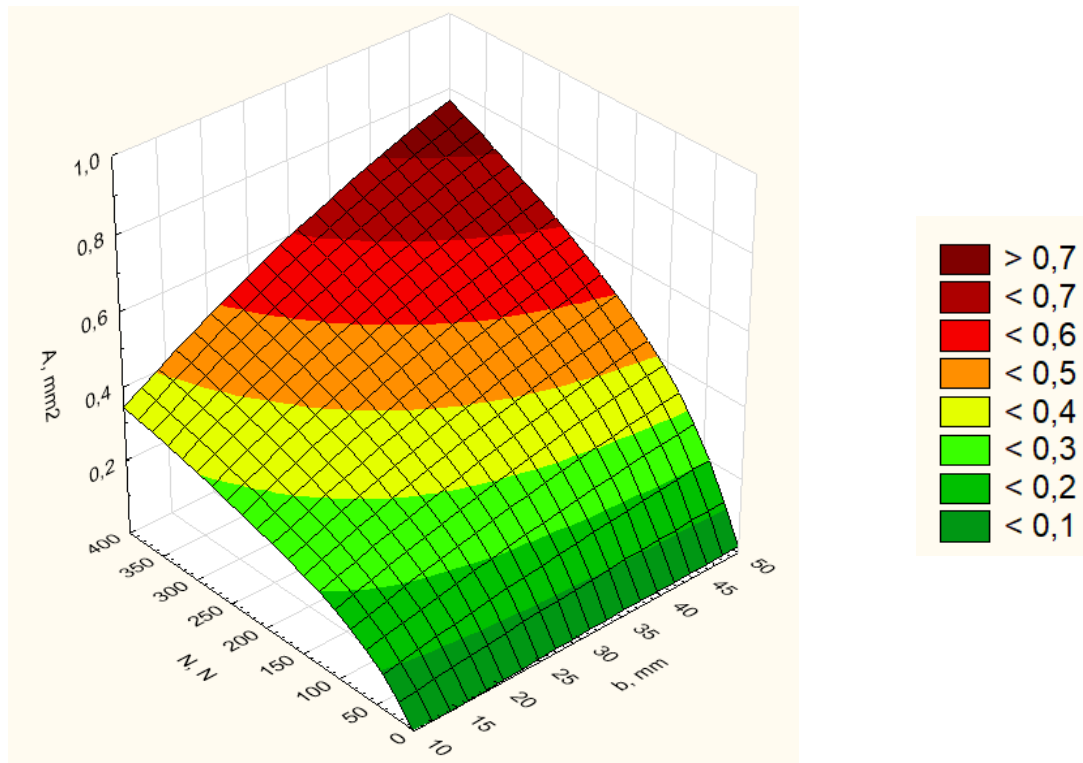


Рисунок 1. Зміна площ контактуючих поверхонь залежно від зміни сил тиску у зонах контакту з'єднання пруток-втулка

Література

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity* No 36, 203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
2. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Dunets B., 2019. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU. 2019. Vol. 93. No 1. P. 61-69.
3. Rybak T. I., Popovych P. V., Khomyk N. I., Dovbush T. A., Tson H. B., 2013. Imitatsiine modeliuвання pry rozrakhunkakh na kvazistatychnu mitsnist konstruktivnykh struktur vazhko navantazhenykh silskohospodarskykh mashyn *Problemy nadiinosti mashyn ta zasobiv mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka*. Kh.: KhNTUSH., PP.321-326.
4. Trokhaniak O. M., Hevko R. B., Lyashuk O. L. Pohrishchuk B. V. Dobizha N. V., Dovbush T. A., 2020. Research of the of bulk material movement process in the inactive zone between screw sections, *INMATEH-agricultural engineering*. Vol. 60, No. 1, 261-268. DOI: 10.35633/inmateh-60-29.
5. Hevko R. B., Tkachenko I. G., Khomyk N. I., Gumeniuk Y. P., Flonts I. V., Gumeniuk O. O. 2020. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH: Agricultural engineering*. Vol. 61, No 2. PP. 175-182.
6. 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 the TNTU*. Tern.: TNTU, 2022. Vol. 108. No 4. P. 5-15.
7. 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.
8. Гевко Р.Б., Баліцький І.Б., Хомик Н.І. Вдосконалення процесів очищення коренеплодів при розробленні та модернізації машин. Сучасні технології промислового комплексу-2020: матеріали VI-ої міжнар. наук.-практ. конф., вип. 6, м.Херсон, 8-12 верес. 2020 р. Херсон: ХНТУ, 2020. С. 91-94.
9. Хомик Н.І., Довбуш Т.А. Обґрунтування силових факторів завантаженості пруткових транспортерів. Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики: зб. тез доп. між. наук.-практ. конф. м.Тернопіль, 29-30 верес. 2022 р. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. С.140-141.
10. Хомик Н.І. Розрахункова модель для оцінки зношування головок прутків полотна транспортера. *Машинознавство*, 2002.№12. С.49-51.

УДК 631

О. О. Окунський; Г. Б. Цьонь, канд. техн. наук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ГИЧКОЗРІЗУВАЛЬНИХ АПАРАТІВ

О. О. Okunskyi; H. B. Tson, Ph.D.

TECHNICAL EQUIPMENT FOR TESTING STRIP CUTTING DEVICES

Важкі ґрунто-кліматичні умови та режими роботи при яких працює бурякозбиральна техніка спричиняють виникнення поломок механізмів, усунення яких потребує значних часових та матеріально-технічних затрат, що різко знижує техніко-експлуатаційні показники роботи машин.

Будь-які сільськогосподарські технічні засоби можна розглядати як систему послідовно або паралельно з'єднаних вузлів, агрегатів та елементів, які працюють в умовах динаміки навантаженості та зношування.

Для прогнозування ресурсу роботи техніки та у наукових дослідженнях важливу роль відіграють експериментальні методи. Проведення випробувань робочих органів, вузлів та агрегатів машин можливе як у лабораторних умовах (на спеціальних стендах), полігонах, так і безпосередньо в умовах експлуатації при виконанні технологічного процесу, передбачуваного функціональним призначенням агрегату. Перевагою стендових та полігонних випробувань над іншими є їх незалежність від погодних умов, пори року і сезонності робіт. Для отримання необхідної кількості інформації про стан механізмів сільськогосподарської техніки сезонної експлуатації, яка зайнята 30–50 днів у році при тривалості 10–15 годин на добу, необхідно від двох до чотирьох сезонів. При полігонних та стендових випробуваннях експлуатаційні режими роботи деталей та вузлів можна відтворити нормально чи форсовано за навантаженістю чи циклічністю дії.

Режими навантаження можна відтворити точно, наближено або використовувати нормовані режими. У дослідницьких роботах використовують два напрямки: перший – еталонні навантаження (застосовують при дослідженні властивостей різних матеріалів); другий – характерний при вивченні натурних деталей та вузлів (на стенді відтворюють характерні експлуатаційні навантаження).

Перший метод характеризується універсальністю та простотою, однак отримані за його допомогою результати неможливо використовувати для прогнозування терміну служби деталей машин. При точному моделюванні режимів навантаження, використовуючи другу методику, при якій можливо отримати більш точні результати порівняно із еталонними навантаженнями.

При побудові моделі стендових випробувань необхідно, щоб процеси робочих органів на стенді і в експлуатації були максимально наближені, тобто повинна зберігатися фізична картина відмови. Для збереження подібності при моделюванні випробувань необхідно дотримуватися умов, які б звели до мінімуму величину похибки, яка виникає при переході від натурних результатів до отриманих на моделі.

Закон надійності, який теоретично отримав і експериментально перевірів Седякін Н.М. можна використовувати при визначенні коефіцієнту переходу від результатів стендових випробувань до результатів, отриманих при експлуатації.

Існують методи прискорених випробувань елементів і систем на надійність, кожен з яких вирішує певні питання пов'язані із випробуваннями на стендах.

УДК 624.012.25

**О. П. Конончук, канд. техн. наук, доцент, М. Р. Лещук, М. В. Винницький,
О. В. Лещишена, С. В. Бариш, Я. В. Антоняк**
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИВЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТАВРОВОГО ПРОФІЛЮ

**A. P. Kononchuk, Ph.D., Assoc. Prof., M. R. Leschuk, M. V. Vynnytskyi,
O. V. Leshchyshena, S. V. Barysh, Y. V. Antonyak**
**STUDY OF THE STRESSED AND DEFORMED STATE OF REINFORCED
CONCRETE ELEMENTS OF THE BRAND PROFILE**

Залізобетонні елементи таврового перерізу найчастіше використовуються в перекриттях і покриттях будівель промислового та цивільного призначення. Елементи таврового перерізу мають полицю в стиснутій зоні бетону. Збільшення стиснутої зони бетону у вигляді полицки тавра дозволяє ефективно використовувати її опір на стиск. При цьому ребро таврового перерізу служить для розміщення в ньому розтягнутої арматури та сприйняття сколюючих напружень.

На сьогоднішній день існує два найпоширеніші методи розрахунку залізобетонні елементи таврового перерізу: метод граничної рівноваги та деформаційний метод. В основу методу граничної рівноваги при розрахунку нормальних перерізів покладено гіпотезу плоских перерізів, яка наголошує, що переріз згинального елемента до прикладання навантаження і під час навантаження залишається плоским, а всі зусилля, які виникають в цьому перерізі, повинні знаходитися у рівновазі. При цьому епюру напружень стиснутої зони бетону вважають прямокутною, найбільші напруження, що можуть виникати в бетоні, дорівнюють розрахунковому опору бетону на стиск, а напруження в арматурі не перевищують розрахунковий опір R_s .

Сучасні методи розрахунку залізобетонних конструкцій використовують «деформаційну модель». Основною складовою «деформаційної моделі» є епюра напружень, яку вивчали багато вчених до яких можна віднести роботи Берга О.Я., Байкова В.Н., Бамбури А.М., Бабича Є.М., Бабича Є.С., Барашикова А.Я. та ін.

Для прикладу такі автори як А.С Залесов та Е.А. Чистяков в деформаційну модель розрахунку залізобетонних елементів по несучій здатності та експлуатаційної придатності рекомендують включати: рівняння рівноваги зовнішніх і внутрішніх зусиль в нормальному перерізі; повні діаграми деформування бетону і арматури; умови деформування нормального перерізу; наявність зчеплення бетону та арматури.

В даній роботі ставиться за мету вивчити напружено-деформований стан залізобетонних елементів таврового профілю із використанням деформаційної моделі розрахунку. Дослідження планується провести використовуючи аналітичний метод без натурних чи експериментальних випробувань.

Література

1. Бабич Є.М., Гомон П.С., Філіпчук С.В. Робота і розрахунок несучої здатності згинальних залізобетонних елементів таврового профілю при дії повторних навантажень: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2012. – 109 с.
2. Барашиков А.Я. Розрахунок підсилених таврових залізобетонних балок за різними методиками / А.Я. Барашиков, М.О. Валовой // Зб. наук. праць “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди ” Вип. 20. – Рівне, НУВГП, 2010, – С. 445-451.

УДК 62-111.3:631.3

Т. Ю. Гинда

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗМІЦНЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

T. Yu. Hynda

STRENGTHENING OF SCREW BILLETS

Розглянемо технологію виготовлення спіралей шнеків методом навивання на оправу та одночасним зміцненням зовнішнього ребра ротаційною головкою горизонтального типу. Така технологія забезпечує підвищення експлуатаційних властивостей робочих органів, виготовлених з навивних заготовок, зокрема забезпечення точності, міцності, оптимальності геометрії профілю та реалізацію повного ресурсу можливого пластичного деформування стрічки, з якої навивають спіраль. Це пояснюється сприятливою схемою згину і покращенням умов деформування металу. Згин може проводитись як в осьовому, так і в радіальному напрямках, що сприяє отриманню зміцненої за зовнішнім контуром спіралі малого радіуса кривини та профільного поперечного перерізу за відповідного конструктивного виконання пристрою.

Згин здійснюється розконцентрованою, послідовно збільшуваною поперечною силою згинання з прикладеним плечем у зоні деформації. Таке виконання стабілізує процес деформування за розростання ступеня видовження зовнішнього ребра внаслідок значних радіальних і тангенціальних напружень, які діють у всій зоні пластичного деформування. Крім того, така схема затрудняє ковзання в лініях контакту роликів з опорними і оброблюваними поверхнями, які розташовані в площинах, що проходять через вісь заготовки і вісь обертання роликів.

Слід зазначити, що конструкція передбачає значну стійкість деформування елементів – роликів. Це, головним чином, досягнуто тим, що в головці притискні ролики розміщені за периметром навивної стрічки поясами із зміщенням вздовж осі навивання і спираються на упорні поверхні так, що осі обертання роликів кожного поясу перетинаються в точці, розташованій на осі обертання відповідної опорної поверхні й осі заготовки.

Технологічний процес навивання виконується наступним чином. Підготовлену вихідну заготовку із зігнутих під кутом 90° кінцем закріплюють у пазу ведучої втулки і, попередньо притискаючи, фіксують її осьовою силою, створеною механізмом затиску. Вмикають обертання оправу та ротаційної головки. Після того, як торець навивної спіралі вийде з області контакту з калібруючим роликом, давач дає команду припинити живлення пневмоциліндра, коромисло відводиться від шпонкової втулки і опускається вниз, забезпечуючи вихід цієї втулки і навивної спіралі. Після сходження шпонкової втулки стійкість стрічки у зонах деформації забезпечується навитими витками, внаслідок чого продовжується неперервний процес навивання спіралі.

Із закінченням подачі стрічки обтискний ролик відводять від оправу і надають ротаційній головці переміщення вздовж осі в напрямку до шпинделя верстата. Для цього на супорті передбачені напрямні пази. Таке конструктивне виконання забезпечує підтиск витків спіралі до повного їх виходу з ротаційної головки.

Крім розглянутого технологічного процесу навивання спіралей, дана конструкція ротаційної головки може бути використана для кінцевого оброблення спіралей, виготовлених шляхом вальцювання. Схема такого процесу формоутворення подана на рис.6.7, а його характеристичні параметри у табл. 6.1. Під час вальцювання гвинтових стрічок з великим коефіцієнтом нерівномірності витягування шари металу за зовнішнім діаметром розрихлюються і швидко зношуються. Тому їх обробляють проточуванням або шліфуванням на глибину 1,5...4 мм [183]. Крім того, спіраль має мале значення товщини зовнішнього ребра, що призводить до швидкого

спрацьовування гвинтового механізму. У зв'язку з цим оброблення спіралі ротаційною головкою замінює механічне оброблення різанням, одночасно сприяючи зміцненню та потовщенню зовнішнього контуру, внаслідок чого отримуємо спіралі задовільної точності за зовнішнім діаметром. Якщо у конструкції передбачити ролики із значним кутом конусності, то крім зазначених вище процесів деформування, спіраль піддаватиметься згину у напрямку, перпендикулярному площині витка, що дозволяє виготовлення профільних спіралей.

Процес оброблення наступний. Спіраль нерухомо встановлюють на гладкій чи гвинтовій циліндричній оправі. Надавши обертового руху головці та оправі, здійснюють одночасне переміщення останньої в осьовому напрямку.

Технологічний процес навивання можна здійснювати як на спеціальному обладнанні, так і верстатах токарної групи.

Для підвищення продуктивності процесу ротаційного навивання та зміцнення, особливо за оброблення важко деформованих металів і сплавів, доцільно використовувати нагрівання, яке знижує опір металу деформуванню, підвищує його пластичність і тим самим запобігає виникненню тріщин на контурах спіралі з деяких зміцнюваних металів. Підігрівання заготовок безпосередньо на верстаті під час навивання спіралі усуває проміжний відпал, підвищує продуктивність з одночасним покращенням якості.

Наприклад, ефективним є індукційне нагрівання стрічки, причому найсприятливіший безперервно-послідовний спосіб. У цьому випадку, коли нагрівається не зразу вся поверхня заготовки, а послідовно одна ділянка за іншою, стає можливим застосування локального нагрівання деформованого металу безпосередньо в зоні деформації. Спосіб дає змогу використовувати для технологічного процесу порівняно малопотужні генератори. За відповідного підбору потужності генератора і ширини індуктора, забезпечивши необхідні температурні параметри, можна здійснити процес ротаційного зміцнення.

Поверхнєве пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску. Втомлювана міцність деталей зростає на 30...70 %, а зносостійкість – в 1,5...2 рази, а також можливе отримання поверхні з низькою шорсткістю ($R_a = 0,16$ мкм).

Шорсткість поверхні, степінь зміцнення, твердість поверхні та продуктивність обробки залежать від режимів оброблення: зусилля і швидкості обкатування, повздовжньої подачі, припуску і т. п.

Вибираючи зусилля зміцнення, слід брати до уваги, що малий тиск не забезпечує повного змінання виступів мікронерівностей поверхні, а досить великий призводить до перенапруження і руйнування поверхні, гофрування на спіралі та зниження терміну служби роликів.

На підставі теоретичних досліджень, експериментальних даних та з урахуванням розв'язку й аналізу оптимізаційних задач запропоновані раціональні режими технологічного процесу формоутворення заготовок.

Наприклад параметри технологічного процесу формоутворення заготовки з сталі X18H9T, ширина витка – $B = 30$ мм, товщиною – $H = 2,5$ мм, внутрішнім діаметром – $d = 30$ мм. І кроком витка $T = 2,5$ мм. Потрібні режими: Швидкість навивання – $V_n = 29$ м/хв. Подача – $S_n = 2,5$ мм/об. Кутова швидкість – $\omega = 1,2$ с⁻¹. Зусилля навивання – $P_n = 880$ Н. Момент навивання – $M_n = 450$ Нм. Зусилля попереднього притискування – $P_n = 550$ Н.

Поверхнєве пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску. Втомлювана міцність деталей зростає на 30...70 %, а зносостійкість – в 1,5...2 рази, а також можливе отримання поверхні з низькою шорсткістю ($R_a = 0,16$ мкм). Запропонована технологія виготовлення заготовок спіралей шнеків методом навивання на оправу з одночасним зміцненням зовнішнього ребра дає змогу реалізувати повний ресурс пластичного деформування стрічки, із якої навивається заготовка.

УДК 624.012.25

**О. П. Конончук, канд. техн. наук, доцент, П. О. Погребняк, С. В. Чаплінський,
В. В. Штогрин**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ
ГОТЕЛЮ «ГАЛИЧИНА» В МІСТІ ТЕРНОПІЛЬ**

**A. P. Kononchuk, Ph.D., Assoc. Prof., P. O. Pogrebnyak, S. V. Chaplinskyi,
V. V. Shtogrin**

**TECHNICAL INVESTIGATION OF THE CONDITION OF BUILDING
STRUCTURES OF THE BUILDING OF THE HOTEL "HALICHINA" IN THE CITY
OF TERNOPIL**

Технічне обстеження несучих конструкцій існуючої будівлі готелю «Галичина», що знаходиться за адресою м. Тернопіль, вул. Чумацька, 1 проводилось відповідно до технічного завдання на ділянках погоджених із замовником ПАТ «Тернопіль-готель». Метою обстеження була оцінка технічного стану несучих конструкцій будівлі готелю «Галичина» та встановлення можливості її реконструкції.

Обстежуваний об'єкт – дванадцятиповерхова громадська будівля готелю з техпідвалом та техгорищем, наближеної до прямокутної форми в плані. Обстеженню підлягала частина будівлі, що використовується під готель, інша частина використовується в якості багатоквартирного дванадцятиповерхового житлового будинку та не підлягала обстеженню. Різні за своїм функціональним призначенням дві частини будівлі розділяє спільна поперечна несуча цегляна стіна. Окрім того, будівля готелю містить одноповерхову прибудову рецепції з техпідвалом, що блокована з іншої сторони з двоповерховою будівлею торгового центру ТОВ «Хоум Експрес Т» з техпідвалом. Будівля готелю обладнана трьома пасажирськими та одним вантажним ліфтом, а також двома сходовими клітками, одна з яких є незадимлюваною.

Будівництво будівлі готелю було розпочато в 1979 році та завершено на початку 80-х років ХХ століття. В 2008 – 2010 роках до будівлі готелю була добудована незадимлювана сходова клітка. За весь період експлуатації та на час проведення технічного обстеження ліва частина будівлі використовувалась за призначенням в якості готелю.

Дане позапланове технічне обстеження об'єкту на предмет забезпечення механічного опору та стійкості несучих конструкцій будівлі проводилось із застосуванням інструментів для замірів габаритів об'єкта, його конструктивних елементів, місць з недоліками при будівництві, дефектами і пошкодженнями в процесі довготривалої експлуатації; визначення вертикальності і горизонтальності окремих несучих елементів. В подальшому планується провести реконструкцію частини будівлі, що використовується під готель без зміни її функціонального призначення.

Література

1. Сучасні методи діагностики стану будівельних конструкцій після їх тривалої експлуатації / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Праці V Міжнародної науково-технічної конференції «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування», 19-22 вересня 2017 року — Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017 — С. 222-225.

2. Yasniy P. Hollow block floor's survey of the building of the early 20th century using modern diagnostic methods / P. Yasniy; O. Kononchuk; O. Yakubshyn // Scientific Journal of the TNTU. – 2017. – No 1(85). – pp. 38 – 46.

УДК 621.941.2-229.323

В. Н. Волошин, к.т.н., доцент, В. М. Буховець, к.т.н., Т. Л. Піхурська, М. І. Бей
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAE-СИСТЕМ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАГАТОПРОФІЛЬНИХ КУЛАЧКІВ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ

V. N. Voloshyn, Ph.D., Assoc. Prof., V. M. Buhovets, Ph.D., T. L. Pikhurska, M. I. Bey
APPLICATION OF CAD/CAE SYSTEMS FOR RESEARCH THE STRESS-
DEFORMED STATE OF MULTIPROFILE JAWS OF LATHE CHUCKS

Можливість переналадження затискного патрона при зміні типорозміру оброблюваної деталі, час та вартість такого переналадження в значній мірі визначають ефективність механічної обробки. Одним із напрямків підвищення гнучкості і зменшення собівартості обробки в умовах дрібносерійного виробництва є розроблені на основі евристичного прийому інтеграції діапазонів затиску в одному затискному елементі автоматичні токарні патрони з поворотними багатопрофільними затискними кулачками [1, 2]. Вони повинні надійно утримувати заготовку в процесі обробки при дії силових навантажень зі сторони процесу різання та інерційних навантажень, а також володіти високою жорсткістю. Тому питання оцінки напружено-деформованого стану багатопрофільних затискних кулачків в залежності від сил затиску та їх конструктивних параметрів є актуальними.

Серед методів дослідження напружено-деформованого стану машинобудівних конструкцій широко використовуються програмні комплекси твердотільного моделювання та інженерного аналізу (CAD/CAE-системи) [3, 4]. Повний цикл аналізу напружено-деформованого стану за їх допомогою включає наступні етапи: розробку 3D-моделі; задання характеристик матеріалів; вибір типу параметрів скінченних елементів; розбиття 3D-моделі на скінченні елементи; задання граничних умов та формування системи навантажень; перевірка коректності розробленої скінченно-елементної моделі; моделювання та візуалізація напружено-деформованого стану [3, 4].

Результати моделювання напружено-деформованого стану поворотних багатопрофільних затискних кулачків для розробленої конструкції швидкопереналаджувального токарного патрона плунжерного типу з діаметром корпусу 200 мм приведені на рис.1. Результатами моделювання для різних положень поворотного багатопрофільного затискного кулачка, що відповідає різним діаметрам затиску d , навантаженого радіальною силою затиску T в діапазоні від 8 до 30 кН, є еквівалентні напруження σ , значення яких розраховувалися по гіпотезі енергії зміни форми Ріхарда Фон Мізеса, та переміщення δ .

Аналіз напружено-деформованого стану багатопрофільного затискного кулачка у різних положеннях і радіальних силах затиску показує, що максимальні еквівалентні напруження виникають у перерізі з'єднання тіла затискного кулачка із плунжером (рис.1,а). У цьому перерізі нижні волокна працюють на розтяг і максимальне еквівалентне напруження при максимальній радіальній силі затиску становить $\sigma=265$ МПа. Із збільшенням зусилля затиску, яке припадає на один кулачок від мінімального до максимального (тобто в 3,75 раз), максимальні еквівалентні напруження також збільшуються майже у 6 раз (рис.1,б). Окрім того, спостерігається прямопропорційна лінійна залежність між навантаженнями та максимальними еквівалентними напруженнями.

Як і у випадку еквівалентних напружень, аналогічна прямопропорційна залежність спостерігається і для величини максимальної деформації на передньому

кінці розточування багатопрофільного затискного кулачка при різних радіальних силах затиску та різних його положеннях (рис. 1, в, г).

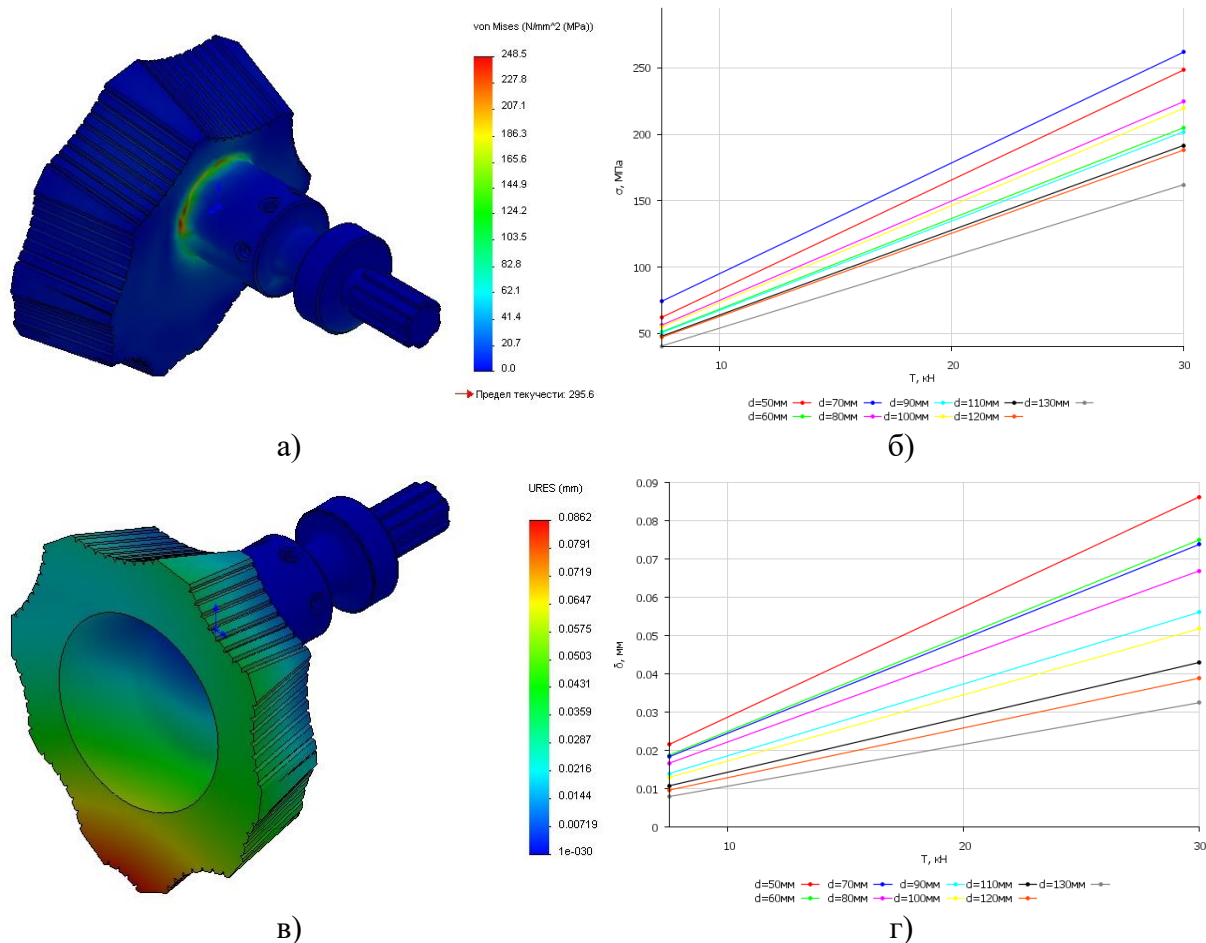


Рисунок 1. Результати моделювання напружено-деформованого стану багатопрофільних затискних кулачків: а) картина напруженого стану при $T=30$ кН та $d=50$ мм; б) графік залежності максимального еквівалентного напруження σ від сили затиску T ; картина деформованого стану при $T=30$ кН та $d=50$ мм; графік залежності величини переміщення переднього кінця розточки δ від сили затиску T .

Література

1. Технологічне оснащення для вискоєфективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія/ [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Волошин В.Н. Синтез затискних патронів з позиційними багатопрофільними затискними елементами для токарних верстатів. – Дис.... канд. техн. наук. – К.: НТУУ «КПІ», 2003. – 234 с.
3. Кроль О.С., Соколов В.І. Тримірне моделювання металорізальних верстатів та інструментального оснащення: навчальний посібник/ О.С. Кроль, В.І. Соколов. – Северодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 160 с.
4. Луців І.В. Комп'ютерне моделювання складових самоналагоджувального комплексного оснащення для токарної обробки/ І.В. Луців, В.Н. Волошин, В.М. Буховець// Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні. – 2012.– Випуск 746. – С.28 – 31.

УДК 621.762.4

Д. А. Баб'як, Г. М Крамар., к.т.н., доц. , Л. Г. Бодрова, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЛЕГУВАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ КОМПОНЕНТАМИ НАНОРОЗМІРІВ

D. Babiak, H. Kramar, Ph.D., Assoc.Prof., L. Bodrova, Ph.D., Assoc.Prof.

ALLOYING HARD ALLOYS BASED ON TITANIUM CARBIDE WITH NANOSIZED COMPONENTS

Тверді сплави забезпечують високопродуктивну обробку різанням (45-50% загального об'єму їх використання) і тиском (20%). Висока продуктивність металообробки досягається при достатній стійкості інструменту, яка при використанні твердих сплавів пояснюється високою твердістю ($HV_{30} \geq 17$ ГПа, $HRA \geq 88$) та зносостійкістю, задовільними межами міцності на згин ($\sigma_{зг} \geq 1000$ МПа) і тріщиностійкістю ($K_{IC} \geq 7,5$ МПа·м^{1/2}), високою межею міцності на стиск ($\sigma_{ст.} \geq 2000$ МПа). Тверді сплави, в т.ч. на основі карбіду титану, які отримують методом порошкової металургії, задовольняють більшості із зазначених вимог, вони мають високі твердість і зносостійкість, малу густину, низьку схильність до адгезійної взаємодії з оброблюваним матеріалом. Однак, порівняно із вольфрамокобальтовими твердими сплавами, вони мають нижчі міцність і тріщиностійкість, тому актуальною задачею є пошук шляхів підвищення цих характеристик. Одним із способів вирішення цієї проблеми є раціональний вибір компонентів карбідної основи, зв'язки, а також антирекристалізаційних добавок.

Метою роботи є аналіз можливості застосування вихідних компонентів нанорозмірів для підвищення міцності і тріщиностійкості сплавів на основі TiC.

Міцнісні характеристики сплавів суттєво підвищують за рахунок використання полікарбідної основи (TiC+VC,NbC,,ZrC, Mo₂C,WC) [1,2], в т.ч. нанорозмірів [3,4]. На прикладі нанокарбіду вольфраму і нанонікелю показано, що зменшуються розміри карбідних зерен із кільцевою структурою, зростає кількість гомогенних карбідних зерен, змінюються параметри і фазовий склад сплавів, відбувається дисперсійне зміцнення металевої зв'язки [5-7]. На нашу думку, досягнення подібного результату можливе також при використанні антирекристалізаційних добавок нанорозмірів, наприклад, нано AlN, Ni₃Al тощо з оптимізацією як хімічного складу, так і технологічних параметрів отримання сплавів.

Література

1. Antonín Kříž and David Bricín 2017 Powder Metallurgy - Fundamentals and Case Studies. Properties and Testing of Cemented Carbides, Chapter 12, Pp. 273-297 <http://dx.doi.org/10.5772/66871>
2. J. Pötschke, T. Säuberlich, A. Vornberger, J.A. Meese-Marktscheffel, 2018. Solid state sintered nanoscaled hardmetals and their properties, Int. J. Refract. Met. Hard.Mater. 72, 45–50.
3. Koval, I., Bodrova, L., Kramar, H., Mul, O., & Marynenko, S. (2014). Relationship between the structure and properties of polycarbide based hard alloys with nano-WC additions. In Euro PM 2014 Congress and Exhibition. Cermets-19_P3_EP140178
4. Kramar H., Bodrova L., Kovalchuk Y., Marynenko S., Koval I., 2018. Effect of binder with nano Ni on mechanical properties of TiC based hard alloys. Scientific Journal of TNTU, 91(3), 63-69.
5. Bukhta, V., Koval, I., Obuh, Y., Bodrova, L., Rusyn, B., Kramar, H. (2020). Effect of the nano-WC on the microstructure parameters of TiC–VC–NiCr based hard alloys. In Euro PM2020 Congress and Exhibition. , Code 177045, ISBN: 978-189907251-4, <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85125051868&partnerID=MN8TOARS>
6. Influence of the nano-WC content and Sintering Temperature on the Phase Composition of Hard Alloys in the System TiC–WC–VC–NiCr / S Pukas, L Zinko, N German, R Gladyshevskii, I Koval, L.Bodrova, H Kramar, S Marynenko Physics and Chemistry of Solid State. Volume 21, Issue 3, 30 September 2020–ISSN 1729-4428, DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.21.3.496-502>
7. Koval, I., Bodrova, L., Kramar, H., Marynenko, S., Kovalchuk, Y., Prysyzhnyuk, P., & Shlapak, L. (2022). Influence of nano-Ni on the microstructure of multcarbide-based alloys. Procedia Structural Integrity, 36, 51-58. ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.12.076>.

УДК 625.2

Р. І. Гаврилишин; І. В. Коваль, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ EPS СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

R. Gavrylyshyn; I. Koval Ph.D

FIRE RESISTANCE BEHAVIOR OF EPS SANDWICH PANELS

Недорога, енергоефективна сейсмостійка будівельна система є альтернативним рішенням для будівництва вкрай необхідного доступного житла. Ізоляційні будівельні сендвіч-панелі (IBSP) - це високотехнологічна збірна будівельна система, яка складається з ізоляційного ядра з пінополістиролу (EPS). Вона має ряд переваг: енергоефективність, низька вартість, більша сейсмостійкість. Однак дуже важливими критеріями, які необхідно забезпечити, є вогнестійкість цих систем. Пожежі стають зростаючою небезпекою в будівельному середовищі, особливо для масового житла. Таким чином, дослідження вогнестійкості цих будівельних систем є надзвичайно важливим. Метою даної роботи є чисельне дослідження цих систем під впливом пожежного навантаження шляхом розробки термомеханічної моделі сендвіч-панелі з використанням перехідного аналізу теплопередачі в поєднанні з аналізом температурних переміщень. На основі аналізу теплопередачі оцінюється градієнт температури в поперечному перерізі панелі. Згодом підвищена температура спричиняє перерозподіл напружень, що може призвести до погіршення міцності, жорсткості та загального терміну служби. У запропонованому дослідженні також розглядаються зміни напружень у волокнах матеріалу, спричинені різним впливом вогню. Виявлено, що зміна нелінійного градієнта температури в поперечному перерізі під час пожежі може спричинити відповідне напруження, яке може призвести до утворення термічних тріщин в панелі. Випробування на триточковий вигин використовується для реєстрації розподілу напружень у різних температурних зонах. Програмне забезпечення ABAQUS використовується для аналізу методом скінченних елементів (FEA) цих панелей. Видається, що дослідження вогнестійкості сендвіч-панелей EPS є досить важливим з огляду на безпеку і довговічність цього альтернативного екологічно сталого будівельного матеріалу для доступного житла.

Метою проведення цього дослідження є оцінка експлуатаційних характеристик пінополістирольних ізоляційних панелей в умовах пожежної небезпеки у справному стані. Дослідження розділене на дві частини. У першій частині дослідження буде використовуватися аналіз перехідного теплообміну для візуалізації розподілу температури в поперечному перерізі панелі під час впливу вогню. Структурні пошкодження які будуть виявлені за допомогою комбінованого аналізу "температура-переміщення", який включатиме триточкові випробування на згин і теплові граничні умови. Досліджуватиметься еволюція деградації матеріалів за допомогою кривих "сила-переміщення" в різних температурних зонах. Крім того, досліджуватиметься пошкодження складових матеріалів зі збільшенням напружень, що виникають у структурному компоненті після первинного аналізу. Повний комп'ютерний аналіз проводитиметься за допомогою навчальної версії програмного забезпечення для скінченно-елементного аналізу ABAQUS. Дане дослідження видається досить важливим з точки зору оцінки вогнестійкості ізольованих будівельних панелей в реальному часі.

УДК 625.2

Р. В. Грицеляк, І. М. Дзьоба, О. Ласкевич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ЗУСИЛЛЯ В ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТАХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ВИПАДКОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ**

R. Grytseliak, I. Dzoba, O. Laskevych

**FORCES IN OFF-CENTER COMPRESSED ELEMENTS OF REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES UNDER RANDOM LOADS**

Інтерес до вирішення наукових проблем, пов'язаних з стійкістю до обвалення при спеціальних впливах, зростає і привертає все більшу увагу фахівців у галузі розрахунку та аналізу конструкцій, про що свідчить кількість наукових статей, опублікованих за останні два десятиліття. У багатьох країнах, у тому числі і в Україні, виконані теоретичні та експериментальні дослідження, які стали основою для розробки і введення в дію нових нормативних документів щодо захисту споруд від прогресуючого руйнування при аварійних впливах. На даний час найбільш складним і дискусійним питанням у розглянутій галузі є оцінка динамічних ефектів у конструктивних системах при перерозподілі зусиль по альтернативних шляхах дії навантаження при аварійному впливі.

Для оцінки такого динамічного ефекту в складених нелінійно деформівних стержнях при миттєвому структурному перетворенні запропонував енергетичний підхід. Пізніше цей підхід розвинули. В роботах наведено розв'язки для одновісного стиску та розтягу, а також для поперечного згину. Отримано верхні граничні значення зусиль і нижні граничні значення деформацій за абсолютною величиною. Що стосується випадків більш складного напружено-деформованого стану, то оцінка динамічних ефектів при миттєвому знятті навантаження вимагає інтегрування виразів для питомої енергії деформації по площі поперечного перерізу. Однак такий підхід може бути пов'язаний з певними обчислювальними труднощами при побудові енергетичних виразів, особливо для конструкцій з непружними ефектами другого порядку. Тому розглянемо спрощений практичний метод оцінки динамічних ефектів при фізично нелінійному явищі згину в таких елементах, а саме згинальний момент, що діє в поперечних перерізах, є функцією осьової сили. В цьому випадку граничний згинальний момент, що сприймається поперечним перерізом, також залежить від величини діючої осьової сили. Це призводить до того, що діаграма взаємодії моменту з кривизною такого елемента змінюється під час навантаження. Крім того, у гнучких позацентрово стиснутих залізобетонних елементах спостерігається зменшення величини граничних зусиль порівняно з такими для елементів з нульовим коефіцієнтом тонкості, тобто за чистою міцністю перерізу, що можна пояснити як непружну нестійкість другого порядку. Ці обставини необхідно враховувати при побудові спрощеного методу оцінки динамічних ефектів у позацентрово стиснутих елементах рамних конструкцій при випадкових впливах.

Структурний аналіз, наприклад 5-поверхової залізобетонної рами, на стійкість до прогресуючого обвалення показує, що різниця між результатами розрахунку за запропонованим методом і нелінійним динамічним аналізом не перевищує 15% для середніх деформацій і кривизни і 42% для внутрішніх зусиль. Така розбіжність забезпечує додатковий запас міцності.

УДК 62-111.3:631.3

А. П. Грабовський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗМІЦНЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

A. P. Grabovsky

STRENGTHENING OF SCREW BILLETS

Технологія виготовлення спіралей шнеків методом навивання на оправу та одночасним зміцненням зовнішнього ребра ротаційною головкою горизонтального типу забезпечує підвищення експлуатаційних властивостей робочих органів, виготовлених з НЗ, зокрема забезпечення точності, міцності, оптимальності геометрії профілю та реалізацію повного ресурсу можливого пластичного деформування стрічки, з якої навивають спіраль. Це пояснюється сприятливою схемою згину і покращенням умов деформування металу. Згин може проводитись як в осьовому, так і в радіальному напрямках, що сприяє отриманню зміцненої за зовнішнім контуром спіралі малого радіуса кривини та профільного поперечного перерізу за відповідного конструктивного виконання пристрою. Згин здійснюється розконцентрованою, послідовно збільшуваною поперечною силою згинання з прикладеним плечем у зоні деформації. Таке виконання стабілізує процес деформування за розростання ступеня видовження зовнішнього ребра внаслідок значних радіальних і тангенціальних напружень, які діють у всій зоні пластичного деформування. Крім того, така схема затрудняє ковзання в лініях контакту роликів з опорними і оброблюваними поверхнями, які розташовані в площинах, що проходять через вісь заготовки і вісь обертання роликів. Слід зазначити, що конструкція передбачає значну стійкість деформування роликів, оскільки в головці притискні ролики розміщені за периметром навивної стрічки поясами із зміцненням вздовж осі навивання і спираються на упорні поверхні так, що осі обертання роликів кожного поясу перетинаються в точці, розташованій на осі обертання відповідної опорної поверхні й осі заготовки.

Технологічний процес навивання здійснюється таким чином. У пазу ведучої втулки закріплюють підготовлену вихідну заготовку із зігнутих під кутом 90 градусів і затискають осьовою силою, створеною механізмом затиску. Вмикають обертання ротаційної головки та оправу. Коли торець навивної спіралі виходить з області контакту з калібруючим роликом, давач повідомляє про припинення живлення пневмоциліндра. У результаті коромисло відводиться від шпонкової втулки і опускається вниз, що забезпечує вихід навивної спіралі та шпонкової втулки. Ротаційна головка переміщується вздовж осі в напрямку шпинделя верстата після того, як стрічка подається, відводячи обтискний ролик від оправу.

Таке конструктивне виконання гарантує, що витки спіралі підтискаються до того, як вони повністю виходять з ротаційної головки. Крім розглянутого технологічного процесу навивання спіралей, дана конструкція ротаційної головки може бути використана для обробки спіралей, виготовлених шляхом вальцювання.

Поверхнєве пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску. Втомлювана міцність деталей зростає на 30...70 %, а зносостійкість – в 1,5...2 рази, а також можливе отримання поверхні з низькою шорсткістю ($R_a - 0,16$ мкм). Запропонована технологія виготовлення заготовок спіралей шнеків методом навивання на оправу з одночасним зміцненням зовнішнього ребра дає змогу реалізувати повний ресурс пластичного деформування стрічки, із якої навивається заготовка.

УДК 539.42, 004.032.26,

А. Г. Микитишин, канд. техн. наук, доцент, Р. З. Золотий, канд. техн. наук, доцент,
І. С. Дідич, доктор філософії, Д. В. Черняк
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ДІАГРАМ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ

А. Н. Mykytyshyn., Ph.D., Assoc. Prof., R. Z. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof., I. S. Didych,
Ph.D., D. V. Cherniak

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS TO PREDICTION OF THE DIAGRAMS OF FATIGUE FRACTURE

Дослідження втоми матеріалів є актуальним завданням у галузі механіки руйнування. Для оцінки міцності та довговічності відповідальних елементів конструкцій необхідно враховувати велику кількість діючих чинників. Зокрема, нові технології дозволяють оптимізувати механічні системи з неймовірною точністю. Крім того, однією з причин широкого поширення методів штучного інтелекту є масштабування потоку даних в мережі та зростання рівня автоматизації. Тому застосування методів машинного навчання, а саме, нейронним мереж, випадкових лісів, підсилених дерев, опорно-векторних машин, k -найближчих сусідів, є сучасним підходом, котрим прогнозують діаграми втомного руйнування [1-2].

Нейронна мережа (НМ) є системою обчислень, котра моделює спосіб роботи людського мозку та складається зі з'єднаних клітин (нейронів), які обмінюються інформацією. Зокрема, кожен нейрон приймає вхідні сигнали, обчислює їх і видає вихідний сигнал [3]. Архітектуру багатосарової НМ показано на рис. 1.

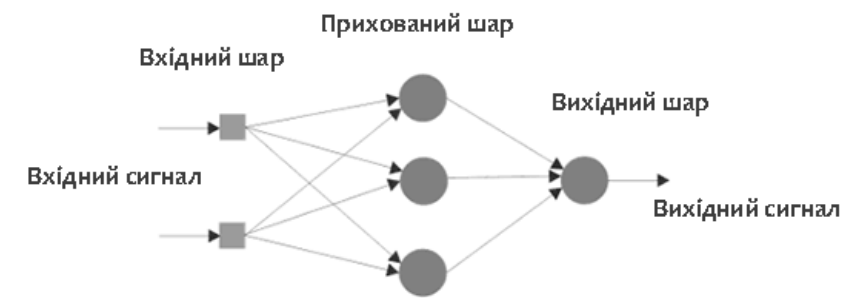


Рисунок 1. Архітектура багатосарової нейронної мережі

Метод підсилених дерев відтворює природний процес мислення людини під час прийняття рішення. Зокрема, дерево рішень будує моделі у вигляді деревоподібної структури, котрі є легкими для інтерпретації. Тоді як алгоритм випадкових лісів складається з ансамблю простих дерев. Загалом, він усереднює результати їх передбачень.

Алгоритм опорно-векторних машин влаштований так, що точки, котрі знаходяться найближче одна до одної, мають найбільший вплив при ухваленні рішень [4]. Тому, при правильному виборі параметрів можна досягти високої ефективності цього методу (рис.2). Зокрема, метод k -найближчих сусідів базується на принципі віднесення нового об'єкта, який потрібно прогнозувати, до класу, який є найпоширенішим серед k – найближчих сусідів у навчальній вибірці.

Результати, зазначені у працях [5,6] показують, що методами машинного навчання можна достатньо точно оцінювати поведінку втомної тріщини. Це вказує на високий потенціал застосування машинного навчання у галузях, пов'язаних з аналізом та прогнозуванням втоми матеріалів.

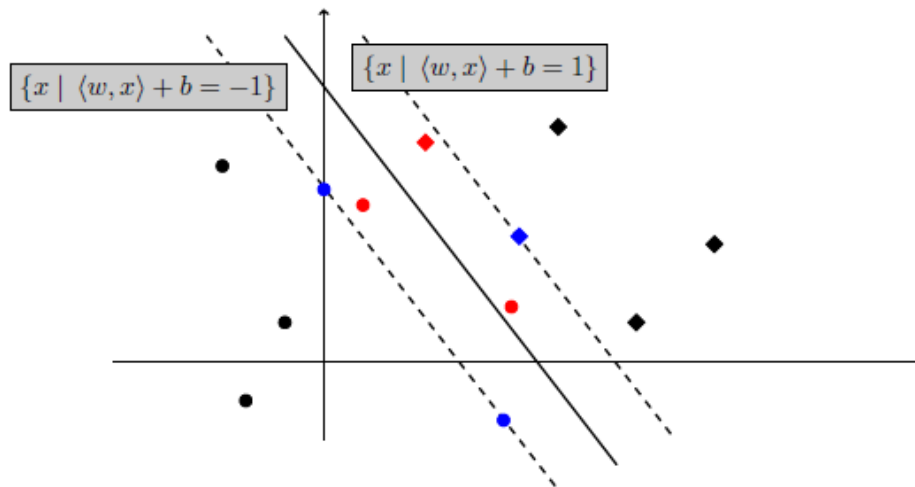


Рисунок 2. Основна ідея методу опорно-векторних машин

Для розв'язування задач механіки, зокрема, прогнозування діаграм втомного руйнування, користувались експериментальними даними для алюмінієвого ступу Д16Т [7].

Загалом, отримані результати добре узгоджуються з експериментальними даними.

Література

1. Mohanty J. R. Application of artificial neural network for predicting fatigue crack propagation life of aluminum alloys / J. R. Mohanty, B. B. Verma, D. R. K. Parhi, D. R. Ray // Archives of Computational Materials Science and Surface Engineering. – 2009. –Vol. 1(3). – P. 133–138.
2. Pidaparti R. M. V. and Palakal M. Neural network approach to fatigue-crack-growth predictions under aircraft spectrum loadings // J. of Aircraft. – 1995. – № 4. – P. 825–831.
3. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation / S. Haykin. – Prentice Hall, 1999.
4. Smola, A., & Vishwanathan, S. V. N. (2010). Introduction to Machine Learning. Cambridge University Press.
5. О. П. Ясній, О. А. Пастух, Ю. І. Пиндус, Н. С. Луцик, І. С. Дідич. Прогнозування діаграм втомного руйнування алюмінієвого сплаву Д16Т методами машинного навчання, Фізико-хімічна механіка матеріалів, 2018, №3(54), 43 – 48 с.
О. Р. Yasnii, O. A. Pastukh, Yu. I. Pyndus, N. S. Lutsyk, I. S. Didych: Prediction of the Diagrams of Fatigue Fracture of D16T Aluminum Alloy by the Methods of Machine Learning, Materials Science, 3(54), 2018, 333 – 338.
6. О. 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.
7. 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.

УДК 621

Петро Марущак, Н. Воробець, Б. Крушельницький, О. Мартинюк, Т. Лепкий, В. Дзюра, д.т.н., проф., П. Марущак, д.т.н., проф.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ДІГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНОСТІ КОНУСНИХ ФРИКЦІЙНИХ
ВАРІАТОРІВ**

Petro Maruschak, N. Vorobets, B. Krushelnytsyi, O. Martyniuk, T. Lepkyi, V. Dzura, DSc, Professor, P. Maruschak, DSc, Professor

DAMAGE ASSESSMENT CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS

Конусні фрикційні варіатори (CVT) завдяки ряду технічних переваг використовують не лише в автомобілях. В якості привідного паса для автомобільних трансмісій використовують збірні на металевій стрічці металеві пластини складної форми. Великого поширення набули варіаторні автоматичні трансмісії із привідним пасом у вигляді клинового ремня. Їх використовують у скутерах, мопедах, снігоходах та сільськогосподарській техніці.

Є можливості вдосконалення CVT шляхом мінімізації сил затиску варіатора. Цього досягають за технологією контролю проковзування. Такий підхід забезпечує найкращу можливу ефективність трансмісії в поєднанні з покращеною стійкістю до пошкоджень від проковзування. Авторами описано зв'язок між проковзуванням паса варіатора та функціональними властивостями трансмісії. Визначено умови оптимальної продуктивності, ефективності та міцності. Відомі експериментальні дослідження свідчать про те, що зменшення сили затиску паса до дуже низьких значень є необхідною умовою зростання ефективності за низького крутного моменту. При цьому невирішеним залишається проблема пошуку оптимальної сили затиску в умовах низького навантаження, зберігаючи при цьому швидку гідравлічну реакцію.

Отже, однією з основних причин виходу з ладу трансмісії є утворення на робочих поверхнях конусів задирів, потертостей та інших дефектів, які виникають в процесі експлуатації. Причиною утворення цих дефектів є схоплювання матеріалів робочих поверхонь конусів варіатора з матеріалом пластин привідного ланцюга.

Виявлено узгодженість експлуатаційних умов з встановленими фрактографічними ознаками експлуатаційної деградації поверхні дисків варіатора: що вищий рівень напружень в елементах (або триваліший час експлуатації), то вищий рівень пошкоджень та чіткіша візуалізація дефектів. Особливим фрактографічним проявом поверхні дисків є подряпини та потертості спричинені потраплянням у пару тертя неметалевих частинок та недостатнім змащуванням. Запропоновано технологічні заходи щодо запобігання утворенню описаних експлуатаційних дефектів шляхом формування на робочих поверхнях конусних дисків варіаторних трансмісій нових типів регулярних мікрорельєфів.

Нові типи частково регулярних мікрорельєфів із вищезазначеною середньою лінією мікронерівностей дозволять:

- підвищити довговічність конструкції оскільки знизить ймовірність сухого тертя властивого для різких стартів, пробуксовок, за яких поверхні диску без мікрорельєфу працює за високих коефіцієнтів тертя;

- забезпечити ефективну гідродинаміку зміщування поверхні із впорядкованим мікрорельєфом забезпечить уникнення перегріву зони контакту фрикційної пари, зокрема за тривалої їзди на високій швидкості.

- сприятимуть інтенсивнішій подачі змащувальної рідини у зону контакту, за низькотемпературних режимів експлуатації внаслідок того, що пас не буде прослизати зношуючи конуси.

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

УДК 621.914

Д. М. Мороз, І. Г. Ткаченко, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПЕЦІАЛЬНА ТОРЦЕВА ФРЕЗА

D. M. Moroz, I. G. Tkachenko, Ph.D

SPECIAL END MILL

Фрезерування широко застосовується в сучасному машинобудуванні для механічного оброблення плоских поверхонь деталей. Необхідна якість механічного оброблення поверхонь деталей досягається в результаті розроблення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів, а також застосування прогресивного різального інструменту.

Застосування інструментів із твердих сплавів та надтвердих матеріалів є одним з можливих напрямків підвищення продуктивності оброблення та визначає економічну ефективність технологічних процесів [1]. Торцеве фрезерування широко застосовується при обробленні плоских поверхонь. Це обумовлено високою продуктивністю процесу, в тому числі, при обробленні матеріалів, що володіють високою механічною міцністю [2].

Стандартні торцеві фрези, які в даний час широко використовуються для оброблення плоских поверхонь мають певні недоліки, усунути які можна шляхом проєктування конструкцій, що мають комбіновані схеми різання за рахунок поєднання методів різання і поверхневого пластичного деформування [3].

Комбіновані способи оброблення різанням бувають двох основних видів, що відрізняються послідовністю операцій. Перший – попереднє чистове оброблення різанням і фінішне оброблення поверхневим пластичним деформуванням, другий – попереднє пластичне деформування поверхневого шару з подальшим його частковим видаленням різальними елементами. Для реалізації другого способу пропонується конструкція спеціальної торцевої фрези конструкція якої зображена на рис. 1.

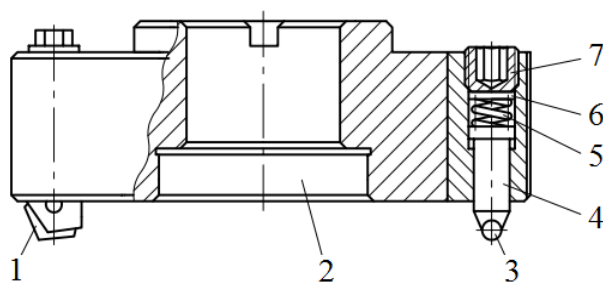


Рисунок 1. Конструкція спеціальної торцевої фрези

Основою для її створення є фреза торцева кінцева з механічним кріпленням п'ятигранних пластин ДСТУ ГОСТ 22087:2008. В корпусі 2 якої по чергово розміщені різці 1 та деформуючі елементи, кожен з яких складається з кульки 3, штока 4, пружини 5, шайби 6 і регулювального гвинта 7. При цьому, деформуючі елементи розташовані на більшій відстані від осі обертання фрези ніж різці.

Література

1. Паливода Ю. Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навч.-метод. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 240 с.
2. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
3. Громовий О.А. Виговський Г.М., Балицька Н.О. Шляхи удосконалення процесу обробки плоских поверхонь деталей фрезеруванням. // Технічна інженерія. Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. № 2 (86). С. 48–53

УДК 621.91.01

В. О. Крушельницький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ РІЗАННЯ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

V. O. Krushelnytskyi

METHOD FOR DETERMINING CUTTING FORCES DURING FACE MILLING

Торцеве фрезерування є одним із найбільш поширених видів механічного оброблення плоских поверхонь [1]. Призначення раціональних режимів різання дозволяє досягнути максимальної продуктивності процесу і якості продукції [2]. Режими різання залежать від багатьох показників, зокрема, від сил різання, які сягають доволі великих значень. При торцевому фрезеруванні колова сила F_z , виконує основну роботу зі зняття стружки і за нею визначають ефективну потужність і розраховують елементи механізму

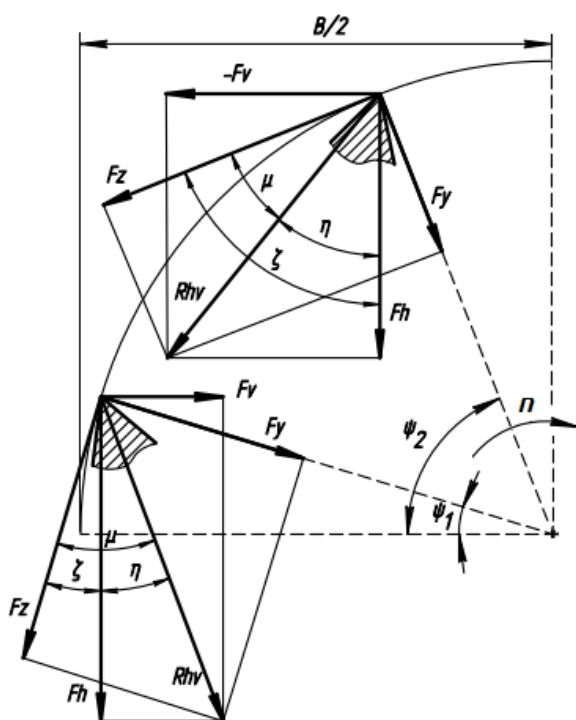


Рисунок 1. Схема складових сили різання, які діють на зуб фрези в процесі роботи

головного руху верстата. Радіальна сила F_y діє на опори шпинделя верстата, чим створює додатковий момент, що потрібно враховувати при розрахунку опор.

Миттєві значення F_z та F_y , можна розрахувати за силами F_v та F_h , (рис. 1), які легше виміряти динамометром:

- при $0^\circ \leq \psi \leq 90^\circ$

$$F_z = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} \cdot \cos\left(\psi \pm \arctg \frac{F_h}{F_v}\right); \quad (1)$$

$$F_y = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} \cdot \sin\left(\psi \pm \arctg \frac{F_h}{F_v}\right); \quad (2)$$

- при $90^\circ \leq \psi \leq 180^\circ$

$$F_z = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} \cdot \cos\left((\psi - 90^\circ) \pm \arctg \frac{F_h}{F_v}\right); \quad (3)$$

$$F_y = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} \cdot \sin\left((\psi - 90^\circ) \pm \arctg \frac{F_h}{F_v}\right); \quad (4)$$

де F_v – вертикальна складова сили різання;
 F_h – горизонтальна складова сили різання;
 ψ – миттєвий кут повороту зуба фрези.

Результати експериментальних вимірювань сил F_v і F_h та розрахунку сил F_z і F_y , можна використати для отримання графічних залежностей миттєвих значень складових сили різання при фрезеруванні від миттєвого кута повороту ψ зуба фрези.

Література

1. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
2. Паливода Ю. Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навч.-метод. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 240 с.

УДК 620.172/178:669.17

А. Вовкотруб, В. Шанайда, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ВЕРСТАТА

A. Vovkotrub, V. Shanaida, Ph.D., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE MACHINE'S MAIN MOTION DRIVE

Для багатьох верстатів, робота котрих є керованою від системи ЧПК, досить часто визначають параметри особливих умов функціонування [1], які пов'язані з явищем автоколивань. Автоколивні процеси найчастіше можна спостерігати у приводі головного руху верстата. Теоретичні та експериментальні дослідження автоколивних процесів найчастіше проводили на базі токарних та фрезерних верстатів через значний діапазон швидкісних та мас-інерційних характеристик приводів [2, 3]. У процесі таких досліджень вивчали амплітудно-частотні характеристики процесу обертання шпинделя верстата. Значна увага приділена розробці математичних моделей, які узгоджують параметри у вхідних та вихідних масивах і характеризують відхилення між очікуваними та дійсними параметрами вимірювання. Результати математичного моделювання використовують для формування алгоритмів систем керування при яких можна суттєво зменшити автоколивні ефекти, зокрема у приводі головного руху верстата.

Серед перспективних напрямів у боротьбі з автоколивними процесами визначено технологію механічної обробки із змінною швидкістю різання [3]. Дослідниками було встановлено, що для подавлення процесів автоколивання можна використовувати алгоритм постійної зміни швидкості різання у процесі механічної обробки. Такі алгоритми можна ефективно використовувати у системах сучасного верстатного обладнання, яке керується від модулів управління через ЧПК.

Стосовно параметрів, які мають суттєвий вплив на процес постійного регулювання швидкості різання, то виокремлюють сили інерції компонентів механічної частини верстатного обладнання.

Для управління параметром швидкості головного руху часто використовують ефект модуляції, тобто, управління числом обертів проводять шляхом зміни параметрів синусоїдального показника [4, 5] і який можна описати залежністю:

$$n_{\Phi} = n_{ном} \cdot \left(1 + RVA \cdot \sin \left(2\pi \cdot RVF \cdot \frac{n_{ном}}{60} \cdot t \right) \right),$$

де, $n_{ном}$ – номінальна частота обертання шпинделя, об/хв;

RVA – відношення амплітуди зміни фактичної частоти обертання шпинделя Δn до номінального значення $n_{ном}$;

RVF – відношення частоти модуляції F , Гц до номінальної частоти обертання шпинделя ($n_{ном}/60$, Гц);

t – час, с.

Для зручності програмування математичних моделей та раціоналізації процесу обробки результатів експериментів фактичні показники числа обертів шпинделя описують залежністю:

$$n_{\Phi} = n_{ном} + \frac{n_{ном} \cdot A}{100} \cdot \sin(2\pi \cdot F \cdot t),$$

де, $n_{ном}$ – номінальна частота обертання шпинделя, об/хв;
 F – частота модуляції, Гц;
 A – процентне відношення амплітуди зміни фактичної частоти обертання шпинделя Δn до номінального значення $n_{ном}$.

Підставляючи різні поєднання параметрів частоти F та амплітуди A визначають область значень, які привід головного руху здатний досягнути у повній відповідності до поставленого завдання (рис. 1).

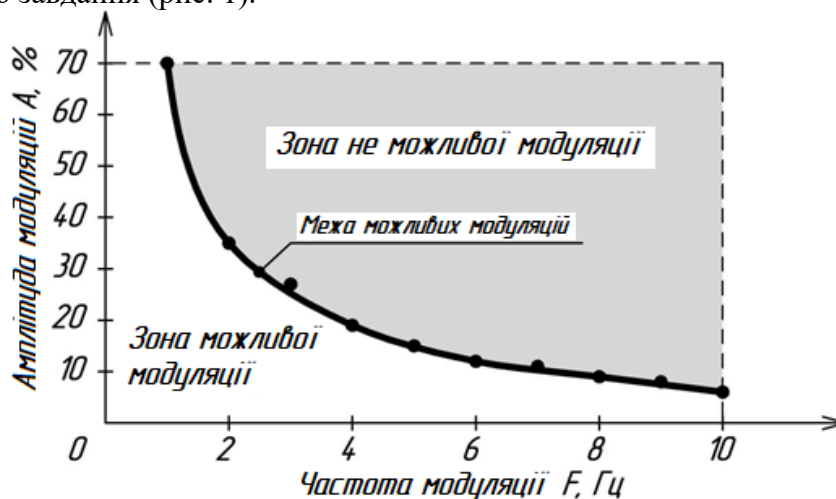


Рисунок 1. Амплітудно-частотна характеристика роботи приводу головного руху токарного верстата SBL500 TRENS в режимі модуляції.

Вивчення роботи приводу головного руху проводили шляхом підбору різних поєднань параметрів F та A . Кожному значенню частоти F визначено граничну амплітуду модуляції A , яку може сприйняти система керування досліджуваного верстата. Програмний модуль ЧПК опрацьовує масив вхідних даних і формує масив вихідних значень щодо частоти обертання шпинделя. Зіставляючи ці показники можна встановити ступінь виконання приводом головного руху верстата заданого оператором математичного закону руху для вала шпинделя.

Література

1. Внуков Ю. Н. Особенности работы привода главного движения токарного станка в режиме постоянного варьирования скоростью вращения шпинделя / Ю. Н. Внуков, М. В. Кучугуров, А. Е. Зубарев // Сучасні технології в машинобуд-ні: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2015. – Вип. 10. – С. 3-13.
 2. Jemielniak K., Widota A. Suppression of self-excited vibration by the spindle speed variation method / International Journal of Machine Tool Design and Research, January 1984, Volume 24 (3), pp.207-214.
 3. Alberteli P., Musletti S. and etc. Spindle speed variation in turning: technological effectiveness and applicability to real industrial cases / International Journal of Advanced Manufacturing Technology, September 2012, Volume 62, Issue 1-4, pp. 59-67.
 4. Andreas O., Günter R. Application of spindle speed variation for chatter suppression in turning / CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2013, Volume 6, Issue 2, pp. 102-109.
- Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Droździel P., Madlenak R. // 9th International

УДК 621.7

О. О. Проданчук

(Національний університет «Львівська політехніка», Україна)

ПРОЕКТУВАННЯ ДОСЛІДНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

O.O. Prodanchuk

DESIGN OF AN EXPERIMENTAL DEVICE FOR MEASURING THE FORCE PARAMETERS OF CUTTING HEAVILY PROCESSED MATERIALS

Металообробка важкооброблюваних матеріалів є складним комплексом процесів, які включають в себе надзвичайно велику кількість залежностей та змінних. Їх вивчення, пояснення та застосування є ключем до збільшення ефективності машинобудування та багатьох інших галузей. Покращення якості обробки без захмарного збільшення її собівартості, зменшення витрат на інструменти та людиногодин на виконання самого процесу обробки є актуальними задачами, які потребують значного дослідного інструментарію. До основних параметрів різання, які аналізуються при дослідженні обробки важкооброблюваних сплавів, належать: швидкість різання; температура у робочій зоні; силові параметри.

Питання визначення температури у зоні різання можна вирішити з допомогою відносно не дорогого пристрою, а саме - пірометра. Даний пристрій призначений для безконтактного вимірювання температури непрозорих тіл за їх випроміненням в оптичному діапазоні спектра. Функціонал пірометра дозволяє визначити температуру у важкодоступній зоні різання без ризику для дослідника.

Швидкісні параметри не потребують окремих пристроїв для визначення показів при металообробці, зазвичай увесь необхідний масив інформації задається безпосередньо на контролері обладнання і може бути легко визначений для подальшого аналізу в дослідженнях.

Натомість, комплексного рішення потребує визначення силових параметрів металообробки. Дослідження даного параметру вимагає складних лабораторних установок, які виготовляються всього декількома світовими виробниками і мають чималий цінник, є важкодоступними для придбання і постачаються здебільшого під замовлення. Звісно, ефективним варіантом є застосування імітаційних методів досліджень, до прикладу у програмному середовищі DEFORM 2D [1], але дані, одержані даним методом також потребують порівняльного аналізу з реальними експериментальними результатами досліджень.

Вирішенням проблеми визначення силових параметрів різання важкооброблюваних матеріалів є створення власного спрощеного аналогу дослідної установки. Основними вимогами до установки є достатня точність показів, простота збірки та експлуатації і доступність комплектуючих. Також установка повинна бути сумісною з оброблювальним центром HAAS VF-1, який буде використано у дослідженнях, та з різними типами столів металообробного обладнання, для можливого використання і в подальших експериментах.

Основою даної установки є металева опорна плита з отворами фіксації, кріпильними елементами для інших елементів конструкції. Саме вона забезпечить надійність та простоту фіксації установки на столі станка. Аналогічно за розмірами проектується верхня плита закріплення заготовки. Отвори у ній призначені вже не для закріплення установки до столу, а для фіксації заготовки важкооброблюваного матеріалу, над обробкою якої і проводитиметься експеримент.

Головним елементом дослідної установки є тензометричний датчик. Основним призначенням даного типу датчиків є вимірювання деформацій, що спричиняються механічним навантаженням. У нашому випадку датчик буде виконувати функції динамометра, так як його буде підключено до системи правління, котра перетворюватиме значення деформації на значення сили, яка діє на заготовку.



Рисунок 1. Металообробний центр HAAS VF-1 (США), на якому буде встановлено дослідну установку

Ще однією важливою частиною установки є жорсткі пружини стиску, які дозволяють вберегти датчик від пошкоджень при надмірному навантаженні і сприяють рівномірному розподілу сил.

Для уніфікації дослідної установки і можливості роботи з різними типами заготовок рекомендується використання декількох типів тензометричних датчиків з відповідними комплектами пружин.

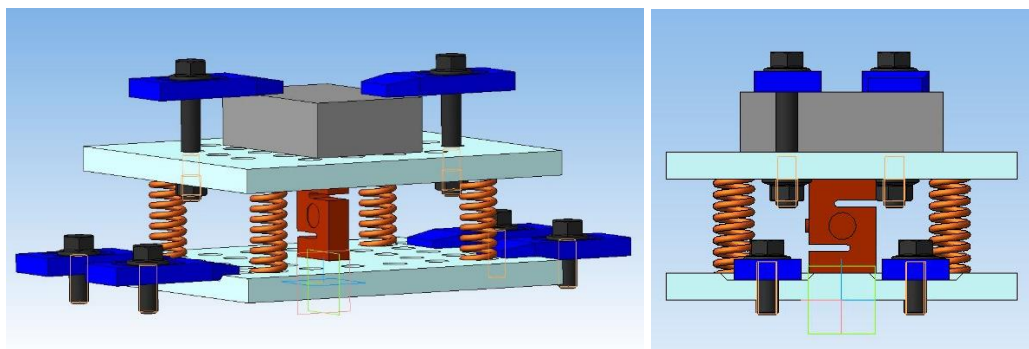


Рисунок 2. Ескізне зображення дослідної установки для вимірювання силових параметрів різання важкооброблюваних матеріалів

Висновок. Створення власної дослідної установки дасть змогу значно зекономити кошти, які згодом можна використати на інші експерименти. Також це дозволить отримати дослідну установку значно швидше, ніж при купівлі дорогого промислово-дослідного пристрою які виготовляються переважно під замовлення. Простота у експлуатації та ремонтпридатність теж належать до переваг проектування власної установки.

Література

1. Vadym Stupnytskyu, Xianning She, Egidijus Dragašius, Saulius Baskutis, Oleh Prodanchuk “SIMULATION AND ANALYTICAL STUDIES OF CHIP FORMATION PROCESSES IN THE CUTTING ZONE OF TITANIUM ALLOYS”, in UKRAINIAN JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING AND MATERIALS SCIENCE Vol. 9, No. 1, 2023, Lviv, Ukraine.

УДК 621.855

Б. В. Вітковський, канд. техн. наук. І. Т. Ярема.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ ВІБРАЦІЙНЕ СВЕРДЛІННЯ

B. V. Vitkovskiy, Ph.D. I. T. Yarema.

MODERN TECHNOLOGIES IN ENGINEERING VIBRATION DRILLING

Свердління глибоких отворів та отворів малого діаметра є технологічно складним механічним процесом обробки матеріалів різанням, особливо під час свердління в'язких тугоплавких матеріалів таких як нержавіючі сталі, кольорові метали, кобальтові та вольфрамові сплави, через утворення безперервної (зливної) стружки. Головною проблемою цього процесу є ускладнення видалення стружки із зони різання, тому що, зазвичай, стружка не ламається та залишається в оброблюваному отворі, створюючи ефект ущільнення, що призводить до надлишкового напруження та нагрівання інструмента, і може спричинити поломку свердла. Одним із найбільш ефективних методів подрібнення неперервної стружки є застосування вібраційного свердління (вібросвердління), що гарантовано забезпечує подрібнення неперервної стружки будь-якого матеріалу за будь-яких режимів різання. Широке впровадження вібросвердління в матеріалообробці стримується відсутністю простих у виготовленні та експлуатації пристроїв. Тому аналіз існуючих способів і пристроїв для вібросвердління є актуальною науковою та інженерною задачею.

В залежності від частоти вібрації вібросвердління умовно поділяють на: низькочастотне (до 200 Гц), високочастотне (200...15000 Гц) та ультразвукове (понад 15 000 Гц). Ультразвукове вібросвердління використовують для обробки глибоких отворів малого діаметра та отворів високої точності (4–5 квалітетів) у твердих важкооброблюваних матеріалах, оскільки вібрації якісно впливають на механізм стружкоутворення, підвищуючи шорсткість і точність обробки деталі. Низькочастотне вібросвердління використовують для подрібнення неперервної стружки, оскільки під час вібросвердління утворюється сегментна стружка, яка відносно легко видаляється із робочої зони.

Аналіз останніх публікацій показав, що область використання вібраційного свердління за останні 20 років значно зросло. Це пов'язано із появою нових матеріалів та підвищення вимог до точності оброблення отворів. Згідно з результатами досліджень процесу вібросвердління встановлено, що використання вібрацій дозволяє зменшити силу різання, необхідну для оброблення матеріалу на 60–70 % та осьове навантаження на інструмент на 25–30 %. Такі висновки зроблені в результаті аналізу проведених експериментальних досліджень, під час яких оброблялись отвори діаметром 9,5 мм, глибиною 20 мм та подачею 0,05 мм/с за частоти до 100 Гц у скляній заготовці. Зменшення сили різання під час вібросвердління дозволяє збільшити довговічність та довжину свердл, що було підтверджено експериментально з використанням свердл довжиною 25 мм. Збільшення довговічності інструмента також підтверджено експериментальними дослідженнями японських вчених під час обробки тонкого листового металу, для виготовлення комп'ютерних плат, товщиною 2,5 мм свердлом, діаметр якого становив 0,7 мм.

Завдяки зменшенню осьового навантаження та крутного моменту на свердло, можлива зміна режиму оброблення шляхом збільшення швидкості свердління. За рахунок більшої подачі без поломки інструмента. Одним свердлом можна виготовити

більшу кількість отворів, що підтверджено експериментально. Отримано також результати збільшення довговічності свердла під час вібросвердління за більшої подачі порівняно зі звичайним свердлінням.

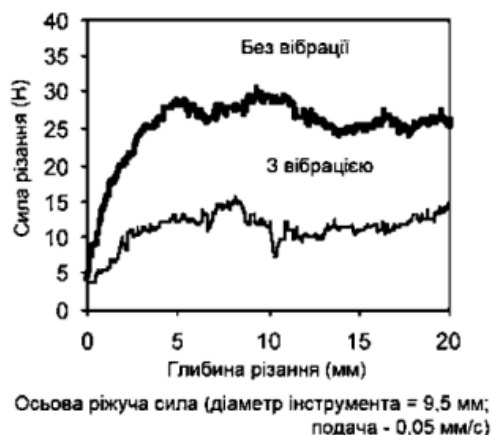


Рисунок 1. Залежність сили різання від глибини різання під час свердління із застосуванням вібрацій і без них

Дослідженнями, було встановлено, що виконання мікроотворів за допомогою вібросвердління дозволяє отримати більш точні поверхні, ніж під час обробки без вібрацій. Дослідженнями різних авторів доведено доцільність використання вібросвердління для обробки глухих отворів, оскільки під час вібросвердління на дні отвору не утворюються сліди обробки у вигляді концентричних кіл (рис.2), що підвищує точність обробленої поверхні.

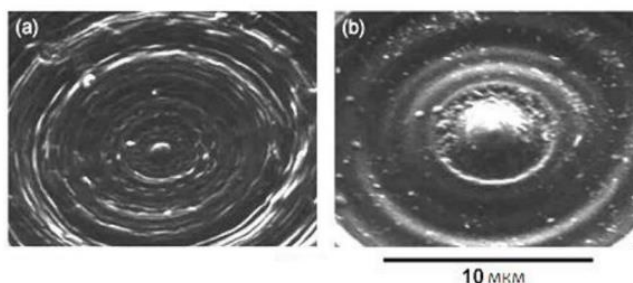


Рисунок 2. Фотознімки дна глухого отвору під час свердління без вібрацій (а) і з ними (б)

Висновок. Теоретичними та експериментальними дослідженнями, проведеними зарубіжними та вітчизняними вченими, доведено переваги вібросвердління порівняно з традиційним (безвібраційним). Установлено, що вібросвердління особливо ефективно під час обробки важкооброблюваних матеріалів, яке запобігає утворенню зливної стружки та підвищує точність оброблення. Реалізація вібросвердління може здійснюватись пристроями з різними типами приводів, з яких, за умови відсутності особливих вимог до процесу вібросвердління, найбільш простими та компактними є вібропатрони з механічним приводом від шпинделя свердлильного верстата.

Література

- 1.Обертюх Р.Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного приводу/ Р.Р.Обертюх, А. В. Слабкий. –Вінниця: ВНТУ, 2015. –164с.
2. Кумабэ Д. Вибрационное резание / Д. Кумабэ; пер. с яп. С. Л. Масленникова ; под ред. И.И.Портнова, В. В. Белова. –М. : Машиностроение, 1985.

УДК 621.91

І. П. Домарецький, Д. Я. Мокрицький, О. В. Качуровський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ШЛІФУВАННЯ ПЕРЕРИВЧАСТИМ ШЛІФУВАЛЬНИМ КРУГОМ ПЛОСКОЇ ПОВЕРХНІ

I. P. Domaretskyi, D. Y. Mokrytskyi, O. V. Kachurovskyi

THE STUDY OF THE FLAT SURFACE GRINDING DYNAMICS WITH INTERMITTENT GRINDING WHEEL

Дослідження динамічних навантажень та коливань конструктивних елементів процесу шліфування переривчастим шліфувальним кругом плоскої поверхні вирішено в межах інженерного завдання на основі формування системи диференціальних рівнянь з координатами переміщень елементів та їх розв'язку чисельними методами. При цьому для спрощення динамічної моделі, а відповідно і розрахунків відкинуто другорядні фактори із наближення системи до ідеальної.

На рисунку 1 представлено спрощену схему динамічної моделі процесу шліфування переривчастим шліфувальним кругом плоскої поверхні заготовки на шліфувальному верстаті. Шліфувальний круг закріплено у шпинделі, а заготовку із електромагнітною плитою закріплено на столі верстата. Оскільки на периферії шліфувального круга виконано періодичні канавки, розміщені під кутом, то в процесі

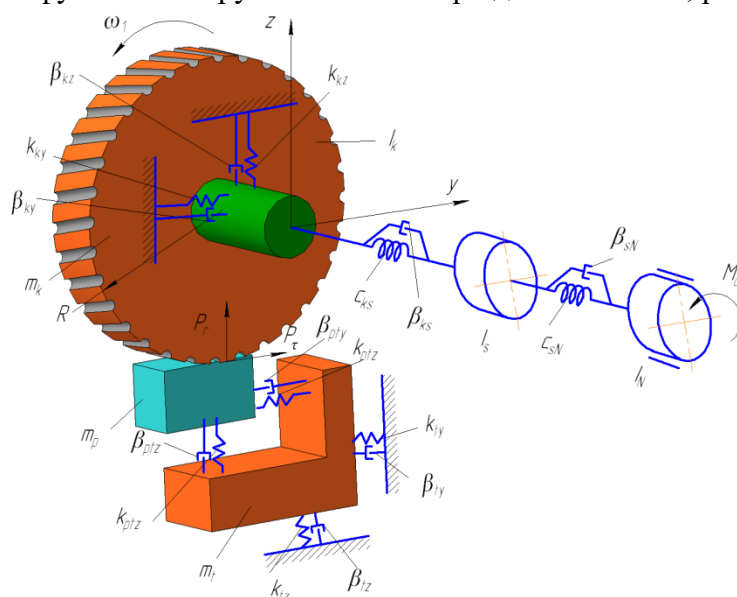


Рисунок 1. Схема динамічної моделі процесу шліфування переривчастим шліфувальним кругом плоскої поверхні заготовки на шліфувальному верстаті

шліфування заготовки відбувається періодична взаємодія абразивного матеріалу шліфувального круга та поверхні заготовки. Така взаємодія із значною швидкістю обертання круга призводить до виникнення динамічних навантажень у приведеній системі, а відповідно і до виникнення коливань конструктивних елементів. При значних коливаннях погіршується якість оброблених поверхонь, підвищується шорсткість оброблення та зростає ймовірність пригорання.

На основі рівнянь Лагранжа другого роду виведено систему диференціальних рівнянь переміщень елементів динамічної моделі, для якої використано чисельний метод Рунге-Кутта із застосуванням прикладного програмного забезпечення. Розв'язок представлено у вигляді графічних залежностей зміни: кута та швидкості деформації вала шліфувального круга в часі; лінійної деформації та швидкості деформації заготовки із електромагнітною плитою в напрямку осі z в часі. В момент першого удару кут деформації шліфувального круга із періодично розміщеними канавками на його зовнішній циліндричній поверхні становив 0,02 град., в момент другого удару - 0,025 град, при цьому швидкість деформації досягала 38 град/с.

УДК 621.7

П. А. Сокіл, І. Р. Сокальський, М. В. Стаднійчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДОРНУВАННЯ ПРОФІЛЬНОГО ОТВОРУ

P. A. Sokil, I. R. Sokalskyi, M. V. Stadniichuk

THE STUDY OF FORCE PARAMETERS OF PROFILE HOLE COLD EXPANSION

Процес дорнування отворів (рис. 1) широко використовується для зниження шорсткості обробленої поверхні отвору деталей машин, підвищення його твердості та створення у верхніх шарах надлишкових напружень стиску, що знижує ймовірність утворення тріщин на таких поверхнях та дозволяє підвищити втомну міцність деталей.

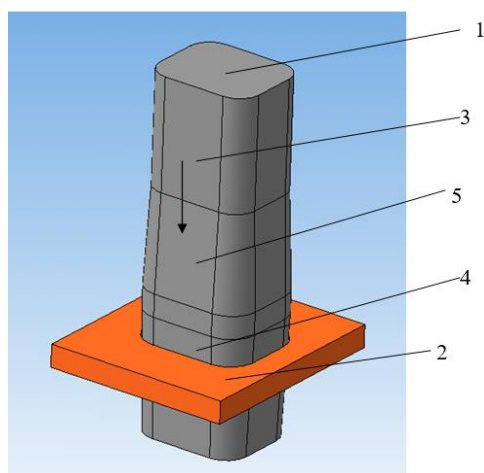


Рисунок 1. Схема процесу дорнування профільного отвору: 1 - профільний інструмент; 2 – заготовка; 3 – хвостовик; 4 - робоча конусна частина; 5 - конусна хвостова частина

При переміщенні інструменту через профільний отвір заготовки відбувається пластична деформація поверхневого шару отвору на величину δ , що призводить до формування на його поверхні надлишкових напружень стиску внаслідок виникнення явища наклепу та переміщення дислокацій у структурі металу.

Розроблено чотири варіанти виконання робочої частини інструменту з прямолінійними та радіусними елементами для дорнування профільного отвору. На основі розробленої розрахункової схеми виведено рівняння для визначення зусилля дорнування профільного отвору інструментами із плоскими робочими поверхнями:

$$P_E = 2\sigma_s \delta (1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha) \left(B + H - R_1 (4 - \pi) - \frac{\pi \delta}{2} \right), \quad (1)$$

де σ_s - границя текучості матеріалу заготовки; μ - коефіцієнт тертя між інструментом та поверхнею отвору; α - кут нахилу робочої поверхні інструмента; B , H – лінійні розміри отвору; R_1 - радіус поверхні спряження.

Побудовано графіки залежності загального зусилля дорнування профільного отвору від геометричних параметрів процесу. Встановлено, що при збільшенні товщини δ деформованого шару поверхні отвору, ширини сторони H загальне зусилля дорнування профільного отвору у заготовці із алюмінієвого сплаву Д16Т при використанні інструменту рис. 1 зростає, а при збільшенні кута α нахилу робочої поверхні інструмента – спадає. Збільшення кута α нахилу робочої поверхні інструмента від 6 град до 14 град призводить до зменшення загального зусилля дорнування профільного отвору на 35%. Таку залежність можна пояснити тим, що при збільшенні кута α нахилу робочої поверхні інструмента зменшується площа контакту між робочою частиною інструмента та поверхнею отвору. Збільшення товщини δ деформованого шару поверхні отвору від 0,02 мм до 0,08 мм призводить до збільшення загального зусилля дорнування профільного отвору в 4 рази.

УДК 621.7

П. І. Тимчук, М. І. Шкварок, В. Ю. Грасовник

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ ОТВОРУ КУЛЬКАМИ

P. I. Tymchuk, M. I. Shkvarok, V. Y. Grasoynyk

THE STUDY OF THE PROCESS PARAMETERS OF HOLE SURFACE STRENGTHENING WITH BALLS

Одним із способів зміцнення внутрішніх циліндричних поверхонь є використання спеціальних оправок із рівномірно розміщеними по колу підпружиненими кульками. Схема такого процесу представлена на рисунку 1.

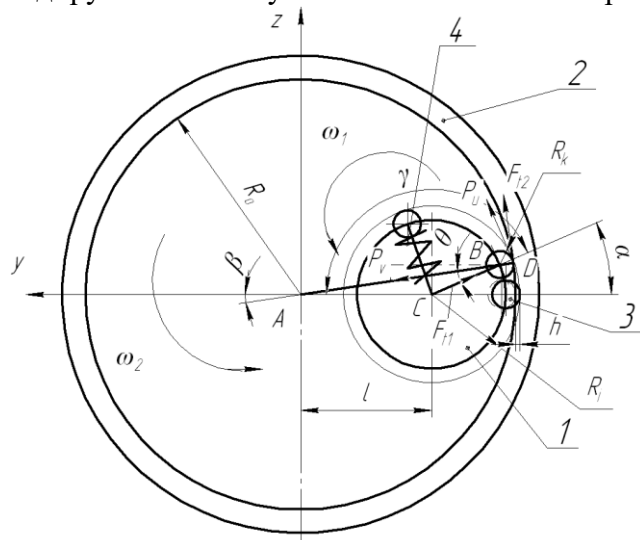


Рисунок 1. Розрахункова схема для встановлення взаємозв'язку конструктивних та силових параметрів процесу зміцнення поверхні отвору кульками: 1 – оправка, 2 – заготовка з отвором; 3 – кулька; 4 – пружина стиску

Із розрахункової схеми на рисунку 1 встановлено, що кут α взаємодії кульок із поверхнею отвору визначає проекції сил, що діють у зоні контакту на вісі z та y .

$$\alpha = \beta + \theta. \quad (1)$$

Кут β розташування точки взаємодії кульки із поверхнею отвору відносно центру отвору:

$$\beta = \arccos \frac{R_o^2 + l^2 - R_i^2}{2R_o l}. \quad (2)$$

Кут θ між лініями від центрів оправки та отвору заготовки до центру розташування кульки в момент удару:

$$\theta = \arcsin \frac{l \sin \left(\arccos \frac{R_o^2 + l^2 - R_i^2}{2R_o l} \right)}{R_{ki}}, \quad (3)$$

де R_o - радіус отвору, що обробляється; l - зміщення центра оправки відносно центру отвору; R_i - зовнішній радіус оправки разом із кульками, R_{ki} - радіус розташування підпружинених кульок.

На основі рівнянь (1), (2), (3) одержано:

$$\alpha = \arccos \frac{R_o^2 + (R_o - R_i + h)^2 - R_i^2}{2R_o (R_o - R_i + h)} + \arcsin \frac{(R_o - R_i + h) \sin \left(\arccos \frac{R_o^2 + (R_o - R_i + h)^2 - R_i^2}{2R_o (R_o - R_i + h)} \right)}{R_i - R_k}. \quad (4)$$

де h - величина переміщення кульки при взаємодії із поверхнею отвору; R_k - радіус кульки.

На основі одержаного рівняння (4) побудовано графіки залежності кута α взаємодії кульок із поверхнею отвору від основних параметрів процесу. Найбільший приріст кута α відбувається при збільшенні величини h від 0 мм до 0,5 мм.

УДК 621.7

А. М. Хічій, В. М. Приказюк, В. М. Маслянка

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ДЕФОРМАЦІЇ БАГАТОЛЕЗОВОЇ ОПРАВКИ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ СТУПІНЧАСТОГО ОТВОРУ

А. М. Hichii, V. M. Prykaziuk, V. M. Maslianka

THE STUDY OF THE MULTI-EDGE TOOL DEFORMATION FOR THE STEPPED HOLE BORING

Для дослідження величини деформації розточної оправки розроблено розрахункову схему розточування ступінчастого отвору, що зображена на рис. 1. В процесі розточування ступінчастого отвору на кожну із різальних пластин діють радіальні P_{r1i} , P_{r2i} , тангенціальні $P_{\tau1i}$, $P_{\tau2i}$ та осьові P_{z1i} , P_{z2i} складові сил різання, де i – порядковий номер ріжучої пластини, що знаходиться в межах від 1 до N . При цьому N – кількість ріжучих пластин на оправці.

Проекції сумарної сили різання в площині, перпендикулярній осі обертання оправки на вісь y :

$$P_{R1y} = P_{R11} \sin \alpha_{11} - P_{R12} \sin \alpha_{12} - P_{R13} \sin \alpha_{13} + P_{R14} \sin \alpha_{14}; \quad (1)$$

$$P_{R2y} = P_{R21} \sin \alpha_{21} - P_{R22} \sin \alpha_{22} - P_{R23} \sin \alpha_{23} + P_{R24} \sin \alpha_{24}, \quad (2)$$

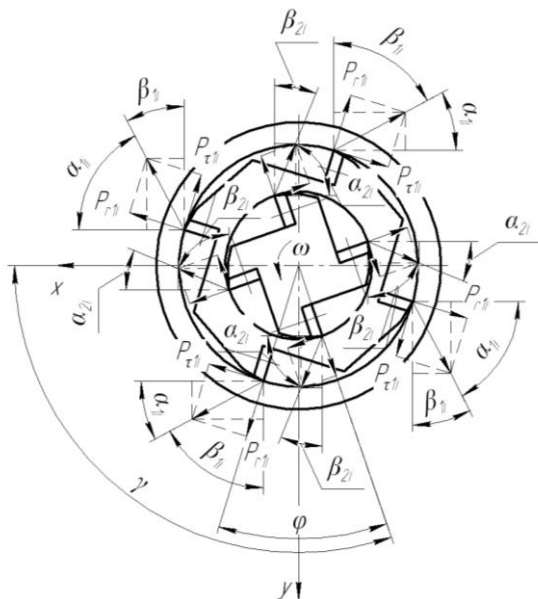


Рисунок 1. Розрахункова схема розточування ступінчастого отвору для дослідження величини деформації розточної оправки

де кути проекції сумарної сили різання в площині, перпендикулярній осі обертання оправки:

$$\alpha_{11} = \alpha_{13} = \xi_{1i} - 90 + \gamma;$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{14} = \xi_{1i} + 90 - \gamma;$$

$$\alpha_{21} = \alpha_{23} = \xi_{2i} - 90 + \gamma + \varphi;$$

$$\alpha_{22} = \alpha_{24} = \xi_{2i} + 90 - \gamma - \varphi;$$

γ - кут повороту ступінчастої розточної оправки; φ - кут зміщення ріжучих пластин для оброблення отвору діаметром D_2 відносно ріжучих пластин для оброблення отвору діаметром D_1 .

Кути напряму вектора сумарної сили різання в площині, перпендикулярній осі обертання оправки:

$$\xi_{1i} = \arctg \frac{P_{r1i}}{P_{\tau1i}}; \quad \xi_{2i} = \arctg \frac{P_{r2i}}{P_{\tau2i}}. \quad (3)$$

Виведено і розв'язано чисельним методом диференціальне рівняння, що описує криву деформації середньої лінії оправки під час розточування:

$$EI \frac{d^2 y}{dz^2} = \int_z^L (P_{R21} \sin \alpha_{21} - P_{R22} \sin \alpha_{22} - P_{R23} \sin \alpha_{23} + P_{R24} \sin \alpha_{24}) dz + \int_z^{L-b} (P_{R11} \sin \alpha_{11} - P_{R12} \sin \alpha_{12} - P_{R13} \sin \alpha_{13} + P_{R14} \sin \alpha_{14}) dz - \left(\sum_{i=1}^N P_{z1i} + \sum_{i=1}^N P_{z2i} \right) \cdot y. \quad (4)$$

УДК 621.7

А. К. Шманін, В. В. Козішкurt, Н. І. Кицкай

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ ПІСЛЯ ВИГЛАДЖУВАННЯ

A. K. Shmanin, V. V. Kozishkurt, N. I. Kytskai

THE STUDY OF CYLINDRICAL SURFACE ROUGHNESS AFTER BURNISHING

Проведено ряд експериментальних досліджень шорсткості Ra циліндричної поверхні після вигладжування на токарному верстаті із застосуванням спеціального інструменту. Особливістю такого інструменту є те, що сила P_v вигладжування поверхні заготовки налаштовується за рахунок пружної деформації державки. Кульки для вигладжування виготовлялись із швидкоріжучої сталі Р6М5 із термообробкою. Перед вигладжуванням здійснювалось тарування спеціального інструменту за допомогою динамометра стиску, відповідно сила вигладжування виставлялась за рахунок переміщення різцетримача з інструментом до поверхні заготовки та деформації державки інструменту. Матеріал заготовок сталь 45.

На основі попередніх експериментів та переглянутих інформаційних джерел визначено, що основними змінними факторами, які впливають на шорсткість Ra циліндричної поверхні після вигладжування є: сила вигладжування P_v , подача S державки із кулькою та діаметр кульки D . Тому шорсткість поверхні після вигладжування представлено у вигляді функції $Ra = f(P_v, S, D)$.

Загальний вигляд рівняння регресії шорсткості циліндричної поверхні після вигладжування за результатами експериментів у кодованих величинах:

$$Ra_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,4 - 0,1x_1 + 0,1x_2 - 0,1x_3 + 0,2x_1^2 + 0,000076x_2^2 + 0,000076x_3^2, \quad (1)$$

де x_1 - кодоване значення сили вигладжування P_v ; x_2 - кодоване значення подачі S державки із кулькою; x_3 - кодоване значення діаметра кульки D .

У натуральних величинах рівняння регресії (1) має вигляд:

$$Ra_{(P_v, S, D)} = 1,484 - 0,009P_v + 3,324S - 0,0502D + 2 \cdot 10^{-5} P_v^2 + 0,0844S^2 + 1,9 \cdot 10^{-5} D^2. \quad (2)$$

На основі даних експериментів побудовано графіки залежності шорсткості обробленої поверхні від параметрів процесу (рис. 1).

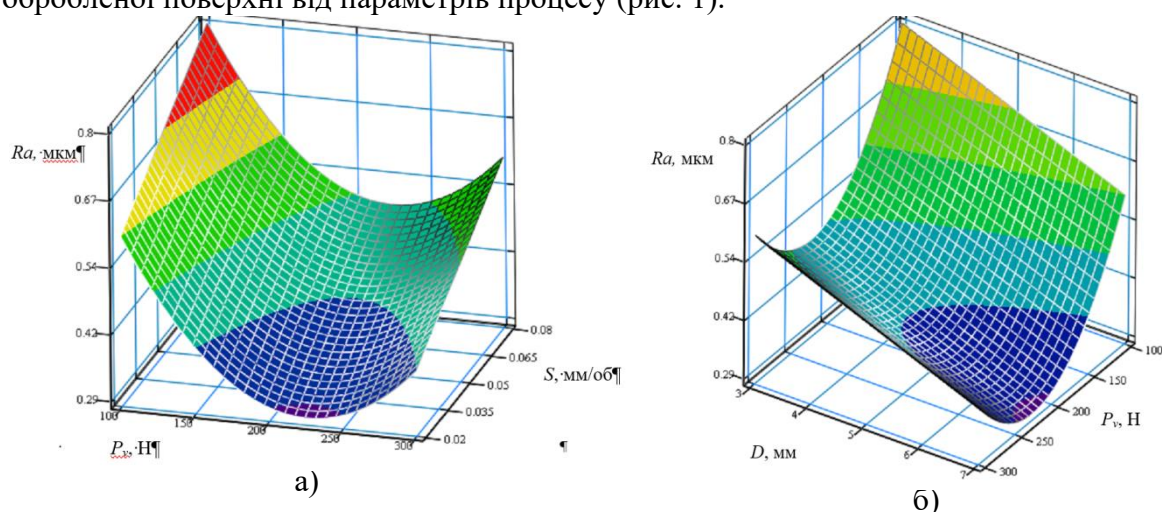


Рисунок 1. Поверхні відгуку залежності шорсткості циліндричної поверхні після вигладжування: (а) $Ra=f(P_v, S)$; (б) $Ra=f(P_v, D)$

УДК 621.825.5

М. С Бутинський; Р. В. Комар, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИТИ ГНУЧКІ ВАЛИ ЗМІННОЇ ЖОРСТКОСТІ

M. S. Butynskiy; R. V. Komar, Ph.D., Assoc.Prof.

SPIRAL FLEXIBLE SHAFTS OF VARIABLE STIFFNESS

Сучасні конструкції витих гнучких валів характеризуються достатньою гнучкістю, міцністю, довговічністю та ефективністю та можуть використовуватися постійно на високих швидкостях для: компенсування зміщення елементів приводу; передачі крутного моменту там, де пряме з'єднання неможливе; заміни незахищених, складних або небезпечних механізмів; гасіння ударів та вібрацій; зменшення загальної ваги механізмів [1]. Але всі вони мають постійну жорсткість, яка задана у процесі розробки та виготовлення і не є адаптивною в залежності від зміни обертового моменту. Така властивість гнучких валів є фактично суттєвим недоліком, адже виникають моменти коли відбувається різка зміна навантаження, що сприймає вал. Оскільки гнучкі вали, які виготовляються промислово є нормалізованими і розраховані на певні навантаження, то такі фарс-мажорні підвищення навантажень призводять до поломок гнучкого вала постійної жорсткості.

Для запобігання руйнування гнучких валів при раптових надлишкових навантаженнях необхідно передбачити додатковий запас міцності конструкції без втрати компенсаційних властивостей, збільшення проектної маси пристрою і суттєвого ускладнення конструкції. На нашу думку цього можна досягнути застосуванням технологічно-конструктивного рішення коли безпосередньо гнучкий вал буде мати адаптивну змінну жорсткість в залежності від величини обертового моменту та критичних навантажень. Причому така властивість не буде погіршувати його проектну компенсаційну здатність.

Пропонується застосовувати пакет із трьох пружин прямокутного січення, яке забезпечить більшу площу контакту між їх поверхнями і унеможливлення защемлення витків сусідніх пружин. Причому із обов'язковим гарантованим початковим зазором між пружинами, тобто три пружини розміщені пакетом одна в одній за рахунок різних діаметрів і дві крайніх мають однаковий напрям навивки, а внутрішня протилежний.

У випадку підвищення навантаження до значення вищого ніж номінальний обертовий момент, фланці, до яких кріпляться пружини, прокрутяться один відносно іншого на певний кут, що спричинить зміну діаметрів пружин. Наприклад, в залежності від напрямку обертання вала, за рахунок зміни діаметральних розмірів можуть контактувати зовнішня і центральна пружини. При оберненому напрямі обертання у контакт ввійдуть центральна і внутрішня пружини. Таке явище відбудеться внаслідок протилежних напрямів навивки сусідніх пружин. У результаті контакту пружин збільшиться жорсткість гнучкого вала, що звичайно спричинить додаткове навантаження на опорні вузли приводу, але буде запобігати руйнуванню гнучкого вала. У випадку короткочасних навантажень це цілком допустимо. Для більш складних випадків доцільно застосовувати у складі такого приводу запобіжні пристрої будь-якого типу.

Література

1. Shafts - General information : веб сайт. URL: <https://www.fiama.it/en/trasmissioni-flessibili-e-supporti/170/flexible-semi-rigid-shafts-couplings.html> (дата звернення: 20.11.2023).

УДК 621.825.5

В. О. Ситарчук; Р. В. Комар, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИНХРОННІ ШАРНІРИ КУЛЬКОВОГО ТИПУ

V. O. Sytarchuk; R. V. Komar, Ph.D., Assoc.Prof.

BALL-TYPE SYNCHRONOUS JOINTS

Кулькові синхронні шарніри використовуються при великих зміщеннях з'єднаних валів. Окремі конструкції забезпечують стабільне передавання обертового моменту при кутових зміщеннях до 40° і більше. Широке застосування мають кулькові шарніри типу «Rzeppa», «Bendix-Weiss», «Birfield», «Loebro». У традиційних конструкціях шарнірів кулькового типу найбільш навантаженим елементом є тіла кочення, які під дією циклічних навантажень напружень, без відповідного змащування, швидко спрацьовуються. Тому з метою збільшення ресурсу кулькового зачеплення, а також для розширення функціональних можливостей такого класу пристроїв було реалізовано технологічний підхід суть якого була установка кульок у відповідні пази обойми з попереднім їх підтиском пружинами, тобто з можливістю спрацювання кулькового шарніру у запобіжному режимі [1].

У процесі подальших досліджень функціональності такого шарніру кулькового типу було встановлено його основні переваги та недоліки. Прототип був конструктивно виконаний із 4-а кульковими парами контакту на кожній обоймі із розміщенням одна відносно одної по периметру через 90° [2]. Для розрахунку ймовірної навантажувальної здатності кулькової пари контакту використовувалися такі величини як радіус кульки, висота посадкового пазу, жорсткість пружини, а також відстань від осі обойми до центру діаметрального розміщення кульок. Дві перші величини є постійними, оскільки формуються конструкцією шарнірного механізму, а значення відстані до діаметрального розміщення кульок і лінійна довжина пружини, яка має безпосередній вплив на її жорсткість, є змінним. Оскільки кулька, яка має «плаваюче» положення, при зростанні значення обертового моменту, зминаючи пружину, переміщується вздовж осі посадкового отвору обойми і одночасно змінює своє положення вздовж осі пазу. Тобто при відсутності кутових зміщень така конструкція здатна передавати більші значення обертового моменту без спрацювання у запобіжному режимі. Проте дане циклічне явище поздовжніх зміщень кульки є настільки короткочасним, що не впливає на синхронність зміни кутової швидкості.

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1 - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi_1}{\cos \alpha} = 1,$$

де ω_1 , ω_2 – кутові швидкості валів; α – кут зміщення валів; φ_1 – кут провертання веденого валу.

Відповідно чим більша кількість кулькових пар контакту – тим стабільніша передача величини обертового моменту і вища навантажувальна здатність шарніру.

Література

1. Пат. 43244А Україна, МПК F16D3/22. Запобіжно-компенсуюча муфта / Гупка Б.В., Комар Р.В.; заявник і власник патенту Терноп. державн. техн. ун-тет ім. І.Пулюя. – №2001042849; заявл. 25.04.01; опубл. 15.11.01, Бюл. №10.

2. Пружно-запобіжні муфти: конструкції, розрахунок, дослідження / Гевко Б. М., Луців І. В., Гевко І. Б., Комар Р. В., Дубиняк Т. С. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2019. – 200 с.

УДК 621.9.62

Ю. Б. Капаціла, канд. техн. наук, доцент, Т. Ю. Бабій, О. В. Іванюк
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ АДАПТИВНИХ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Y. B. Karatsila, Ph. D, T. Babii, O. Ivaniuk

RESEARCH AND ANALYSIS OF ADAPTIVE METHODS FOR MANAGING MACHINING PROCESSES

Важливим завданням сучасного виробництва є автоматизація технологічних процесів на основі широкого використання металорізальних верстатів з ЧПК. Одним з шляхів підвищення ефективності роботи такого обладнання є створення адаптивних систем керування процесом оброблення, які отримують поточну інформацію про стан процесу різання та здійснюють відповідний керуючий вплив.

Однією з найважливіших характеристик середовища обробки є його зміна з часом. Приблизно 98 % енергії, що подається на верстат, перетворюється на теплову енергію в процесі різання. Теплова енергія, яка виділяється внаслідок тертя на інструменті, поверхні заготовки і стружки, в процесі різання виступає джерелом енергії в системі, впливаючи на фізичні властивості інструменту та робочого матеріалу. В більшості операцій різання сам робочий матеріал є джерелом змін через свій гетерогенний хімічний склад. Це викликає зміну твердості матеріалу та/або міцності, що може спричинити поломку або, принаймні, надмірне зношення інструменту. Іншим джерелом зміни умов обробки є розмір деталі. Діаметр заготовки може змінюватися в залежності від довжини, тому необхідно виконувати безперервне регулювання. Зношення інструменту також викликає велику кількість змін в процесі обробки, зокрема змінюються сили різання та енергоспоживання, а глибина різання зменшується від початкового значення. Ще одна зміна, яку потрібно враховувати, це зменшення діаметра заготовки та, як наслідок, її жорсткості, яка також є важливим критерієм стабільності системи.

Стратегія, обрана для керування системою обробки, повинна працювати в обраному системному середовищі, а також задовольняти вимоги до продуктивності системи. Методи відкритого та замкнутого циклу є найбільш розповсюдженими методами керування в позиційних та сервосистемах.

При управлінні з відкритим контуром вхід системи пов'язаний з виходом деякою функцією підсилення або передачі. Система із замкнутим контуром використовує сигнал зворотного зв'язку з виходу, який порівнюється з опорним входом для генерації сигналу, пропорційного різниці між входом і виходом. Потім цей сигнал зв'язується з виходом передаточною функцією. Обладнання з числовим керуванням зазвичай використовує цей принцип для керування положенням.

В системі, де зв'язок вхід-вихід відомий і фіксований, керування з відкритим контуром є задовільним. Коли співвідношення змінюється в часі, використовується замкнутий цикл керування. Якщо відома функціональна залежність від часу, замкнену систему можна математично перетворити на розімкнену за допомогою регулятора. Оптимальне вхідне значення системи є відомим і постійним (або, якщо воно змінюється в часі, зв'язок відомий), так що можна безпосередньо або за допомогою контролера отримати оптимальне вихідне значення. В процесі обробки системне середовище постійно змінюється, і тому оптимальні вхідні значення також постійно змінюються. Система змінюється не лише як функція часу, але як і функція

температури, властивостей матеріалу тощо. Ці функції зазвичай невідомі та часто є випадковими, як у випадку зон в заготовці, твердість яких відрізняється від решти матеріалу. Протягом багатьох років вибір частоти обертання шпинделя та швидкості переміщення інструменту визначався емпірично, на основі поєднання досвіду та довідкових даних. Однак у стохастичному середовищі не можна очікувати, що ці методи дадуть оптимальні результати. Таким чином, необхідна така методика контролю, яка діє в середовищі, що змінюється в часі, зміни якого не можна передбачити, і який компенсує зміни навколишнього середовища шляхом моніторингу власної реакції для досягнення оптимальної продуктивності.

Принципом управління, яка потенційно пропонує вирішення цієї проблеми, є адаптивне керування. В цій базовій схемі управління вимірюється деяка змінна процесу, наприклад крутний момент, температура різання або температура інструменту, і використовується для регулювання частоти обертання шпинделя або швидкості подачі в процесі обробки. Сигнали від змінних процесу та вхідних команд надсилаються до адаптивного контролера, який обчислює загальну продуктивність системи. Оптимальне значення продуктивності постійно визначається за допомогою відповідної техніки оптимізації, результатом якої є нові оптимальні значення для входів керування, частоти обертання шпинделя та швидкості подачі. Тоді контролер функціонує, постійно адаптуючись до змін у характеристиках інструменту та робочого матеріалу шляхом регулювання частоти обертання та подачі для підтримки оптимальної продуктивності.

Після визначення проблеми, ідентифікації типу середовища та вибору методики керування, проблема зводиться до пошуку взаємозв'язків, які регулюють форму передатних функцій кожного з блоків системи керування. Експериментальні та емпіричні дані щодо динаміки різання, взаємозв'язки інструмент-термін служби, термодинаміка інструменту, фізичні характеристики матеріалу повинні бути систематизовані та досліджені для отримання необхідної інформації. Крім організаційних проблем, в системному проектуванні існують інші невирішені питання, які можна умовно розділити на дві групи. Перша з них стосується датчиків, а саме прийняття рішення про те, яку зі змінних вимірювати, тобто необхідно визначити, яка зі змінних процесу найкраще вказує на системний критерій, який потрібно виміряти. В одному випадку температура вершини інструмента може дати найкращий результат, тоді як в іншому випадку будуть найбільш корисними зусилля різання на інструменті. Якщо зношення інструменту є критерієм ефективності, потрібно вимірювати температуру інструменту в деякій віддаленій точці на інструменті, оскільки останні дослідження показали певну залежність між температурою інструменту та зношенням інструменту, особливо кратерним зношенням. Проте на даний час немає ефективних засобів, які дозволяють однозначно пов'язати такі показники, як температура, якість обробки поверхні та зношення інструменту в практичній діяльності.

Друга група питань стосується вибору методики контролю. Методи оптимізації, які зараз найчастіше використовуються, реалізуються двома основними методами: методом проб і помилок і градієнтним. Незважаючи на те, що ці методи (та їх варіації) дуже розвинені, обмеження, накладені через відсутність доступних датчиків, обмежують їх застосування для вирішення проблем обробки. Існуючі методи оптимізації базуються на поступових змінах швидкості або подачі, які діють як невеликі крокові змінні поточних значень керуючих вхідних даних. Такі змінні обмежуються за своїм розміром і часовим інтервалом між ними, швидкістю і точністю устаткування, яке використовується. В дуже динамічному процесі, наприклад, при високошвидкісній обробці, затримка між вимірюваннями або розмір кроку можуть бути занадто великими, щоб врахувати всі процеси, які швидко змінюються, що спричиняє неефективність оптимізації та робить систему нестабільною.

О. Б. Дериш, І. В. Головатий, А. Є. Дячун, канд. техн. наук, доц.
 (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАТРОНА ІЗ ГВИНТОВИМ ЗАТИСКНИМ ЕЛЕМЕНТОМ

О. В. Derysh, I. V. Golovaty, A. Y. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof.
THE STUDY OF CLAMPING FIXTURE WITH SPIRAL ELEMENT

Для затиску заготовок при виконанні операцій шліфування, полірування, фінішної токарної обробки розроблено патрон із гвинтовим затискним елементом, робочі частини якого представлено на рис. 1.

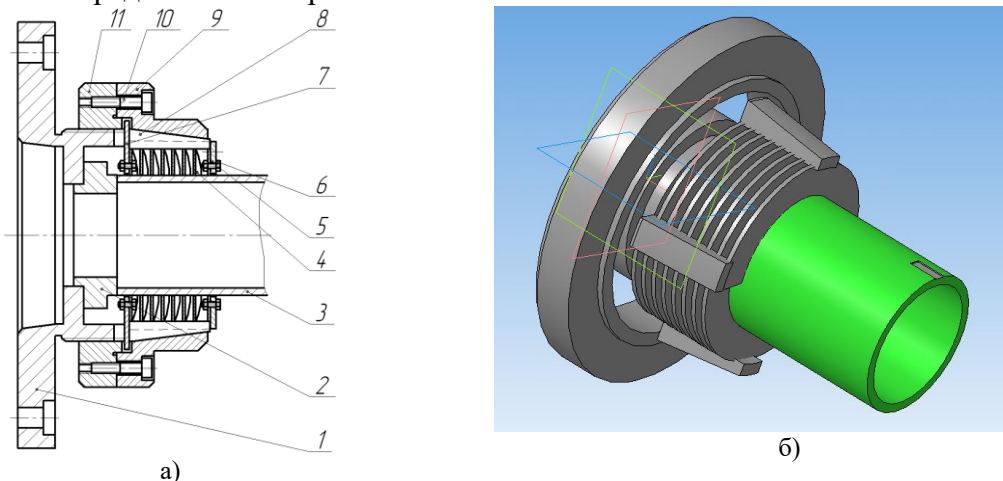


Рисунок 1. Патрон із гвинтовим затискним елементом: а) переріз в радіальному напрямку; б) загальний вигляд робочих елементів

Проведено дослідження деформації гвинтового елемента патрона під час затиску заготовки. Визначено величину зміни кроку ΔT витків гвинтового затискного елемента під час затиску заготовки, що залежать від прикладеної осьової сили та крутного моменту на затискному елементі, його геометричних параметрів та матеріалу, з якого виготовлено затискний елемент:

$$\Delta T = \frac{M_k \sin \alpha + F \frac{D}{2} \cos \alpha}{GHB^3 \xi} \left(4\pi^5 R^4 T^2 - T^6 + \pi^8 D^6 - 8\pi^6 D^4 T^2 + T^4 D^2 \pi^2 \right) + \frac{96 \left(M_k \cos \alpha - F \frac{D}{2} \sin \alpha \right)}{EHB^3} \left(-2\pi^5 T^3 D^3 - \pi^7 T D^5 - \pi^3 T^5 D \right) \dots \quad (1)$$

де M_k - момент скручування торців затискного елемента; α – кут підйому гвинтової лінії затискного елемента; F - сила розтягу торців затискного елемента; T - крок витків затискного елемента на середній лінії; D - діаметр гвинтового затискного елемента; G - модуль пружності другого роду матеріалу затискного елемента; H – товщина витка затискного елемента в поперечному перерізі; B – ширина витка затискного елемента в поперечному перерізі; ξ - коефіцієнт із довідників, що визначається співвідношенням H до B ; E - модуль Юнга матеріалу затискного елемента.

УДК 621.86

С. О. Коваль

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИНТЕЗ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ-ЗМІШУВАЧІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ

Sergii Koval

SYNTHESIS OF SCREW CONVEYORS-MIXERS WITH A ROTATING CASING

Змішування різних типів матеріалів є поширеним у різних галузях економіки і часто реалізується з використанням гвинтових механізмів [1-6]. З метою інтенсифікації цього процесу і покращення його якісних показників було проведено структурно-схемний синтез гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом (ГКЗОК) і згенеровано конструктивні рішення ГКЗОК без примусового обертання кожуха з можливістю пригальмовування і з примусовим обертанням кожуха з можливістю зміни довжини траси змішування і переміщення матеріалів.

У результаті проведеного аналізу впливу різних факторів на процес змішування матеріалів гвинтовими механізмами було обрано наступні базові морфологічні ознаки: привід; шнек, який включає кожух (жолоб) і гвинтовий робочий орган; бункер; механізм розвантаження; опорно-руховий механізм (табл. 1).

При конструюванні ГКЗОК були враховані найважливіші фактори, до яких ввійшли: загальна вартість, продуктивність, ефективність технологічного процесу змішування та кількість функціональних характеристик. Кінцевий вибір синтезованих конструктивних рішень ГКЗОК доцільно проводити шляхом відбору альтернатив з максимізацією очікуваного позитивного результату:

$$A_{\text{ГКЗОК}} = \frac{\sum_{i=1}^n EB_i \cdot k_{\text{ваг1}} + \frac{Q_{\text{нк}}}{Q_{\text{бн}}} \cdot k_{\text{ваг2}} + \frac{V_{\text{нк}}}{V_{\text{бн}}} \cdot k_{\text{ваг3}} + \frac{N_{\text{нк}}}{N_{\text{бн}}} \cdot k_{\text{ваг4}}}{k_{\text{ваг1}} + k_{\text{ваг2}} + k_{\text{ваг3}} + k_{\text{ваг4}}}, \quad (1)$$

де ZB_{mn} – загальна вартість базового представника гвинтового змішувача (включає витрати на купівлю, доставку, монтаж, обслуговування, ремонт та експлуатаційні витрати), грн.; EB_i – елементи витрат пов'язані із набуттям і використанням ГКЗОК (вартість купівлі, доставки, монтажу, обслуговування, ремонту та експлуатації), грн.; n – кількість елементів витрат пов'язаних із набуттям і використанням ГКЗОК; $Q_{\text{нк}}, Q_{\text{бн}}$ – відповідно продуктивність змішування новою конструкцією ГКЗОК і базовим представником гвинтового змішувача, кг/год.; $V_{\text{нк}}, V_{\text{бн}}$ – відповідно ефективність технологічного процесу змішування новою конструкцією ГКЗОК і базовим представником гвинтового змішувача, %; $N_{\text{нк}}, N_{\text{бн}}$ – відповідно кількість функціональних характеристик нової конструкції ГКЗОК і базового представника гвинтового змішувача (можливість мобільної зміни місця завантаження чи напрямку вивантаження, довжини траси змішування і переміщення, виконання додаткових функцій, таких як пресування, сепарація тощо); $k_{\text{ваг1}}, k_{\text{ваг2}}, k_{\text{ваг3}}, k_{\text{ваг4}}$ – відповідно ваги показників загальної вартості, продуктивності, ефективності технологічного процесу змішування та кількості функціональних характеристик, що враховують їх важливість і пріоритетність, $k_{\text{ваг}} = 0,01 \dots 1$.

Загальна кількість згенерованих рішень ГКЗОК при використанні методу синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу становила 47 варіантів, на частину з яких (рис. 1) отримано патенти України на корисну модель [4-6].

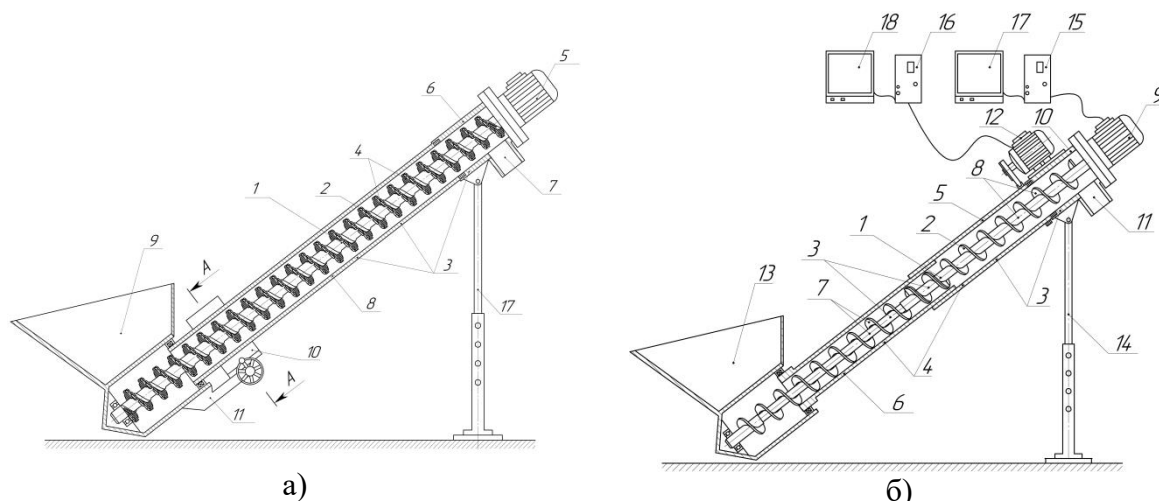


Рисунок 1 - Конструктивні схеми синтезованих конвеєрів-змішувачів з обертовим кожухом: а) без примусового обертання кожуха із можливістю пригальмовування; з примусовим обертанням кожуха

Література:

1. Гевко Ів.Б., Гудь В.З., Гурик О.Я., Коваль С.О. Шнековий змішувач з регульованими отворами просипання / Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. присвячена 90-річчю Рибака Тимофія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин (Тернопіль, 29–30 вересня 2022). – Тернопіль, 2022. - С. 48.
2. Гевко І.Б., Коваль С.О., Стібайло О.Ю., Брикса А.О., Бучинський В.М. Гвинтовий конвеєр-змішувач з обертовим кожухом / Матеріали V Міжнародної наук.-практ. конф. «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький, 2023. (19 -21 квітня 2023 р.) – с. 124-125.
3. Гевко І.Б., Дячун А.Є., Гевко Б.Р., Довбуш Т.А., Коваль С.О., Стібайло О.Ю., Брикса А.О. Стенд для дослідження характеристик гвинтових конвеєрів-змішувачів з обертовими кожухами / Збірник тез IX Міжнародної наук.-практ. конф. «Інноваційні технології в АПК». Луцьк, 2023. (7-8 червня 2023 р.) – с. 27-29.
4. Гевко Ів.Б. Патент на корисну модель № 153687. Україна, МПК 65G 33/16, 65G 33/26. Шнек для змішування з механічним кріпленням елементів / Гевко Ів.Б., Лещук Р.Я., Гурик О.Я., Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Мариненко С.Ю., Сенчишин В.С., Коваль С.О., Стібайло О.Ю., Головка В.С. (Україна). – № u202301003. Заявл. 13.13.2023р.; Опубл. 10.08.2023р., Бюл.№32.
5. Гевко Ів.Б. Патент на корисну модель № 153774. Україна, МПК 65G 33/16. Гвинтовий робочий орган змішувача / Гевко Ів.Б., Лещук Р.Я., Окіпний І.Б., Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Гурик О.Я., Радик Д.Л., Мариненко С.Ю., Коваль С.О., Стібайло О.Ю. (Україна). – № u202301002. Заявл. 13.13.2023р.; Опубл. 24.08.2023р., Бюл.№34.
6. Гевко Ів.Б. Патент на корисну модель № 154380. Україна, МПК 65G 33/08 (2006.01). Гвинтовий конвеєр-змішувач з обертовим кожухом / Гевко Ів.Б., Коваль С.О., Дячун А.Є., Гевко Б.Р., Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Ткаченко І.Г., Радик Д.Л., Стібайло О.Ю., Брикса А.О. (Україна). – № u202302288. Заявл. 15.05.2023р.; Опубл. 09.11.2023р., Бюл.№45.

УДК 620.178.3

В. Шевчук, О. Гладкий

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ НАВАНТАЖЕННЯ НА НАПРУЖЕННЯ ВІДРИВУ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ

V. Shevchuk, O. Hladkyi

INFLUENCE OF LOAD PARAMETERS ON THE CLEAVAGE STRESS OF HEAT- RESISTANT STEEL

Попередня пластична деформація (ППД) призводить до суттєвих змін характеристик механічних властивостей конструкційних сталей, в першу чергу окрихчуче матеріал, що проявляється в зменшенні видовження при розриві, підвищенні твердості, зниженні температури в'язко-крихкого переходу. Разом з тим ППД неоднозначно впливає на напруження сколювання, збільшуючи або зменшуючи його в залежності від виду навантаження (квазістатичне, циклічне) і способу деформування (розтяг, стиск), тощо. У випадку експлуатації сталей спостерігається складний вплив пластичного деформування матеріалів на їх механічні властивості і катастрофічне зниження статичної та циклічної тріщиностійкості. Дана проблема особливо актуальна для теплостійких сталей, що експлуатуються за складних умов механічного навантаження, і для яких високий опір крихкому руйнуванню є одним з основних показників роботоздатності. Важливим аспектом цієї проблеми є дослідження впливу комбінованого деформування на напруження сколювання, яке розглядають як характеристику опору крихкому руйнуванню.

Закономірності впливу параметрів і температури навантаження на руйнування теплостійкої сталі 15X2МФА(Ш) вивчали на циліндричних зразках діаметром робочої ділянки 5 мм і 8 мм.

Попередньо зразки деформували розтягом (комбінованим розтягом) до пластичної деформації 0,5%, 1,0 % і 3,0 % в діапазоні температур 423...623 К. Після попереднього пластичного деформування зразки охолоджували і доводили до руйнування в рідкому азоті.

Деформацію вимірювали тензометричним давачем, робочі елементи якого увімкнено за мостовою схемою. Похибка вимірювання деформації не перевищувала 0,001 мм. Розмах циклічних напружень при комбінованому розтязі складав від 90 до 220 МПа, частотою $f = 25$.

У всіх випадках при визначенні напруження відриву діаграми зусилля – переміщення штока були прямолінійними до руйнування, поперечна, залишкова макроскопічна деформація після руйнування зразків була відсутня. Коректними вважались результати випробувань отримані на тих зразках, які руйнувались на робочій ділянці.

Виявлено, що за деформування комбінованим розтягом до рівня пластичної деформації 0,5 % і за температури 423К напруження сколювання зменшується у порівнянні з недеформованим матеріалом. При збільшенні попередньої пластичної деформації за комбінованого розтягу до 3,0 % напруження сколювання зростає для обох температур.

В свою чергу, збільшення розмаху напруження до 90 МПа і 110 МПа відповідно за температури 423К і 623К зменшує напруження відриву порівняно з недеформованим матеріалом. Подальше зростання $\Delta\sigma$ до 180 МПа і 220 МПа відповідно при 423К і 623К збільшує напруження відриву, яке проте залишається меншим у порівнянні з деформованим матеріалом розтягом.

УДК 620.178.3

Є. Собко, В. Мурза

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ПТН І НАВОДНЮВАННЯ НА ВЯЗКІСТЬ РУЙНУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ

E. Sobko, V. Murza

INFLUENCE OF WPS AND HIDROGENATION ON THE FRACTURE TOUGHNESS OF HEAT-RESISTANT STEEL

Попереднє термомеханічне навантаження (ПТН) тіл з тріщинами полягає в навантаженні тіла при температурі, яка перевищує температуру в'язко-крихкого переходу і призводить до значного підвищення опору крихкому руйнуванню. Загалом підвищення опору матеріалів крихкому руйнуванню після ПТН обумовлено зміною напружено-деформованого стану, деформаційним зміцненням матеріалу у вершині тріщини та її затупленням.

Оскільки ПТН розробляється як один з перспективних методів збільшення строку експлуатації важливих вузлів атомних енергетичних установок, які працюють під високим тиском, необхідно враховувати вплив сукупних чинників на цей ефект, зокрема абсорбованого водню. Джерелами наводнювання матеріалу корпусу реактора є водень, який утворюється внаслідок електрохімічних реакцій, а також водень металургійного і технологічного походження. Також можливе наводнювання металу корпусу реактора в умовах пониження температури від робочої до температури перехідних режимів під час його зупинки чи пуску, яке інтенсифікується ще й нейтронним опроміненням. Окрім того опромінення посилює негативний вплив водню на пластичність матеріалу корпусу реактора, тобто матеріал швидше переходить до крихкого стану.

Залишкове і усереднене розкриття тріщини на поверхні зразка, виміряне на мікроскопі ММ-10, залежить від відстані до вістря тріщини. Встановлено, що найбільшого значення воно досягає на відстані 0,4...0,6 мм від вершини тріщини. В подальшому спостерігається зменшення залишкового розкриття тріщини по мірі віддалення від вершини тріщини.

Циклічна складова за комбінованого ПТН ΔK зменшує залишкове розкриття вершини тріщини, як для зразків товщиною $t = 19$ мм, так і 25 мм. Зазначимо, що значення залишкового розкриття тріщини для зразків товщиною 25 мм дещо вищі у порівнянні зі зразками товщиною 19 мм.

Незалежно від режимів навантаження (ПТН чи комбіноване ПТН) на повітрі і в агресивному середовищі (електролітичний водень) в усіх випадках опір крихкому руйнуванню досліджуваної сталі підвищувався у порівнянні із K_{1c} . Так за статичного ПТН опір крихкому руйнуванню збільшився на 38 % для ненаводненого матеріалу товщиною 19 мм і на 31 % та 18 % для наводненого матеріалу товщиною 25 мм і 19 мм відповідно. Отже за статичного ПТН електролітичне наводнювання знижує критичний КІН K_f зразків товщиною 19 мм і 25 мм у порівнянні із ненаводненим матеріалом. За комбінованого ПТН опір крихкому руйнуванню збільшився на 22 % для ненаводненого матеріалу товщиною 19 мм і на 31 % для наводненого матеріалу незалежно від товщини. Отже електролітичне наводнювання за комбінованого ПТН дещо підвищує опір крихкому руйнуванню у порівнянні із комбінованим ПТН ненаводненого матеріалу, що може бути пов'язане із розкидом його властивостей, однак залишається меншим у порівнянні із статичним ПТН ненаводненого матеріалу.

УДК 620.178.3

С. Собко, Віт. Сенчишин, С. Окіпний

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАКОНОМІРНОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ ЗА КОМБІНОВАНОГО РОЗТЯГУ

S. Sobko, Vit. Senchyshyn, S. Okipnyi

REGULATIONS OF DEFORMATION OF HEAT-RESISTANT STEEL UNDER COMBINED TENSILE

Дослідження кінетики деформування і руйнування за сумісної дії статичного і циклічного низькоамплітудного навантажування є досить складною задачею. Такі навантаження характерні при експлуатації трубопроводів, посудин високого тиску, мостових конструкцій, авіатехніки, тому їх вивченню присвячена значна кількість праць. Циклічна складова навантаження впливає на характеристики деформування і руйнування (діаграми деформування, деформацію руйнування, довговічність), а також на мікроструктуру матеріалу. Врахування циклічної зміни навантаження на напружено-деформований стан тіл з тріщинами є достатньо складною задачею, і нажаль її точний розв'язок поки що відсутній.

У багатьох дослідженнях відзначається, що вплив циклічного навантажування на довговічність конструкцій не є однозначним. Одні і ті ж матеріали, досліджені за різних температур, рівнів статичного та циклічного напружень, амплітуди навантажування, демонструють різну поведінку. Дане явище має як негативний, так і позитивний вплив на тримку міцність і довговічність елементів конструкцій, особливо за наявності дефектів, таких як тріщини.

Теплостійку сталь 15Х2МФА досліджували у двох структурних станах, які моделюють радіаційне окрихчення матеріалу під дією нейтронного опромінення на середину і кінець терміну експлуатації корпусу атомного реактора.

Для випробувань використовувались гладкі циліндричні зразки діаметром робочої частини 5 мм і 8 мм. Випробування проводили на сервогідравлічній випробувальній машині СТМ – 100 за температури 150⁰С і 350⁰С за розтягу і комбінованого розтягу.

Встановлено, що низькоамплітудна циклічна складова накладена на розтяг в поєднанні з високою (350⁰С) температурою деформування істотно зміцнює матеріал у порівнянні з розтягом.

Виявлено, що комбінований розтяг при температурі 350⁰С істотно знижує значення напружень на діаграмах деформування досліджуваної сталі 15Х2МФА у структурних станах, які моделюють радіаційне окрихчення корпусу реактора на середину і кінець розрахункового терміну експлуатації, у порівнянні із деформуванням розтягом.

Досліджено зменшення умовної границі текучості із зростанням розмаху напружень за комбінованому розтягу за досліджуваних температур попереднього пружно-пластичного деформування. Слід зазначити, що із збільшенням температури ППД границя текучості сталі 15Х2МФА зменшується.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що комбінований розтяг істотно збільшує пластичну деформацію за однакових напружень. Причому більш істотне зростання пластичної деформації під дією комбінованого навантаження спостерігається за температури 350⁰С у порівнянні із 150⁰С.

УДК 624.074

Т. М. Голубович; А. П. Сорочак, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ КОНСОЛЬНОГО ВИЛЬОТУ МУЗЕЮ НАУКИ В М. ЛЬВІВ

T. Holubovych; A. Sorochak, Ph.D.

ANALYSIS OF STEEL STRUCTURES OF THE CANTILEVER OF THE MUSEUM OF SCIENCE IN LVIV

Будівлі з консольним вильотом не є об'єктами масового будівництва, наявність консолі надає їм яскравій архітектурній виразності та унікальності. Застосування подібних консольних конструкцій вимагає використання індивідуальних конструктивних рішень.

В роботі виконано вибір типу решітки розкосів для сталевих ферм конструкцій консольного вильоту довжиною 24 м для проєктованої будівлі музею науки в м. Львів та аналіз їх напружено-деформівного стану Будівля музею складається з двох частин – основного об'єму будівлі, який є прямокутним в плані, та консольних частин, розміщених під кутом до основного об'єму. Конструктивно дані консольні частини виконуються з металевих ферм, які зв'язані з монолітними залізобетонними перекриттями.

Аналізували три варіанти розміщення решіток ферм консольної частини будівлі: 1 – з хрестовими розкосами, 2 – з трикутними розкосами, 3 – з висхідними розкосами. Для кожного варіанту конструкції було створено розрахункову модель, за допомогою якої методом скінченних елементів у програмному комплексі SCAD виконувався підбір необхідних перерізів елементів ферм за першою та другою групами граничних станів при врахуванні статичного навантаження на конструкцію. Порівняльний аналіз варіантів решіток розкосів виконували за максимальними значеннями переміщень консольної частини та розходом сталі. Результати порівняння зведено в таблицю 1.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз варіантів решітки розкосів.

Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
	Максимальний прогин, мм	71,33	78,48
Розхід сталі, т	49,18	49,06	40,37

За результатами порівняльного аналізу для консольних конструкцій проєктованого музею науки в м. Львів обрано варіант №1 – решітку з хрестовими розкосами. Вона характеризується найменшими значеннями деформацій серед усіх варіантів. Разом з тим, даний варіант конструкції характеризується найбільшим розходом сталі. Проте він всього на 0,2% більший за варіант №2 з трикутними розкосами і забезпечує на 9,1% меншу величину прогину. Варіант №3 з висхідними розкосами відкидаємо, оскільки його деформація на 38,4% більша порівняно з варіантом №1, а розхід сталі менший на 17,9%.

Одержані висновки добре узгоджуються з результатами інших подібних досліджень, зокрема [1].

Література

1. Свідер, В. С. Дослідження впливу конструктивних параметрів на несучу здатність просторових ферм / В. С. Свідер, А. П. Сорочак // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 1. — С. 31–32.

УДК 624.073

В. В. Паляниця; А. П. Сорочак, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ РОБОТИ МОНОЛІТНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПОКРИТТЯ ТОРГІВЕЛЬНОЇ ЧАСТИНИ БУДИНКУ ЗМІННОЇ ПОВЕРХОВСТІ

V. Palianytsia; A. Sorochak, Ph.D.

ANALYSIS OF THE WORK OF A MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE SLAB COVERING THE COMMERCIAL PART OF A BUILDING OF A VARIABLE NUMBER OF STOREYS

Монолітне залізобетонне покриття вирізняється високою міцністю та стійкістю, що дозволяє йому витримувати значні навантаження без пошкоджень чи деформацій. Його однорідна структура забезпечує ефективне розподілення навантаження, сприяючи оптимальній підтримці будівельних конструкцій. Використання монолітного залізобетону спрощує процес будівництва, зменшуючи необхідність у великій кількості з'єднувальних елементів, а також забезпечує високу ступінь герметизації, запобігаючи проникненню води та інших агресивних середовищ. Такий тип покриття також володіє високою теплопровідністю та стійкістю до вогню, що робить його надзвичайно надійним у різних умовах експлуатації. Також монолітна технологія влаштування дозволяє легко отримати покриття необхідної форми в плані, в тому числі з криволінійними елементами.

Для проектуваного багатоповерхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями торгівельного призначення із змінною поверховістю пропонується використати саме монолітне залізобетонне покриття над триповерховою торгівельною частиною. Монолітна залізобетонна плита покриття має розмір в плані 15x27,75 м. Її товщина 200 мм. Для забезпечення міцності та жорсткості великорозмірного монолітного покриття передбачено влаштування ребер розміром 400x400 мм, які спираються на колони. Крок колон нерівномірний, що викликано особливостями планування торгівельної частини будівлі. Додатковим елементом монолітного покриття є парапет висотою 1,08 м по периметру.

Дослідження роботи даної плити покриття виконано за допомогою методу скінченних елементів з використанням програмного комплексу ЛІРА-САПР 2022. Було проведено вибір оптимальної густини сітки скінченних елементів для забезпечення збіжності результатів моделювання за методикою з [1] та вибрано розмір сітки 0,25 м.

Для врахування сумісної роботи різних елементів монолітного залізобетонного покриття – ребер жорсткості, плити та парапету – в розрахунковій моделі використано підхід із застосуванням абсолютно жорстких тіл. Для цього елементи стержнів, які моделюють ребра плити покриття та розміщені на схемі вздовж осі ребер зі зміщенням відносно середньої площини плити, розбивали на таку ж кількість скінченних елементів, що й основну плиту. Далі відповідні вузли попарно об'єднували у абсолютно жорсткі тіла.

Розрахунок схеми монолітного залізобетонного покриття виконано на статичні навантаження від власної ваги та снігу за розрахунковими сполученнями зусиль. Результати аналізу напружено-деформівного стану конструкції використано для підбору армування монолітної плити покриття.

Література

1. Дослідження напружено-деформованого стану монолітного залізобетонного каркасу будівлі МСЕ / О. П. Конончук, Б. В. Гаврилюк, М. Л. Дячук, О. Я. Прокопенко // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 24-25 листопада 2021 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — Том I. — С. 14–15.

УДК 621.78

Д. Л. Радик, канд. техн. наук; О. В. Купецький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ ПОВЕРХНЕВО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

D. L. Radyk, Assoc. Prof.; O. V. Kupetsky

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF SURFACE-PLASTIC DEFORMATION' DYNAMIC METHODS

Операції оброблення динамічними методами поверхнево-пластичного деформування (ППД) включають у технологічний процес для зміцнення деталі з метою забезпечення максимального збільшення границі витривалості, зносостійкості та інших експлуатаційних властивостей. У процесі ППД динамічними методами це досягається шляхом зміни низки параметрів: формується якісно нова макро- і мікрогеометрія поверхневого шару, у якому виникають залишкові макронапруження, які є наслідком пружно-пластичних викривлень кристалічної решітки матеріалу; структура поверхневого шару набуває моногенного текстурованого характеру внаслідок зміни форми, розмірів і орієнтації зерен.

Оброблення деталей динамічними методами ППД дає змогу: підвищити опір пластичній деформації в умовах циклічних навантажень і границю міцності та плинності, твердості та мікротвердості поверхні; знизити характеристики пластичності.

За характером енергетичного впливу на оброблювану поверхню наконечника інструменту або енергонесучого оброблювального середовища (ЕОС) методи оброблення ППД поділяють на два класи: квазістатичні та динамічні [1]. У першому випадку перебіг процесу відбувається в умовах безперервного контакту наконечника інструменту з оброблюваною поверхнею за постійних значень деформувального навантаження (сили). У другому випадку пластична деформація поверхневого шару здійснюється шляхом багаторазового ударно-імпульсного впливу наконечників інструменту або ЕОС на оброблювальну поверхню, при цьому наконечники ЕОС або багаторазово впливають на всю оброблювальну поверхню із зусиллям деформації, що змінюється, від нуля до максимального значення, або, якщо процес ППД має локальний характер, осередок деформації послідовно з певним кроком проходить оброблювану поверхню.

Базовими ознаками, які зумовлюють фізичну сутність процесу деформування, і, як наслідок, зміцнення поверхневого шару динамічними методами ППД, є:

- вид наконечників інструменту або ЕОС для реалізації процесу ППД;
- кінетичні особливості взаємодії наконечників інструменту або ЕОС з оброблюваною поверхнею та їх зв'язок із джерелом енергії;
- характер енергетичного поля (потoku), що забезпечує динамічний стан наконечників ЕОС у процесі оброблення;
- траєкторія руху ЕОС в енергетичному полі;
- вид джерела енергії технологічної системи в умовах реалізації методу ППД.

За кількістю наконечників, які одночасно впливають на оброблювану поверхню, та їх кінематичним зв'язком із джерелом енергії, динамічні методи ППД поділяються на дві основні групи:

- група одноконтактних методів, які реалізують процес ППД одиничним наконечником, що має напівтвердий зв'язок із джерелом енергії;
- група багатоконтактних методів, які здійснюють оброблення поверхні потоком

вільнорухомих наконечників в умовах енергетичного поля, що формується джерелом енергії.

В якості наконечника в технології оброблення одноконттактними динамічними методами ППД використовують тверде металеве тіло, як правило, сферичної форми (кульки). Під час оброблення багатоконттактними методами основу ЕОС складають або тверді кристалічні тіла у вигляді кульок, дробів, або речовини різної фізичної природи (газ, рідина, металева суміш).

На рис. 1 представлено властиві динамічним методам ППД схеми взаємодії наконечників з оброблюваною поверхнею, які показують, що механізм пружно-пластичної деформації поверхні визначається розмірами наконечників і геометрією шорсткості поверхні, одержуваної на попередній ППД операції.

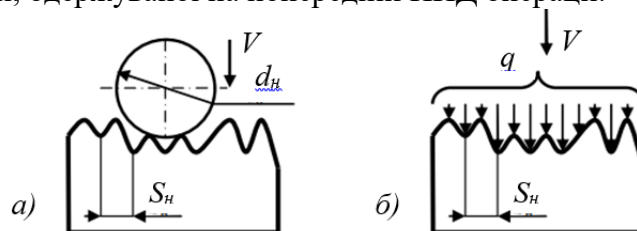


Рисунок 1. Схеми пружно-пластичної деформації динамічними методами ППД:
a – твердими тілами; *б* – речовинами (сумішами)

Критеріальне співвідношення, що дає змогу оцінити властивий процесу ППД динамічними методами механізм пружно-пластичної деформації, має вигляд:

$$\vartheta = \frac{d_n}{S_c},$$

де d_n – діаметр наконечника інструменту або ЕОС;

S_c – середнє значення кроку нерівностей профілю в межах базової довжини.

З рівняння випливає, що якщо $\vartheta > 1$ (рис. 1,а), то процес ППД характеризується зміною характеристик мікропрофілю поверхні та її зміцненням. У разі $\vartheta < 1$ (рис. 1,б) процес ППД забезпечує лише зміцнення поверхні, що істотно не впливає на зміну характеристик мікропрофілю, сформованого на попередній ППД операції. Окрім того, це співвідношення, прийнятне переважно до багатоконттактних динамічних методів ППД, дає змогу обґрунтувати вид ЕОС, виходячи з енергетичних можливостей технологічної системи, яка реалізує конкретний метод ППД, технологічного забезпечення необхідної якості поверхні та експлуатаційних властивостей деталей.

Широке практичне застосування багатоконттактних динамічних методів ППД для зміцнення деталей зумовлено їх високою ефективністю, універсальністю, прийнятністю для різноманітної за формою і розмірами номенклатури виробів, гнучкістю процесів ППД. Крім того, проведений аналіз технічних і технологічних систем їх реалізації, спільність механізмів пружно-пластичної деформації дає змогу розглядати їх технологічну сутність з єдиних методологічних позицій. Такий підхід дає можливість виявити особливості методів ППД, визначити раціональні сфери їх застосування, а також здійснити їх вибір на етапі технологічної підготовки виробництва.

Література

1. Данильченко Л.М., Радик Д.Л. Дослідження методів зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням // Л.М. Данильченко, Д.Л. Радик // Збірник тез доповідей ХХ наукової конференції Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя 17-18 травня 2017 р. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 21.

УДК 531.374

О. Камінський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ НАВИВАННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

O. Kaminsky

RESEARCH AND ANALYSIS OF KNOWN TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR WINDING SCREW BILLETS

Розвиток народного господарства країни вимагає значного розширення номенклатури деталей машин і механізмів, удосконалення існуючих моделей і створення прогресивних технологій виробництва цих машин. У проектуванні окремих деталей, вузлів або машини в цілому з традиційно високими вимогами до надійності, продуктивності та інших технічних факторів все більше важливе значення має економічні вимоги, щоб зменшити витрати на виготовлення, одночасно збільшуючи функціональні можливості машини. Створення заготовок, які можна використовувати для виготовлення різних типів деталей машин, є важливим питанням для задоволення цих вимог. Конструкція гвинтової заготовки (ГЗ), може бути корисною для виготовлення великої кількості деталей машин, таких як дискові, циліндричні, конічні та профільні конфігурації, які використовуються для виконавчих елементів транспортних і очисних машин, а також деяких інших механізмів.

Навивна ГЗ — це вироби з гвинтовою поверхнею, які мають циліндричну, конічну, еліпсну або профільну форму. Зовнішній діаметр D , внутрішній діаметр d , товщина заготовки B , товщина одного витка заготовки h і кількість витків n є основними конструктивними параметрами ГЗ. Товщина витка може коливатися від H за внутрішнім краєм до h за зовнішнім краєм залежно від методу виробництва заготовки.

Основним недоліком процесу штампування заготовок є велика кількість матеріалу, необхідного для вирубування кілець. Крім того, виробництво кілець ГЗ є трудомістким і потребує великої площі, а технологія ускладнює автоматизацію процесів. Крім того, ГЗ зварені з кілець набагато гірші, ніж гвинтові поверхні виготовлені навиванням.

Отже, методи, за допомогою яких формоутворення ГЗ здійснюється із стрічкової штаби, довжина якої забезпечує отримання хоча б однієї спіралі, є більш технологічними. Основна складність зазначених методів полягає в тому, що заготовці потрібно надати потрібну величину деформації.

У сучасному виробництві використовують ГЗ з великим зовнішнім і малим внутрішнім діаметрами. Через це коефіцієнт нерівномірності витягування, який характеризує здатність стрічки до операцій пластичного деформування, досягає великих значень. Відповідно, виробництво таких ГЗ обмежено матеріалами, вони повинні бути високо пластичними, та великими внутрішніми діаметрами.

Використання методу одержання ГЗ із стрічки навиванням на оправу з щільним розміщенням витків має низку переваг, включаючи високу точність, високу експлуатаційну надійність і довговічність, низьку собівартість виготовлення та зазначені недоліки.

УДК 621.326

І. Партола, П. Щудлик, В. Невожай, Т. Дубиняк канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕННЯ

I. Partola, P. Shchudlyk, V. Nevozhai, T. Dubyniak Ph.D, Assoc.Prof.
MODELING THE PROCESS OF HEAT EXCHANGE DURING ROOM HEATING

Якщо обігрів приміщення здійснюється нагнітанням підігрітого повітря, кількість теплоти затрачена на підігрів середовища до певної температури

$$Q_1 = m_1 C_1 (T_1 - T_2)$$

де m_1, C_1, T_1 – маса поданого нагрітого повітря, його теплоємність і температура відповідно, а T_2 – температура в приміщенні, що обігрівается.

Кількість теплоти за рахунок тепловтрати через контакт із зовнішнім середовищем з температурою T_3 :

$$Q_3 = K(T_2 - T_3)$$

де коефіцієнт теплообміну

$$K = \frac{kS}{R}$$

(S – площа, R – тепловий опір).

З рівняння балансу поданої, витраченої на підігрів і на зовнішній теплообмін кількостей теплоти можемо записати:

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{m_2 C_2} \frac{d(Q_1 - Q_3)}{dt}$$

де m_2, C_2 – зведена маса і питома теплоємність середовища, що обігрівается, або

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{m_2 C_2} \frac{d(m_1 C_1 T_1 - (m_1 C_1 + K)T_2 + K T_3)}{dt}$$

Величини температури T_1 і маси m_1 теплого повітря – є функцією біжучого часу. Також з часом може змінюватися зовнішня температура T_3 , і, відповідно, мінятиметься температура в приміщенні T_2 .

Тому, виходячи з останнього виразу, можна записати:

$$\frac{dT_2}{dt} = A \frac{dm_1}{dt} + B \frac{dT_1}{dt} + D \frac{dT_3}{dt}$$

де

$$A = \frac{C_1(T_1 - T_2)}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$
$$B = \frac{m_1 C_1}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$
$$D = \frac{K}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$

Тобто швидкість встановлення температури в приміщенні залежатиме від швидкості нагрівання теплого повітря, швидкості його подачі і від температури зовні як показано вище.

При переході до концептуальної моделі процесу допускаючи що, швидкість подачі теплоагента v_m стала, отримаємо спрощений варіант моделі:

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{C_1(T_1 - T_2)}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} v_m + \frac{m_1 C_1}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} \frac{dT_1}{dt} + \frac{K}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} \frac{dT_3}{dt}$$

На рис. 1 приведена S – модель системи теплообміну між нагрівником, приміщенням, що обігрівается і зовнішнім середовищем, побудована в середовищі MATLAB SMULINK на основі отриманих співвідношень.

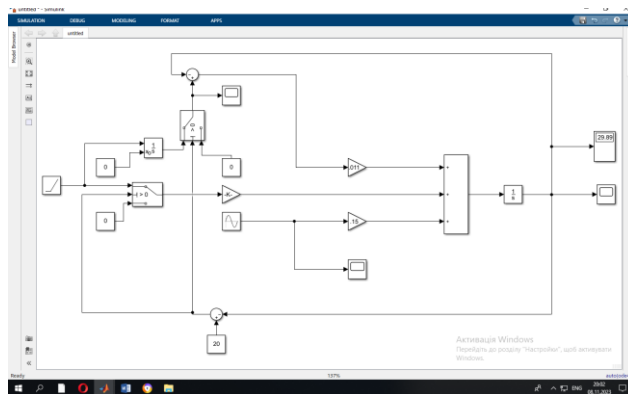


Рисунок 1. S – модель системи теплообміну

Результати симулювання (встановлення заданої температури в приміщенні, при заданій зміні температури зовнішнього середовища і режим роботи нагрівника) показані нижче.

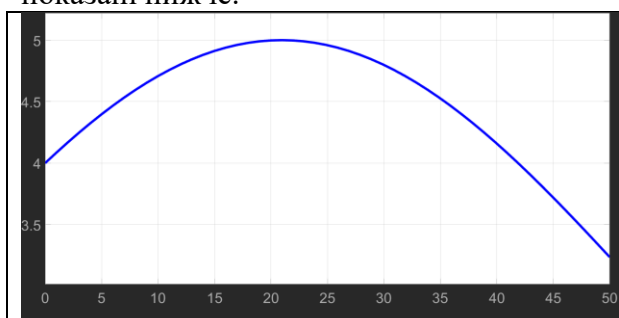


Рисунок 2 Зміна температура зовнішнього середовища

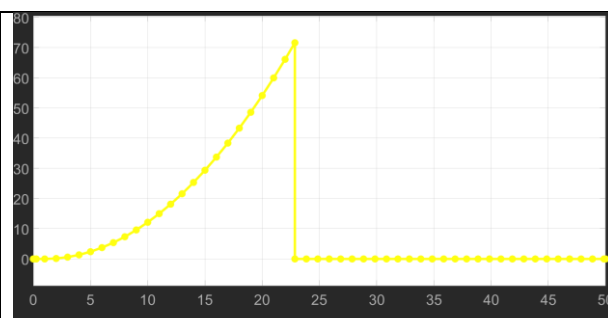


Рисунок 3 Режим роботи нагрівника

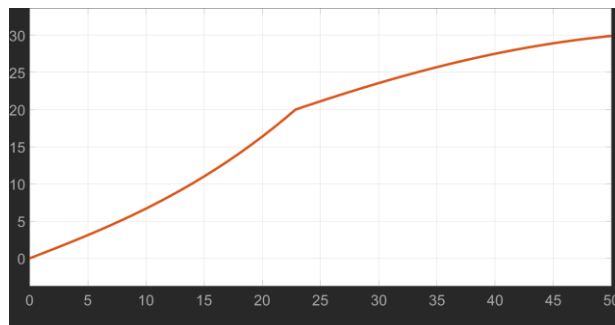


Рисунок 4 Встановлення температури в приміщенні

Симулювання на S – моделі проведено в модельному часі.

Висновки

Проведений аналіз процесу теплообміну і симулювання на математичній моделі дозволяють підібрати характеристики використовуваних пристроїв для отримання бажаного ефекту від їх використання.

Література

1. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 118 с.
2. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Основи електроніки. Підручник. Львів, Новий світ 2000, 2003. –205с.
3. Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / Мирослава Іванівна Яворська, Тарас Степанович 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 621.326

С. Цюпа, О. Мосійчук, В. Невожай, М. Яворська канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЙОГО ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

S. Tsiupa, O. Mosiychuk, V. Nevozhai, M. Yavorska Ph.D, Assoc.Prof.
ESTIMATES OF THE RELIABILITY OF THE DEVICE'S OPERATION
ACCORDING TO THE RELIABILITY
CHARACTERISTICS ITS INDIVIDUAL NODES

Від моніторингу рівня надійності як окремих вузлів, так і пристрою в цілому, залежатиме ефективність його експлуатації та обслуговування. Тому важливо покладатися на ефективну систему діагностування. На характеристики надійності апаратури в цілому впливають не тільки характеристики надійності елементів ПЕС, але і взаємне поєднання окремих блоків, складених цих елементів. Математичним апаратом розрахунку надійності пристрою в даному випадку є метод диференціальних рівнянь, який можна застосовувати при експоненційному закону розподілу часу напрацювання до відмови та часу відновлення, що в більшості випадків характерно для періоду життєвого циклу елементів ПЕС.

Дифрівняння будується за графом станів системи, який відображає можливі стани системи при відмовах її елементів. Можливі напрямки переходів ТЗ з одного стану в інший відображають стрілками як показано на рис.1 б). Кожному із напрямків присвоюють значення інтенсивності переходу: $1/T$ до відмови і $1/T$ відновлення (наприклад, λ і μ).

Формуємо рівняння за наступними правилами:

- в лівій частині кожного рівняння стоїть похідна по часу від ймовірності знаходження системи в j -му стані в момент часу t ;
 - кількість доданків в правій частині дорівнює кількості зв'язків, що впливають на даний стан;
 - кожний такий доданок рівний добутку інтенсивності переходу на ймовірність вихідного стану (того, з якого виходить стрілка у діаграмі зв'язків на рис. 1);
 - знак добутку додатний, якщо стрілка входить в стан, що розглядається, і від'ємний, якщо виходить з нього;
- кількість рівнянь дорівнює кількості станів системи.

Наприклад:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^m \Lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{z=1}^n \Lambda_{iz}.$$

і доповнюється умовою:

$$\sum_{j=0}^m P_j(t) = 1,$$

де $P_j(t)$ – ймовірність знаходження системи в j -му стані; $(m+1)$ – кількість можливих станів системи.

В результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь отримаємо ймовірності знаходження пристрою в кожному із станів логічної схеми. Функція готовності, обчислюється як сума ймовірностей знаходження пристрою в усіх n робоздатних станах.

Так для розглянутого пристрою, складові компоненти якого представлені на рис. 1 а), логічна схема їх взаємодії показана на рис. 1 б).

Побудована за заданою логічною схемою система дифрівнянь за умови, що значення коефіцієнтів інтенсивності оберненених до часу напрацювання і простою $l = 1/T$ до відмови і $m = 1/T$ відновлення однакові для всіх елементів логічної схеми, матиме вигляд:

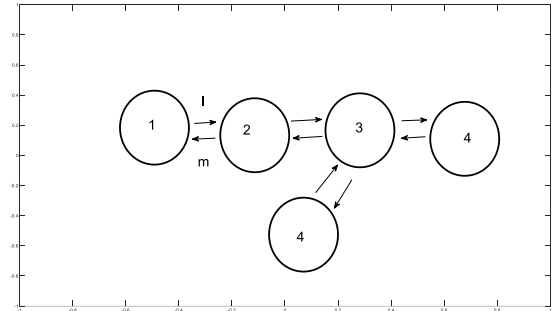
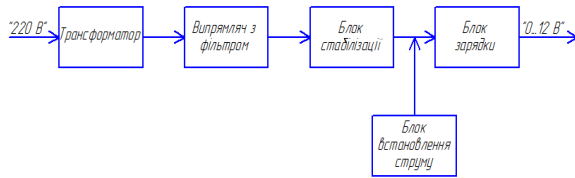
$$\frac{dP1}{dt} = lP2 - mP1$$

$$\frac{dP2}{dt} = lP1 + lP3 - 2mP2$$

$$\frac{dP3}{dt} = lP2 + lP4 + lP5 - 3mP3$$

$$\frac{dP4}{dt} = lP3 - mP4$$

$$\frac{dP5}{dt} = lP3 - mP5$$



а)

б)

Рисунок 1. Схема взаємодій вузлів пристрою в процесі функціонування (а) і граф станів системи (б)

Для знаходження розв'язку даної системи побудована відповідна S – модель в середовищі MATLAB SMULNK, яку показано на рис.2.

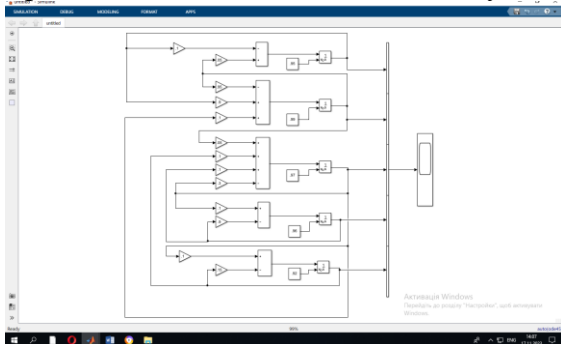


Рисунок 2. S-модель для знаходження розв'язку імовірнісної моделі

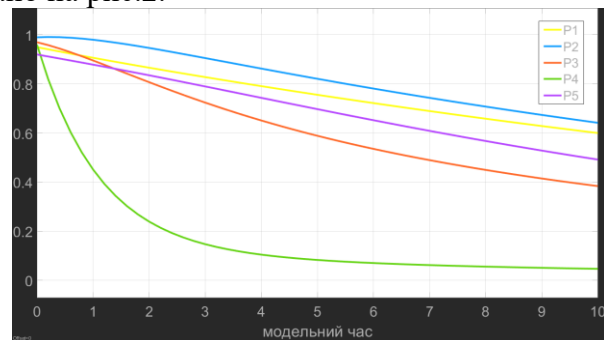


Рисунок 3. Зміна імовірностей появи неполадок у кожному із блоків пристрою з врахуванням їх взаємного впливу в процесі функціонування.

В результаті моделювання отримуємо динаміку зміни імовірностей появи неполадок у кожному із блоків пристрою з врахуванням їх взаємного впливу в процесі функціонування, показано на рис.3.

Висновки

Якщо часу напрацювання до відмови та часу відновлення, елементів радіоелектронних схем можна описати експоненційними залежностями, що в більшості випадків характерно для періоду життєвого циклу апаратури, для аналізу надійності приладу в цілому можна скористатися метод диференційних рівнянь. В розділі продемонстровано порядок його застосування для розглянутого в роботі приладу, блок-схема якого показана на рис.1 а): складено відповідну систему диференційних рівнянь і знайдено розв'язки за допомогою її імітації на S – моделі в середовищі MATLAB SMULNK.

Література

- 1 Зайцев Д.А. Математичні моделі дискретних систем: Навчальний посібник // Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – 40 с.
- 2 Дмитрієва В.Ф. Фізика. – К.:Техніка, 2008.- 644 с.
- 3 Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / Мирослава Іванівна Яворська, Тарас Степанович 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 681.518

В. С. Музика, Д. М. Шмигельський, В. Б. Савків, к.т.н., доцент, Й. Р. Кравець
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

V.S. Muzyka, D.M. Shmyhelskyi, V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., Y.R. Kravets
AN AUTOMATED SYSTEM FOR DIAGNOSTICATION OF RAZING TOOLS

В структурі автоматизованих систем обов'язковим елементом є підсистема забезпечення надійності функціонування, яка повинна виконувати: контроль за виконанням обладнанням команд; компенсацію випадкових збоїв обладнання; аналіз працездатності обладнання; контроль і компенсацію зміни розміру інструменту і систематичних похибок обладнання; тестування обладнання.

Перераховані функції можуть бути зведені до двох основних задач: діагностування стану обладнання, інструменту і причин виникнення точкових відмов; компенсації похибок, що утворюються, або усунення причин точкових відмов.

Вимірювання миттєвого положення інструменту відносно заготовки зазвичай неможливе через відсутність можливості установки контрольної апаратури в зоні різання, у зв'язку з чим отримання прямої інформації про відносні зміщення інструменту і заготовки є неможливим. Тому виникає необхідність в отриманні непрямої інформації, в якості якої може бути використана сила різання P . Остання, згідно динамічної моделі верстата пов'язана з вібраційним зщеннями інструменту відносно заготовки $y = PW_y$, або через передаточну функцію технологічної підсистеми. Отримання інформації про відносні вібраційні зміщення інструменту відносно заготовки шляхом вимірювання сили різання вимагає: розробки методів вимірювання сили різання; знаходження W_y (АФЧХ верстата); формалізації запису W_y з метою розміщення її в пам'яті обчислювального пристрою системи управління.

Методи вимірювання сили різання і експериментального визначення W_y добре відомі, тоді як підхід до розв'язку останньої задачі пропонується в даній роботі. Це пов'язано з тим, що відомі методи формалізації запису динамічних характеристик не забезпечують достатньо точної кількісної достовірності розрахованих за їх допомогою і одержаних експериментально параметрів зміщення іструмента відносно заготовки.

Основною передумовою, на якій базується пропонований метод формалізації є положення про те, що з точки зору точності природа виникнення збурень, що впливають на процес обробки, не має значення, оскільки точність обробки визначається лише відносними зсувами інструменту і заготовки в зоні різання, до яких і зводяться всі збурення. Опис АФЧХ в робочому просторі верстата дозволяє також вирішувати задачі оптимізації цього простору, а також оцінки технологічних можливостей верстата з урахуванням зміни характеристик цього простору. Проте, в реальних умовах зняти з заготовки граничний припуск вдається лише в обмеженій частині робочого простору, а якщо говорити про точність, то її можна забезпечити ще в меншій області.

Щоб цього уникнути необхідно ще на стадії проектування розрахувати можливості верстата по точності і продуктивності, для чого і буде необхідний запропонований метод формалізації АФЧХ з урахуванням її зміни в робочому просторі. Ця ж інформація буде необхідна також і для управління динамічною характеристикою верстата.

Запропонований підхід може бути поширений не лише на несучу систему верстата, а використовуватись і для опису системи управління для оцінки її точності.

УДК 681.518

О. А. Борак, А. Б. Яремчук, В. Б. Савків, к.т.н., доцент, Й. Р. Кравець
 (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

O.A. Borak, A.B. Yaremchuk, V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., Y.R. Kravets
 SIMULATION OF GAS DYNAMIC CHARACTERISTICS
 OF THE GAS TRANSFER UNIT

Використання сучасних засобів контролю та керування газоперекачувальними агрегатами забезпечує зниження витрат на транспортування газу та є актуальним завданням. Такі засоби автоматизації забезпечують зменшення кількості зупинок технологічного процесу, спрощення процесів пуску та зупинки, керування гідروпневмоавтоматикою та, відповідно, збільшення її технічного ресурсу, забезпечують персонал достатньою та достовірною інформацією про хід технологічного процесу, а також зменшують час на технічне обслуговування агрегату.

Для математичного моделювання газоперекачувального агрегата використовуємо його зведені графічні характеристики.

З математичної точки зору ми маємо три види кривих:

$$\varepsilon_n = f[Q_{всм}]_{зв}, \quad \left(\frac{N_i}{\rho_{всм}} \right)_{зв} = f[Q_{всм}]_{зв}, \quad \eta_{пол} = f[Q_{всм}]_{зв}.$$

Наше завдання знайти згладжуючий поліном n-ї степені, який би з якомога більшою точністю інтерполював графіки функцій. Чим більшою буде степінь полінома, тим більшою буде точність.

Скористаємось матричним методом розв'язку системи нелінійних рівнянь. Пояснимо цей метод на прикладі залежності ступеня стиску від зведеної об'ємної витрати ($\varepsilon_n = f[Q_{всм}]_{зв}$) для зведених обертів $[n/n_n]_{зв} = 1$. За зведеними характеристиками нагнітача знаходимо значення ступеня стиску в залежності від зведеної об'ємної витрати. Для знайдених значень складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = a_0 + a_1 \cdot Q_1 + a_2 \cdot Q_1^2 + a_3 \cdot Q_1^3 \\ \varepsilon_2 = a_0 + a_1 \cdot Q_2 + a_2 \cdot Q_2^2 + a_3 \cdot Q_2^3 \\ \varepsilon_3 = a_0 + a_1 \cdot Q_3 + a_2 \cdot Q_3^2 + a_3 \cdot Q_3^3 \\ \varepsilon_4 = a_0 + a_1 \cdot Q_4 + a_2 \cdot Q_4^2 + a_3 \cdot Q_4^3 \end{cases} \quad (1)$$

В матричному вигляді:

$$\varepsilon = A \cdot Q. \quad (2)$$

Щоб розв'язати це рівняння відносно невідомих коефіцієнтів А, необхідно знайти обернену матрицю Q^{-1} , при умові, що матриця Q – не вироджена. Тоді розв'язок системи матиме наступний вигляд:

$$A = \varepsilon \cdot Q^{-1}. \quad (3)$$

Даний алгоритм реалізований в програмі Mathcad.

Отже, зведені характеристики можна описати рівняннями:

$$\varepsilon_n = 1,626 - 1,871 \cdot 10^{-3} \cdot [Q]_{зв} + 4,075 \cdot 10^{-6} \cdot [Q]_{зв}^2 - 3,5 \cdot 10^{-9} \cdot [Q]_{зв}^3, \quad (4)$$

$$\eta_{пол} = 1,96 - 8,587 \cdot 10^{-3} \cdot [Q]_{зв} + 2,14 \cdot 10^{-5} \cdot [Q]_{зв}^2 - 1,733 \cdot 10^{-8} \cdot [Q]_{зв}^3, \quad (5)$$

$$\left(\frac{N_i}{\rho_{всм}} \right)_{зв} = 49,125 - 0,632 \cdot [Q]_{зв} + 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot [Q]_{зв}^2 - 6,667 \cdot [Q]_{зв}^3. \quad (6)$$

УДК 004.9

М. Голубовський, Б. Лемега, В. Ясній, д.т.н., доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ

М. Holubovskyi, B. Lemeha, V. Iasnii, Dr. Sci., Assoc. Prof.
**REVIEW OF THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS FOR THE
RESEARCH OF SHAPE MEMORY ALLOYS**

Сплави з ефектом пам'яті форми (СПФ) – це клас матеріалів, які володіють здатністю відновлювати свою початкову форму після зазначеного зміщення або деформації. Ці матеріали мають значний потенціал у промисловості та медицині завдяки їхнім унікальним властивостям. У промисловості вони використовуються для створення компонентів, які можуть змінювати свою форму відповідно до зовнішніх умов. Наприклад, для актуаторів, клапанів та інших деталей де необхідна точна, прецизійна зміна форми. У медицині СПФ мають різноманітні застосування, включаючи біомедичні пристрої які адаптуються до тіла пацієнта, такі як стенти для розширення судин або інші імплантати, що можуть змінювати форму відповідно до потреб лікування.

Останнім часом для дослідження та вдосконалення властивостей СПФ активно використовуються методи машинного навчання (МН). Ключовими областями застосування цих методів є прогнозування властивостей СПФ на основі складу сплаву, дослідження температури перетворення, коефіцієнту відновлення, супереластичності та гістерезису через різницю у температурах перетворення під час нагрівання і охолодження, що може призвести до втоми. МН використовувалося в експериментальному дослідженні для пошуку сплавів з низьким термічним гістерезисом [2], для одночасної оптимізації термічного гістерезису та температур переходу [3], а також для розробки сплавів NiTi з підвищеною стійкістю до осадження. Також були створені моделі для передбачення температур переходу [4] та для дослідження виготовлення сплавів методом лазерного порошкового напилення [5]. Лазерне напилення досліджувалося для адитивного (3D) друку NiTi СПФ. Успішність друку оцінювалася як функція лінійної, поверхневої та об'ємної питомої потужності, які є функціями потужності лазера, швидкості друку та відстані між шарами. Лінійний дискримінантний аналіз дозволив оцінити значення кожного з параметрів на якість друку.

Отже, використання методів машинного навчання в дослідженнях сплавів з пам'яттю форми відкриває нові перспективи для поліпшення їх властивостей, оптимізації процесів виготовлення та розширення сфери застосування цих матеріалів.

Література

1. Machine learning for alloys / G.Hart, T. Mueller, C. Toher, S. Curtarolo. // Nature Reviews Materials. – 2021. – №6. – С. 1–5.
2. Xue D. Accelerated search for materials with targeted properties by adaptive design. Nat. Commun / Dezhen Xue. // Nature Communications. – 2016. – №7.
3. Multi-objective Optimization for Materials Discovery via Adaptive Design / [A. Gopakumar, P. Balachandran, D. Xue та ін.]. // Scientific Reports. – 2018. – №8.
4. An informatics approach to transformation temperatures of NiTi-based shape memory alloys / [D. Xue, D. Xue, R. Yuan та ін.]. // Acta Materialia. – 2017. – №125. – С. 532–541.
5. On the printability and transformation behavior of nickel-titanium shape memory alloys fabricated using laser powder-bed fusion additive manufacturing / [M. Mahmoudi, G. Tapia, B. Franco та ін.]. // 35. – 2018. – С. 672–680.

УДК 004.9

М. Голубовський, Б. Лемега, В. Ясній, д.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ

M. Holubovskyi, B. Lemeha, V. Iasnii, Dr. Sci., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN MATERIALS SCIENCE

Машинне навчання (МН) – це галузь штучного інтелекту, яка дозволяє програмам навчатися та вдосконалювати свій функціонал без явного програмування. За останні роки кількість даних, зібраних у результаті досліджень матеріалів, значно зросла і методи МН надають основні інструменти для отримання корисної інформації з них. Програмне забезпечення, яке допомагає аналізувати дані досліджень тепер є поширеним і часто вільно доступним. Початок використання МН у матеріалознавстві можна прослідкувати з епохи появи перших потужних комп'ютерів. В цей період, в основному, використовувались класичні методи статистичного аналізу для дослідження фізичних та хімічних властивостей матеріалів. Зі зростанням обчислювальних потужностей відбулося значне розширення можливостей використання МН в матеріалознавстві.

Методи навчання з учителем (supervised learning) застосовуються для прогнозування характеристик матеріалів. Модель навчається на основі вхідних-вихідних пар даних, де для кожного вхідного прикладу існує відповідна вихідна мітка або категорія. Головна мета полягає в тому, щоб вивчити відповідність між вхідними даними і відповідними вихідними мітками, щоб модель могла коректно робити висновки і для нових, раніше не досліджуваних даних. Методи навчання без учителя (unsupervised learning) застосовуються для виявлення неочевидних закономірностей в даних, що важливо для дослідження комплексних властивостей матеріалів. Використання цього підходу передбачає, що модель намагається вивчити внутрішню структуру даних без використання попередньо визначених міток або цільових значень. Основна ідея полягає в тому, щоб дозволити алгоритму самостійно виявляти закономірності, шаблони або структури в не маркованих даних. Методи глибокого навчання (deep learning) та нейронні мережі, що є їх ключовим елементом, стали ефективним інструментом для моделювання складних структур і властивостей сплавів. Методи глибокого навчання застосовуються для аналізу, прогнозування властивостей і оптимізації структур сплавів з пам'яттю форми, що розширює їх застосування в промисловості. Методи підсиленого навчання (reinforcement learning) використовуються для оптимізації процесів виготовлення, вдосконалення властивостей та контролю якості матеріалів. В їх основі лежить через взаємодія програмної системи з навколишнім середовищем. Використання методів МН виявилось ключовим для прогресу в дослідження широкого спектру матеріалів, включаючи металеве скло, високоентропійні сплави, сплави з пам'яттю форми, магніти, суперсплави, каталізатори та різноманітні конструкційні матеріали.

Література

1. Machine learning for alloys / G.Hart, T. Mueller, C. Toher, C. Curtarolo. // Nature Reviews Materials. – 2021. – №6. – С. 1–5.
2. Machine learning for molecular and materials science / [K. Butler, D. Davies, H. Cartwright та ін.]. // Nature. – 2018. – №559. – С. 547–555.

УДК 621.177; 621.314

В. О. Гвоздюк, Г. М. Крамар к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ КУПОЛЬНИХ ПЕРЕКРИТТІВ НА ОСНОВІ КЛЕЄДЕРЕВ'ЯНИХ АРОК

V.O.Hvozdiuk, H.M. Kramar Ph.D., Assoc.Prof.

APPLICATION OF DOMED CEILING BASED ON GLUED TIMBER ARCHES

Діаметри ребристо-кільцевих дерев'яних куполів, які базуються на клеєних арках використовуються для покриття приміщень залів, можуть досягати прольоту від 80 метрів і більше [1].

Такі купольні конструкції виявляються більш вигідними порівняно з рамними і балочними, оскільки вони характеризуються:

- мінімальними витратами матеріалу;
- збільшеною ефективністю купола, яка зростає разом з прольотом (згинальний момент в 3-5 разів менший, ніж у різних системах і в 5-8 разів менший, ніж у балочних системах);
- високою енергетичною ефективністю, оскільки будівля сферичної форми має найменше відношення площі зовнішніх стін до об'єму;
- архітектурною виразністю, яка стосується як екстер'єру, так і інтер'єру.

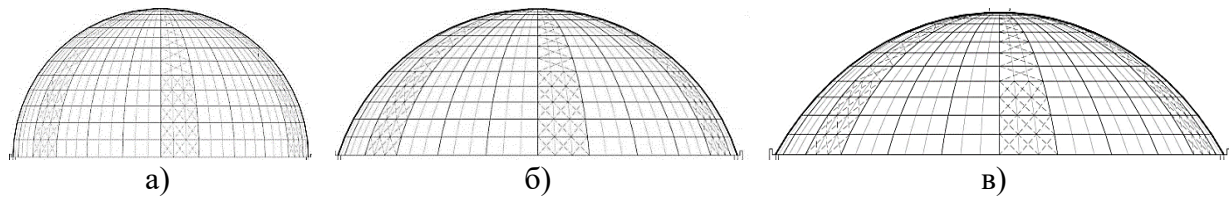


Рисунок 1. Конструктивна система клеєдерев'яних куполів зі стрілою підйому
а) 55м б)40м в) 30м

Куполи з високою стрілою підйому характеризуються підвищеними значеннями згинальних моментів в меридіональних. В куполах із низьким значенням стріли підйому найбільші подовжні сили в меридіональних також володіють найменшим будівельним об'ємом [2].

Література

1. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023).
2. Гомон, С., Гомон, С., Матвіюк, О., & Черномаз, Н. (2022). ПОЛІПШЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ ЗА РАХУНОК ЇХ СКЛЕЮВАННЯ. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування, (62), 333–342. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.333-342>
3. ДБН В.2.6-161:2017 "Дерев'яні конструкції. Основні положення"

УДК 621.177; 621.314

Ю. В. Карпа; Г. М. Крамар, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕЛИКОПРОЛІТНИХ ПОКРИТТІВ

Yu.V. Karpa, H.M. Kramar Ph.D., Assoc.Prof.

DESIGN FEATURES OF LARGE SPAN STRUCTURES

Великопролітні конструкції покриття характерні наявністю чіткої архітектурної виразності, що зумовлює пошук оригінальних інженерно-конструктивних рішень, які б зберегли архітектурну композицію та забезпечили можливість безпечної та надійної експлуатації протягом експлуатаційного періоду. Деякі варіанти модулів великопролітних покриттів наведенні на рис. 1.

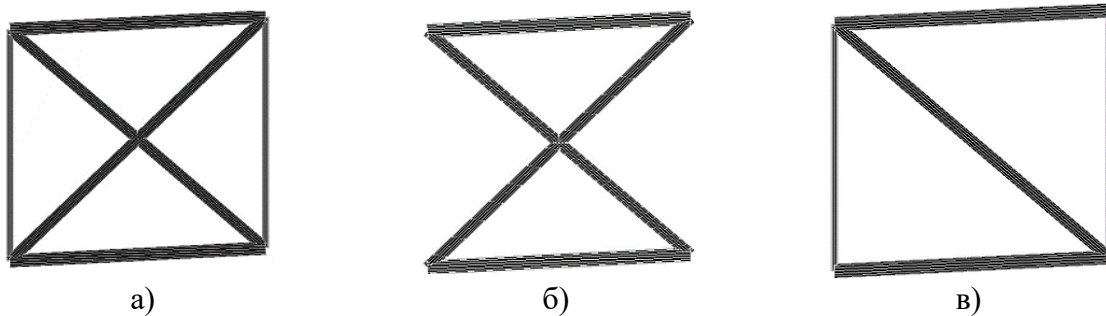


Рисунок 1. Конструктивні схеми модулів великопролітних покриттів

Перший варіант (Рис.1.а) передбачає, що кожний модуль каркасу покриття складається з двох стійок і двох розкосів, а також верхнього і нижнього похилих елементів, які з'єднані у вузлах конекторами.

Другий варіант (Рис.1.б) передбачає, що кожний модуль каркасу покриття складається з двох розкосів, а також верхнього і нижнього похилих елементів, які з'єднані у вузлах конекторами.

Третій варіант (Рис.1.в) передбачає, що кожний модуль каркасу покриття складається з двох стійок і одного розкосу, а також верхнього і нижнього похилих елементів, які з'єднані у вузлах конекторами.

Література

1. Ковальчук, Ярослав Олексійович, Наталія Ярославівна Шингера, and Я. 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. Hud, M., Chornomaz, N., Ihnatieva, V., & Koval, I. (2022). Analysis of the effect of horizontal ties on the deformability of the bottom of the floating pool. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 106(2), 133-137.
3. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.

УДК 621.177; 621.314

М. І. Ткаченко; Д. Д. Васюрина; Г. М. Крамар, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПРОСТОРОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

М. І. Tkachenko, D. D. Vasiuryina, H. M. Kramar Ph.D., Assoc.Prof.

SIMULATION OF THE WORK OF SPATIAL BUILDING STRUCTURES

Просторові будівельні конструкції знайшли широке застосування як в цивільному так і в промисловому будівництві. Такі конструкції є ефективними при будівництві великопролітних промислових так і при зведенні висотних громадських будівель[1], оскільки володіють відносно низькою матеріалоемністю, що дозволяє знизити вартість спорудження будівель при застосуванні таких технологій.

Однак, необхідним є пошук нестандартних інженерних рішень та засобів розрахунку таких конструкцій[2].

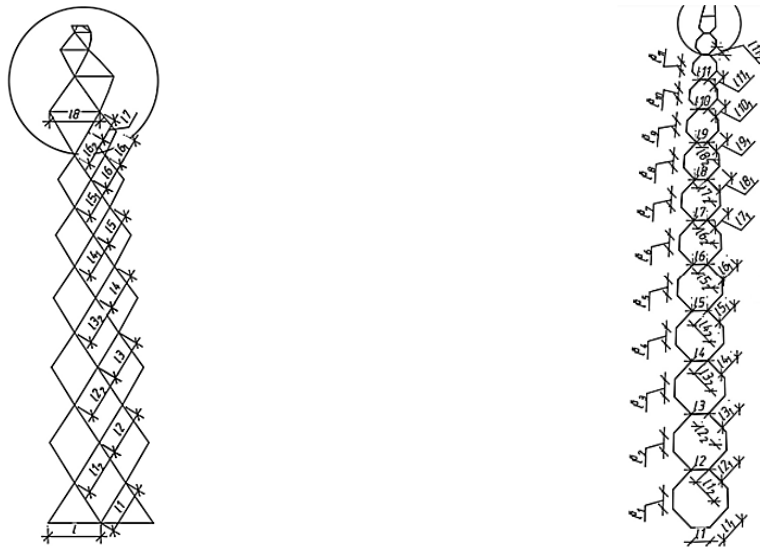


Рисунок 1. Розрахунково-конструктивні схеми металевого каркасу великопролітної оболонки

На рис.1 наведено варіанти конструювання каркасу великопролітної металевій оболонки круглої в плані. Завдяки гнучкості в конструюванні наведені розрахунково-конструктивні схеми забезпечать дотримання вимог по усім групам граничних станів[3]. До переваг, також слід віднести архітектурну виразність при застосуванні таких конструкцій, поряд із цим важливо відзначити необхідність значних затрат часу на створення розрахункових моделей та на сам процес розрахунку.

Література

1. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023).
2. Hud, M., Chornomaz, N., Ihnatieva, V., & Koval, I. (2022). Analysis of the effect of horizontal ties on the deformability of the bottom of the floating pool. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 106(2), 133-137.
3. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.

УДК 621.177; 621.314

І. М. Сливка; М. І. Гудь, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ КАРКАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

I. M. Slyvka; M. I. Hud, Ph.D.

FEATURES OF THE WORK OF FRAME STRUCTURES OF PUBLIC BUILDINGS

Каркас — це несуча основа (кістяк) будинку, споруди, виробу або конструкції, що забезпечує їхню міцність, стійкість, довговічність і форму. Складається з прямо- або криволінійних елементів (наприклад, у будинках — з колон, балок, ферм, арок тощо), скріплених між собою. Виготовляють каркас переважно з металу (наприклад, сталеві каркаси будинків, арматурні каркаси залізобетонних конструкцій і виробів), залізобетону (каркасно-панельні конструкції) або деревини.

Каркаси розраховуються на навантаження від власної ваги конструкцій будівлі, на корисні навантаження, навантаження від снігу, від вітру і в необхідних випадках на сили, що виникають при сейсмічних впливах і нерівномірних усадках фундаментів..

Застосування каркасів в поєднанні з легкими огорожувальними конструкціями стін і перегородок з ефективних матеріалів сприяє зниженню ваги будівель в порівнянні з будівлями, що мають масивні стіни. Будинки з каркасів вимагають меншої витрати залізобетону, ніж великопанельні, але при цьому зростає витрата конструкційної сталі [1].

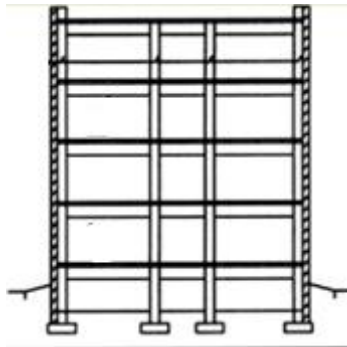


Рисунок 1. Каркасна схема багатоповерхової будівлі[2]

Каркаси будівель складаються з колон і ригелів, які служать їх опорами, а також з ферм, на які укладаються елементи для утворення перекриття і покриття. Окрім повних каркасів, які сприймають всі навантаження та власну вагу конструкцій будівлі, існують будівлі з неповним (внутрішнім) каркасом. У цих випадках відсутні колони біля зовнішніх стін, які, разом із каркасом, є тримальними конструкціями.

Література

1. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81_\(%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81_(%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F))
2. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023)

УДК 624.042.41

А. В. Ковбаса; В. А. Ковбаса; М. І. Гудь, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО КАРКАСУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ В УМОВАХ ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

A. V. Kovbasa, V. A. Kovbasa, M. I. Hud Ph.D.

MODELLING THE PERFORMANCE OF A COMBINED FRAME OF A MULTI- STOREY RESIDENTIAL BUILDING UNDER WIND LOAD

Основою багатоповерхових висотних будівель є сталевий, залізобетонний або комбінований каркас, який передбачає плоскі діафрагми-зв'язки або просторове ядро жорсткості. Розрахунок проводимо методом скінченних елементів з використанням як основних невідомих переміщення і повороти вузлів розрахункової схеми, що складається з набору елементів стандартного типу - стрижнів, пластин, оболонок тощо.

Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою і правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів елемента і вузлів системи, а також фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями і внутрішніми переміщеннями, набором параметрів, які входять до цього закону [1, с. 14], тощо.

До розрахункової схеми включено скінченні елементи таких типів:

1) Стрижневі скінченні елементи, для яких передбачено роботу за звичайними правилами опору матеріалів. Опис їх напруженого стану пов'язаний з місцевою системою координат, у якій вісь X_1 орієнтована вздовж стрижня, а осі Y_1 і Z_1 - уздовж головних осей інерції поперечного перерізу [1, с. 16].

2) Скінченні елементи оболонок, геометрична форма яких на малій ділянці елемента є плоскою (вони утворюють багатогранник, вписаний у дійсну криволінійну форму серединної поверхні оболонки).

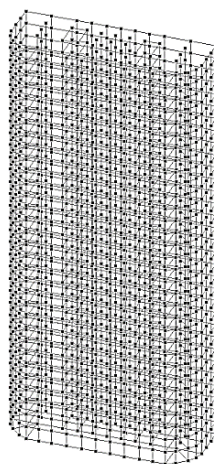


Рисунок 1. Розрахункова схема будівлі

Для розрахунків використовуємо метод PARFES у програмному комплексі, що базується на методі скінченних елементів.

Найбільш несприятливою комбінацією завантажень є 1.

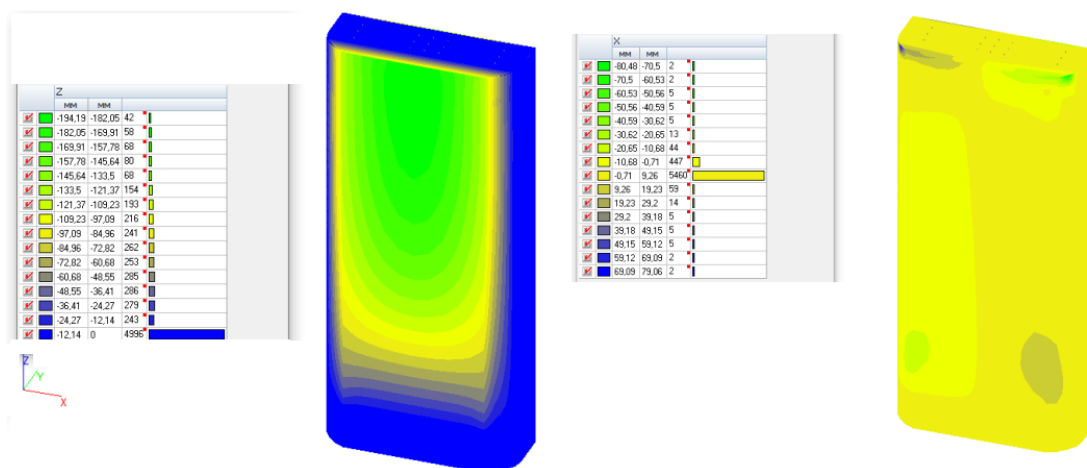


Рисунок 2. Вертикальні та горизонтальні переміщення від найбільш несприятливих комбінацій навантажень

Обчислення розрахункових сполучень зусиль здійснюємо на основі екстремальних значень напружень у характерних точках поперечного перерізу елемента, що виступають критеріями. Під час розрахунку враховуються вимоги нормативних документів і логічні зв'язки між завантаженнями.

Основою вибору невідгінних розрахункових поєднань зусиль слугує принцип суперпозиції. З усіх можливих сполучень відбирають ті РСЗ, які відповідають максимальному значенню деякої величини, обраної як критерій [2, с. 17], що залежить від усіх компонентів напруженого стану.

Максимальні горизонтальні переміщення каркаса будівлі від вітрових навантажень з урахуванням крену фундаменту не перевищують гранично допустимих значень.

Максимальні вертикальні переміщення з урахуванням висоти будівлі не повинні перевищувати 220 мм у випадку будівлі з рисунку 1, з рисунка 2 бачимо, що ця умова виконується.

Література

1. Осадчий В.С., Дмитрієв С.В., Якушев Д.І., Бондаренко А.С. Методичні матеріали до виконання курсового проекту з освітньої компоненти Інформаційні технології у гідротехнічному будівництві. Одеса, 2020. 38 с. URL: <http://surl.li/nsmor> (дата звернення: 25.11.2023)
2. Krutii Yu., Development of the method for calculation of cantilever construction's oscillations taking into account own weight. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2018. № 3(7). С. 13-19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2018_3%287%29_3 (дата звернення: 25.11.2023)
3. Mykhailo Hud, Natalia Chornomaz, Roman Grytseliak, Denys Baran, Study of the joint work of the foundations and the spatial tower under the action of dynamic loads, Procedia Structural Integrity, Volume 36, 2022, Pages 87-91, ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.007>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321622000075>)

УДК 621.177; 621.314

Я. О. Ковальчук, к.т.н., доц.; М. А. Омелян.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ФЕРМИ З КВАДРАТНИХ ГНУТО-ЗВАРНИХ ПРОФІЛІВ

Y. O. Kovalchuk Ph.D., Assoc.Prof., M. A. Omelian

MODELLING THE PERFORMANCE OF A TRUSS MADE OF SQUARE BENT-WELDED SECTIONS

Ферма (фр. *ferme*, від фр. *fermer*, лат. *firmare* — зміцнювати, закріплювати) — плоска, геометрично незмінювана ґратчаста тримальна конструкція, яку використовують для перекриття великих прогонів чи приміщень [1].

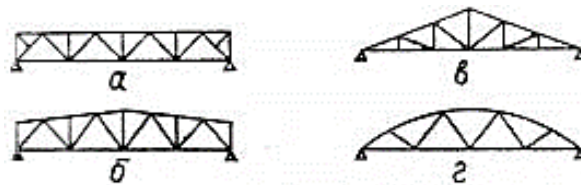


Рисунок 1. Основні типи ферм: а – з паралельними поясами; б – трапецієподібна; в – трикутна; г – сегментна [1]

Зважаючи на трудомісткість виготовлення ферма ефективна в застосуванні при прольотах довжиною від 10-12 м, порівняно із балочними конструкціями, котрі доцільно використовувати в прольотах довжиною 6-8 метрів, в залежності від діючих навантажень. Також, тривалість розрахунку зумовлює застосування програмних комплексів, які б дозволили швидко створювати розрахункову модель ферми, корегувати існуючу та здійснювати точний розрахунок, результати якого корелюють з результатами експериментальних випробувань.

Одним із сучасних і ефективних інструментів в моделюванні напружено-деформівного стану конструкцій є програмні комплекси, що працюють із використанням методу скінченних елементів.

На основі експериментальної моделі [2] створено скінченно-елементну модель в середовищі ПК LIRA (Рис.2.).

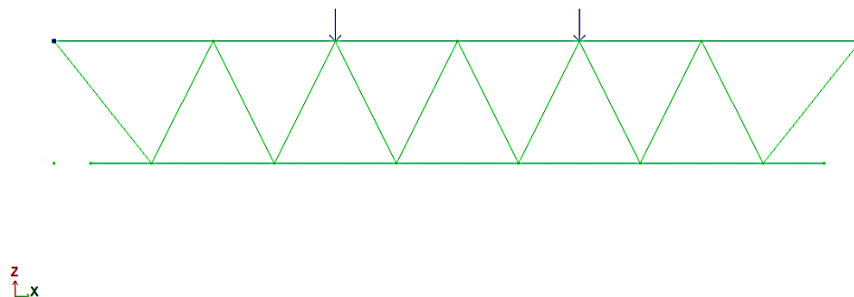


Рисунок 2. Скінченно-елементна модель ферми на основі експериментальної моделі [2]

Результати розрахунків продемонстровано на рис.3.

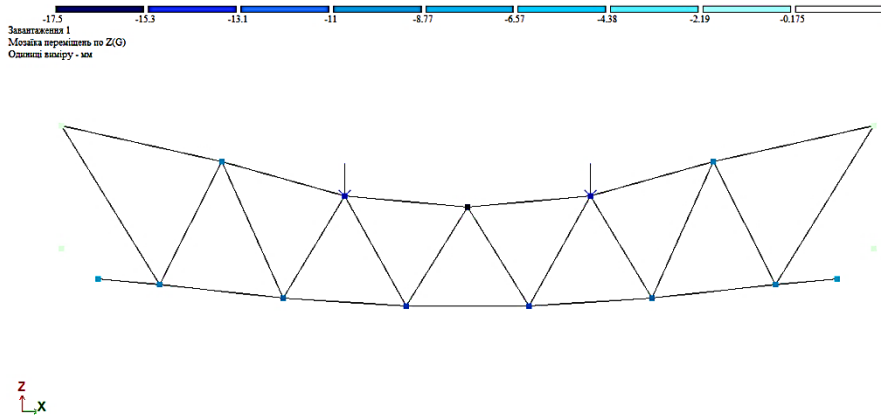


Рисунок 3. Деформована скінченно-елементної модель ферми

Абсолютну похибку результатів розрахунку відносно експериментальних даних [2] наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Кореляція результатів розрахунку з експериментальними даними [2]

Прогини в експериментальній моделі, мм [2]	Прогини в скінченно-елементній моделі, мм	Абсолютна похибка, %
15.1	17.5	15.9
17.8	20.4	14.6
11.4	12.3	15.8
11.8	13.6	15.3
14.1	16.3	15.6

Отримані результати прогинів перевищують експериментальні дані, що вказує на наявності певного запасу міцності в конструкції по другому граничному стані. Абсолютна похибка результатів скінченно-елементного моделювання не перевищує 16 %, що свідчить про хорошу збіжність результатів розрахунку.

Література

1. [https://vue.gov.ua/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0_\(%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE\)](https://vue.gov.ua/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0_(%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE))
2. Kong, W., Huang, Y., Guo, Z., Zhang, X. & Chen, Y. (2021). Experimental study on square hollow stainless steel tube trusses with three joint types and different brace widths under vertical loads. REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE, 60(1), 519-540. <https://doi.org/10.1515/rams-2021-0049>
3. Basara, M., Ya Kovalchuk, and N. Shynhera. "DURABILITY OF A WELDED TRUSS UNDER CYCLIC LOADS." Innovative Solution in Modern Science 5.41 (2021): 147-158.

УДК 621.177; 621.314

Я. О. Ковальчук, к.т.н., доц.; Д. В. Трачук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМІВНІСТЬ НЕСУЧОЇ ЗВАРНОЇ ФЕРМИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕВАТОРА

Y. O. Kovalchuk Ph.D., Assoc.Prof., D. V. Trachuk

STRENGTH AND DEFORMITY OF A LOAD-BEARING WELDED FRAMEWORKELEVATOR TRANSPORT SYSTEM

Виконано дослідження зварної ферми ферми 18000×3600 мм з кутника $80 \times 80 \times 10$ (рис.1) при різних рівнях навантаження, яка є несучим конструктивним елементом транспортної системи елеватора. Для цього використано методику комп'ютерного моделюючого експерименту на основі прикладного програмного пакету ANSYS Workbench 14.5, який алгоритмічно базується на методі скінченних елементів. Схема базування і навантажування ферми відповідає експлуатаційним умовам для цієї конструкції (рис. 2), де P – вага транспортної системи і наявного в ній зерна. Тип навантажень – статичні.

Актуальність теми досліджень зумовлена необхідність забезпечити міцність і довговічність транспортної системи елеватора впродовж його експлуатації.

Метою досліджень є перевірка міцності конструкції при граничних навантаженнях $P_{\max} = 350$ кН, які передбачені технічною документацією на елеватор.

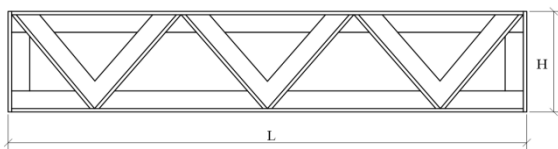


Рисунок 1. Конфігурація зварної ферми

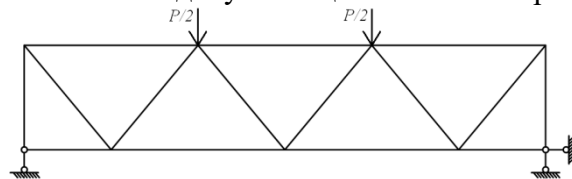


Рисунок 2. Схема навантажування зварної ферми

В процесі виконання комп'ютерного моделюючого експерименту отримано візуалізацію деформацій вздовж конструктивних елементах ферми при її навантажуванні до рівня граничного стану (рис. 3) та діаграму прогину вздовж нижнього пояса ферми при різних рівнях навантаження аж до руйнування ферми (рис. 4). За цими результатами очевидними є те, що локалізації максимальних деформацій, а отже і напружень, відбувається в нижньому поясі.

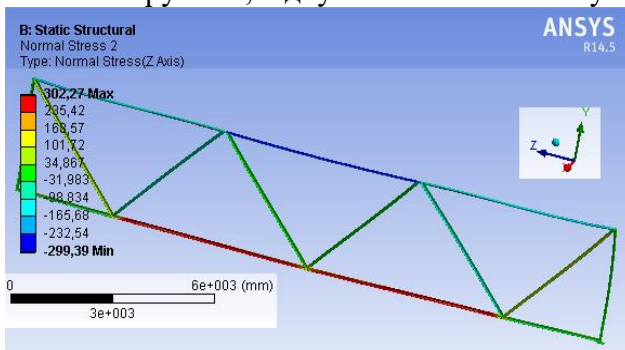


Рисунок 3. Деформування зварної ферми при навантаженнях на рівні граничного стану

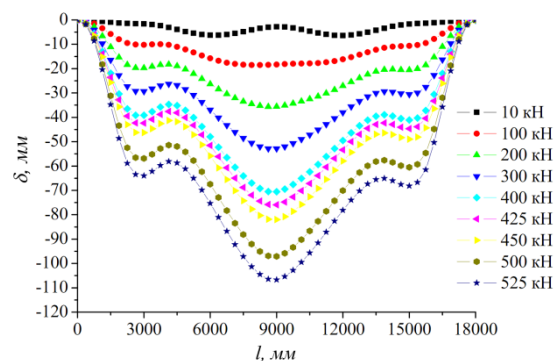


Рисунок 4. Діаграма прогину вздовж нижнього пояса при різних рівнях навантаження

Побудовано діаграму напружень вздовж нижнього пояса ферми при різних рівнях навантаження (рис. 5). Виявлено повну кореляцію візуалізованої інформації з рис. 3 і кількісної з рис. 5.

Побудовано графік максимальних напружень в нижньому поясові зварної ферми при різних навантаженнях (рис. 6).

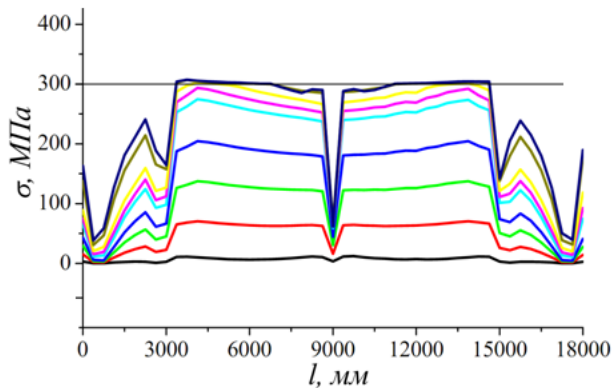


Рисунок 5. Діаграма напружень вздовж нижнього пояса ферми при різних рівнях навантаження

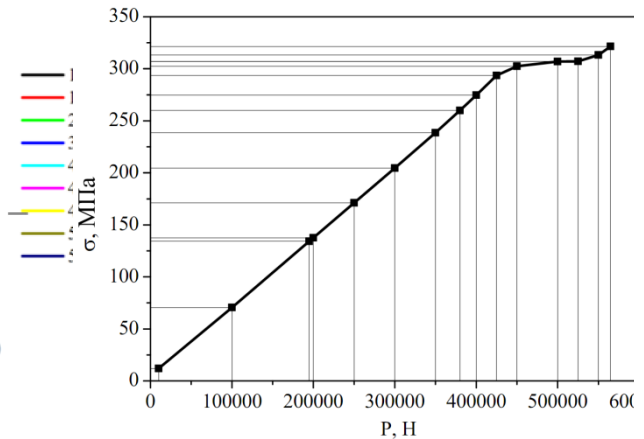


Рисунок 6. Максимальні напруження в нижньому поясові зварної ферми при різних навантаженнях

За цим графіком очевидним є факт лінійного деформування конструкції при навантаженнях P до 420 кН. При вищих навантаженнях буде формуватися пластична деформація.

Висновок. За результатами досліджень виявлено, що максимальне навантаження $P_{\max} = 350$ кН, яке передбачено технічною документацією на елеватор, не формує в конструкції пластичних деформацій, не приводить до пошкодження чи руйнування конструктивних елементів ферми та їх з'єднань і забезпечує для неї необхідний запас міцності.

Література:

1. Kovalchuk Y. Stress-strain state of a bottom chord of a welded roof truss / Yaroslav Kovalchuk, Natalya Shynhera, Natalya Chornomaz // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2019. — Vol 93. — No 1. — P. 41–46. — (Mechanics and materials science).
2. Ковальчук Я. О. Пошкодження і руйнування зварних ферм для транспортно-технологічних машин / Я. О. Ковальчук, Н. Я. Шингера, Я. Л. Швед // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 23-24 вересня 2021. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — С. 104. — (Нові матеріали, міцність та довговічність конструкцій).
3. Kovalchuk Y. Welded truss deformation under thermal influence / Yaroslav Shved; Yaroslav Kovalchuk; Natalya Shynhera // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 105. — No 1. — P. 13–18.

УДК 621.78

Л. М. Данильченко, канд. техн. наук; В. Собко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ТРАДИЦІЙНИХ СХЕМ РІЗАННЯ В ПРОЦЕСАХ ЛЕЗОВОГО ОБРОБЛЕННЯ

L. M. Danylchenko, Assoc. Prof.; V. Sobko

ANALYSIS OF THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF TRADITIONAL CUTTING SCHEMES IN BLADE MACHINING PROCESSES

Відомі методи підвищення стійкості різальних інструментів, засновані на нових інструментальних матеріалах, зміцненні робочих поверхонь інструментів та оптимізації геометрії їх різальної частини, на сьогодні практично вичерпані. Вони не виключають основну причину зношення інструментів - наявність тертя ковзання в контактній зоні інструменту й заготовки в зоні різання, а лише протидіють наслідкам цього тертя, зменшуючи вплив на стійкість тепловиділення, механічного та адгезійного зношування робочих поверхонь інструментів [1].

Якщо розглянути традиційні схеми процесу різання (рис. 1), різальний інструмент, врізаючись в оброблювану заготовку на певну глибину, виконує значну роботу деформації внаслідок великої розбіжності напрямків швидкостей різання і стружки. Передня поверхня різального інструменту в процесі зняття припуску від оброблюваної поверхні, зупиняючи його, спрямовує у зворотний бік. Таким чином, видалена стружка піддається великій деформації, що призводить до збільшення температури різання, зношення інструменту тощо. Зберігаючи міцність інструменту, неможливо збільшити передній кут γ , для того щоб покращити процес різання. У всіх схемах традиційного лезового оброблення можна виділити різальний клин, який характеризується кутами різання і кутом самого клину β . Під час вибору цих кутів необхідно враховувати подвійну вимогу до конструкції різальної частини. Так, забезпечення максимальної міцності різального клину вимагає збільшення кута клину β і вибору мінімально необхідного значення кута α .

Найпоширеніші схеми різання в практиці традиційного лезового оброблення матеріалів, можна умовно розділити на дві групи (рис. 1).

Перша з них (рис. 1 а, б) передбачає процес різання з нерозривним контактом між різальною крайкою і оброблюваним матеріалом за один прохід. Така схема має місце під час точіння, стругання, протягування. При цьому різальний інструмент закріплюється статично або переміщується зі швидкістю руху подачі. Основними перевагами схеми є: відносна стабільність, що забезпечується безперервністю процесу різання; підвищена жорсткість системи ВПД; безперервність контакту за правильно обраних режимів різання, що сприяє розміцненню шарів оброблюваного матеріалу в зоні попередньої пластичної деформації. Водночас різальна крайка і контактні поверхні інструменту піддаються значним термодинамічним напруженням впродовж усього часу, який витрачається на прохід, що є недоліком, притаманним цій схемі різання.

Друга група схем різання (рис. 1, в) характеризується наявністю обертання різального інструменту, який містить декілька різальних зубів. Кожен зуб періодично короткочасно бере участь у процесі різання і за час холостого ходу встигає відновити свої міцнісні властивості. Припуск, що знімається за один прохід, розподіляється на кожен зуб. Ці переваги дають змогу значно збільшити продуктивність різання. Однак, переривчастість процесу різання кожним зубом вносить додаткові збурення сил різання, а також часто призводить до зміцнення оброблюваного матеріалу в зоні

різання. Ці обставини негативно впливають на якість оброблюваної поверхні і стійкість різального інструменту.

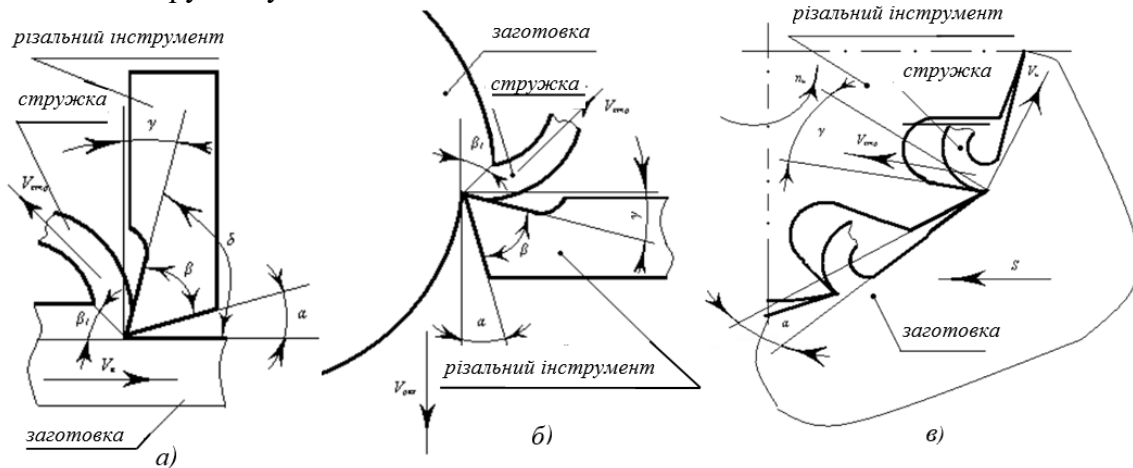


Рисунок 1. Традиційні схеми різання в процесах механічного оброблення:
 а – протягування; б – точіння; в - фрезерування

Крім того, існують ще два фактори, притаманні обом групам. Перший полягає в тому, що стружка, яка зрізається, контактною стороною треться по передній поверхні, а оброблена поверхня - по задній поверхні інструменту. Причому обидва фрикційних контакти працюють в особливо важких умовах. Другий фактор - це значні енергетичні витрати на деформацію припуску з огляду на те, що напрямок сходу стружки $V_{стр}$ є протилежним щодо головної швидкості різання V .

На теперішній час в провідних машинобудівних виробництвах широко застосовують нетрадиційні методи механічного оброблення, до числа яких входять ротаційні. Схема різання ротаційного оброблення (рис. 2) має всі перераховані переваги ($\beta\gamma$ - кут установки різального інструменту, V , $V_{стр}$, V_i - відповідно швидкості різання, стружки та інструменту; S – подача) і може бути використана для точіння ротаційним різальним інструментом деталей підвищеної точності, особливо під час оброблення заготовок із важкооброблюваних і в'язких матеріалів.

Для підвищення стійкості інструменту, продуктивності та якості обробленої поверхні різальні елементи ротаційного інструменту обертаються силами тертя кочення, які виникають між контактними задніми поверхнями різальних елементів ротаційного інструменту і деталлю. Заміна тертя ковзання на обкочування по задній поверхні дозволяє підвищити стійкість інструменту, продуктивність та якість оброблення, точність геометричної форми за рахунок геометрії різальних елементів.

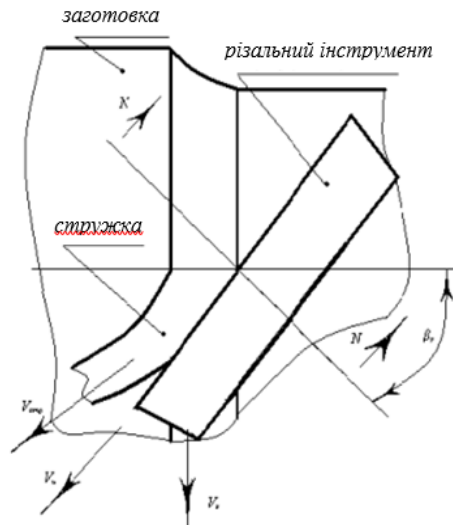


Рисунок 2. Ротаційне оброблення

Література:

1. Данильченко Л., Сарафін В. Моделювання процесів формування поверхневого шару заготовок різальним інструментом / Збірник тез доповідей Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" 26-27 квітня 2018 р. - Тернопіль: ТНТУ, 2018. - С. 193-194.

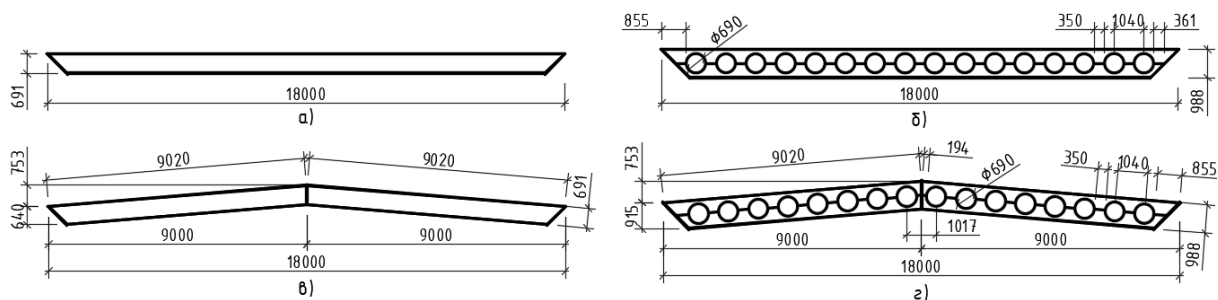
І. М. Підгурський, к.т.н., доцент, Д. З. Биків, А. М. Топільчук, В. А. Давідчук
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ СТАЛЕВОГО КАРКАСУ

I. M. Pidgurskyi, Ph.D., Assoc. Prof., D. Z. Bykiv, A. M. Topilchuk, V. A. Davidchuk
INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF STRUCTURAL
ELEMENTS OF STEEL FRAME

При будівництві промислових будівель часто у ролі їх несучих конструкцій використовують сталевий каркас, оскільки таке рішення дозволяє зменшити загальну вагу по відношенню до залізобетонних елементів. Одним із ключових аспектів, що визначає надійність та ефективність сталевих конструкцій є їх напружено-деформівний стан (НДС). Дослідження НДС металевих конструкцій дозволяє збільшити їх загальну ефективність та зменшити ризики руйнувань конструкцій, зокрема, і для елементів перекриття.

Основним несучим елементом покриття є ригель. В основному він може бути представлений у вигляді суцільної або наскрізної конструкції. Для зменшення трудомісткості робіт часто використовують суцільні балки різних поперечних профілів. Найпопулярнішими такими конструкціями є прямі двотаврові балки, похилі двотаврові балки та перфоровані двотаврові балки [1] (рис. 1 (а, б, в)), також для порівняння результатів досліджена перфорована похила балка (рис. 1 (г)).



а) пряма балка; б) похила балка; в) перфорована балка; г) перфорована похила балка
Рисунок 1. Ригелі сталевого каркасу

Для дослідження НДС представлених конструкцій проведено моделювання методом скінченних елементів в програмному комплексі ANSYS. Для оптимального аналізу за базисний параметр взято первісний переріз, з якого виготовлені всі чотири конструкції, оскільки їх вага може дещо змінюватись через різну конфігурацію і методи виготовлення.

За первісний ригель приймаємо двотаврову балку 70Б1. На її основі буде спроектовано та змодельовано всі інші типи – похила, перфорована та перфорована похила. Довжина ригеля в осях становить 18 м. Розрахункова схема балки – жорстке защемлення з обох боків. Для цього краї балки виготовляють під кутом 45° з опорними плитами товщиною 25 мм. Навантаження прикладається рівномірно розподіленим і становить $q = 16$ кН/м. Матеріал балки – сталь класу С255.

Похила балка спроектована з двох однакових частин, довжиною 9,02 м і з ухилом 5°; по середині встановлена плита товщиною 25 мм, яка запобігає зминанню торців. Перфорована балка виконана з круглими отворами в стінці [2], що утворюють регулярну структуру. Діаметр перфорації $d = 690$ мм, крок отворів $s = 1040$ мм, повна висота балки $h = 988$ мм. Дана балка виконується шляхом розрізу первісної 70Б1, далі

прямі частини «зубів» стінки накладаються одне на одне та зварюються. Таким чином утворюється балка більшого поперечного перерізу, що має більший момент опору та момент інерції. Перфорована похила балка виконана методом об'єднання параметрів перфорованої та похилої балки.

Після розрахунку скінчено-елементної моделі отримано значення прогину, нормальних, дотичних та еквівалентних (за Мізесом) напружень (табл. 1). Також показані критичні місця, де виникають максимальні напруження (рис. 2), і які знаходяться біля опорних вузлів балок.

Таблиця 1. Максимальні (за модулем) показники напружено-деформівного стану

Вид ригеля	Прогин, мм	Напруження, МПа			Вага, т
		Нормальні	Дотичні	Еквівалентні	
Пряма балка	15,150	168,66	72,37	157,53	2,348
Похила балка	9,348	128,39	53,01	131,14	2,391
Перфорована балка	9,566	135,55	69,84	158,58	2,268
Перф. похила балка	7,251	133,29	67,79	156,57	2,329

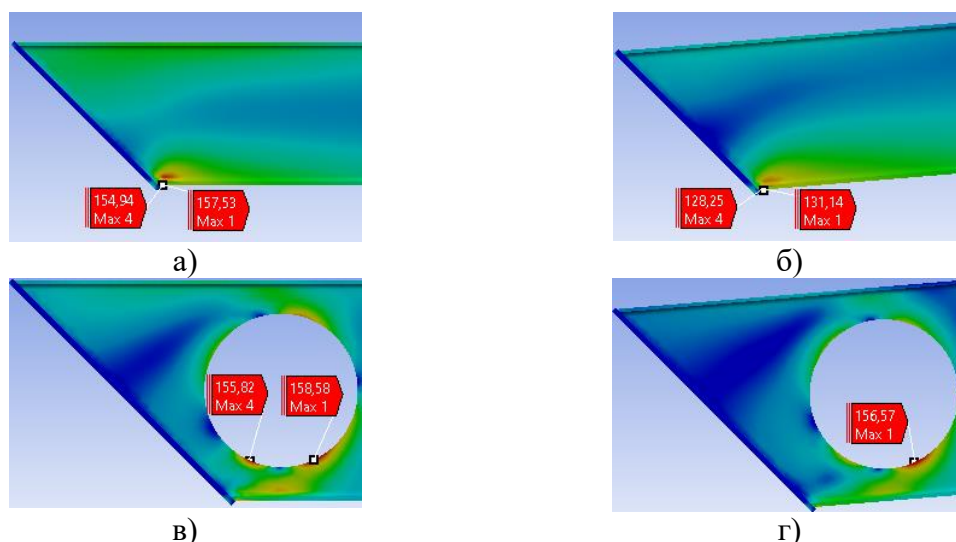


Рисунок 2. Зони максимальних еквівалентних напружень (МПа) для різних видів балок: а) пряма балка; б) похила балка; в) перфорована балка; г) похила перфорована балка

Отже, за результатами дослідження НДС обраних ригелів, можна зробити висновок, що в заданих умовах похила балка з суцільною стінкою зазнає найменших еквівалентних напружень 131,14 МПа, але прогин не є мінімальним – 9,348 мм. Найменшого прогину зазнає похила перфорована балка – 7,251 мм, але максимальні еквівалентні напруження мають близьке значення, як в прямої і перфорованої балки – 156,57 МПа.

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 I., Slobodian V., Bykiv D., Pidgurskyi M. (2021) Investigation of the stress-strain state of beams with different types of web perforation. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 103, no 3, pp. 79–87.

УДК 621.7

Я. О.Танавський, А. В. Гагалюк, к.т.н., ст.викл.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ БАГАТОШПИНДЕЛЬНОЇ СВЕРДЛИЛЬНОЇ ГОЛОВКИ

Ya. O. Tanavskiy, A. V. Gagaliuk, Ph.D.

RESEARCH OF THE DESIGN PARAMETERS OF THE MULTI-SPINDLE DRILLING HEAD

У свердильних верстатах для розширення технологічних можливостей використовуються багатошпиндельні свердильні головки іноді разом із редуктором або самостійно (рис. 1). Її використання дозволяє суттєво зменшити витрати часу, завдяки паралельній обробці поверхонь.

Конструктивно свердильна головка виконана у вигляді двох плит (пів корпусів) скріплених гвинтами і закритих з боків кільцем. В даних пів корпусах встановлюються підшипники, які виконують роль опор для п'яти шпинделів і валу, який через прямозубу зубчасту передачу приводить їх у рух. На свердильному верстаті така головка закріплюється завдяки кожуху, який одягається на піноль шпинделя. Передача крутного моменту від шпинделя верстату до головки проходить через конус Морзе шпинделя верстату.

Особливістю даної головки є те що вона є варіатором і збільшує кількість обертів верстату у 2 рази що розширює його технологічні можливості при обробленні алюмінієвих сплавів які доцільно обробляти на більших обертах, ніж може забезпечити верстат. Конструктивною особливістю головки є те, що через малу відстань між отворами опори шпинделів розміщені у шаховому порядку.

Потужність двигуна повинна забезпечувати можливість обертання 5 ти шпинделів. Спочатку визначаємо передаточне відношення свердильної головки за формулою (1):

$$u_{\text{гол.}} = \frac{D_{\text{ц.ш.}}}{d_{\text{шп.гол.}}} = \frac{122,5}{62,5} = 1,96 \quad (1)$$

Визначаємо максимальну частоту обертання свердла в свердильній головці:

$$n_{\text{св.}} = u_{\text{гол.}} \cdot n_{\text{max.шп.верст.}} = 1,96 \cdot 1000 = 1960 \text{ об/хв.} \quad (2)$$

де $n_{\text{max.шп.верст.}} = 1000 \text{ об/хв.}$ – максимальна частота обертання шпинделя верстата

Крутний момент на шпинделі верстата складає: $M_{\text{кр.шп}} = 612 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Визначаємо крутний момент на шпинделях свердильної головки:

$$M_{\text{кр.гол.}} = M_{\text{кр.шп}} \cdot u_{\text{гол.}} \cdot \eta_{\text{гол.}} = 612 \cdot 1,96 \cdot 0,99 \cdot 0,8 \approx 960 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3)$$

де $\eta_{\text{гол.}} = 0,8$ – к.к.д. свердильної головки

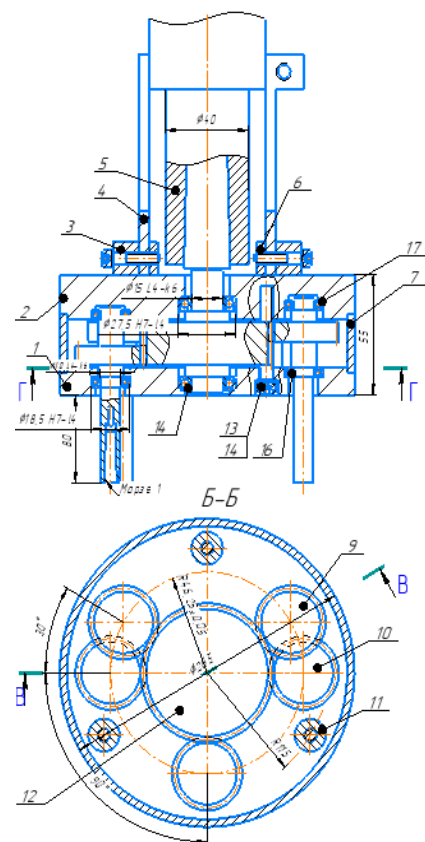


Рисунок 1. 5-ти шпиндельна свердильна головка

УДК 621.91

П. С. Нікітюк, А. В. Гагалюк, к.т.н., ст.викл.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВЕРДЛА ЗБІРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

P. S. Nikitiuk, A. V. Gagaliuk, Ph.D.

RESEARCH OF MODULAR STRUCTURE PARAMETERS OF DRILL

Свердління є одним з найпоширеніших способів отримання отворів. Найбільш поширеним інструментом є спіральне свердло. Свердління забезпечує точність отворів 11-14 квалітету з шорсткістю Ra(12,5-6,3) мкм. Для свердління отворів, з метою запобігання відводу свердла рекомендують попередньо виконувати розмічання центрувальним свердлом або використовувати спеціальний кондуктор [1]. Спіральні свердла мають властивість «розбивати» отвір і робити його овальним, що зумовлює використовувати свердла меншого діаметру з наступним розсвердлюванням для отримання отвору необхідного діаметру. Для отримання отворів вищої точності, згідно технології, практично завжди, необхідно виконувати розсвердлювання для підвищення точності, зенкерування для отримання круглості (8-9 квалітет) із шорсткістю поверхні Ra (6,3-3,2) мкм і розвертання дозволяє досягти (6-8)квалітетів із шорсткістю Ra (1,25-0,32) мкм. Для особливо точних отворів можуть виконувати дворазове розвертання. В якості альтернативи розвертання використовують внутрішнє кругле шліфування. Проте, перевагу необхідно надавати все таки розвертання, оскільки після шліфування, на стінках отворів можуть залишатися частинки мікроабразиву, що призводить до посиленого зношування контактуючої деталі.

Таким чином свердління спіральним свердлом призводить до значної трудомісткості оброблення отворів. У зв'язку з цим поширення набули свердла зі змінними твердосплавними пластинами (ЗТП) (рис. 1) подібно до токарних різців, що дозволяє отримати отвори прийнятної точності та шорсткості на рівні зенкерування без використання додаткового пристосування, як кондукторні плити. Важливою особливістю використання свердл із ЗТП є поєднання конструктивних переваг центрувального свердла (використання змінних наконечників із різними геометричними параметрами так і без них), гарматного свердла (симетричне асиметричне розташування різальних пластин) та фрези, універсальних корпусів із каналами для ЗОР. Це дозволяє використовувати одну й ту ж циліндричну частину, що значно здешевлює вартість свердла та його обслуговування і збільшує його технологічні можливості. Конструкція дозволяє виконувати свердління по нахилених площинах. До недоліків можна віднести неможливість свердління отворів діаметром менше 12 мм, що зумовлює використання класичних спіральних свердл.



Рисунок 2. Спіральне свердло із ЗТП

Література

1. Обґрунтування параметрів переналагоджуваних кондукторів для свердління отворів при виготовленні і відновленні / А. В Гагалюк, А. Б Гупка, В. М Клендій та ін. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2012. - Вип. 42, ч. 2. - С. 110-116.

2. Електронний каталог. URL: <https://www.imc-companies.com/TaeguTec/ttkCatalog/Index.aspx>

УДК 621.9

В. В. Крупа, к.т.н. доцент; М. С. Горобцов

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ВИКОРИСТАННЯМ SOLIDWORKS SIMULATION

V. V. Krupa, Ph.D., Assoc. Prof; M. S. Horobtsov

IMPROVEMENT OF STRUCTURAL ELEMENTS OF THE MAIN MOVEMENT DRIVE OF A SPECIAL MACHINE USING SOLIDWORKS SIMULATION

Проаналізовано типові приводи головного руху як спеціальних так і універсальних верстатів [1]. Як правило приводи головного руху складаються з двигуна, певних передач, розширювальні коробки, або звичайні та в кінці шпindelъ або вихідний вал на який кріпиться різальний інструмент або заготовка. Для спеціальних верстатів де на виході треба отримати одну або дві частоти обертання використовують тільки редуктор.

Для спеціального верстата, для формування торця труб, запропоновано привод головного руху, що складається з пасової та зубчастої передачі. Проведено кінематичні та силові розрахунки даних передач [2], на основі яких виконали конструювання елементів з застосуванням САД систем. Перевірку сконструйованих елементів приводу здійснювали за допомогою SolidWorks Simulation.

Зважаючи що перший розрахунок засобами SolidWorks Simulation показує, що максимальні напруження кожного із елементів є незначними, тому проведено удосконалення конструкцій валів, шківів і шестерень для зменшення інерційних характеристик. Приклад виконаного удосконалення веденого шківів з аналізом напружень подано на (рис. 1).

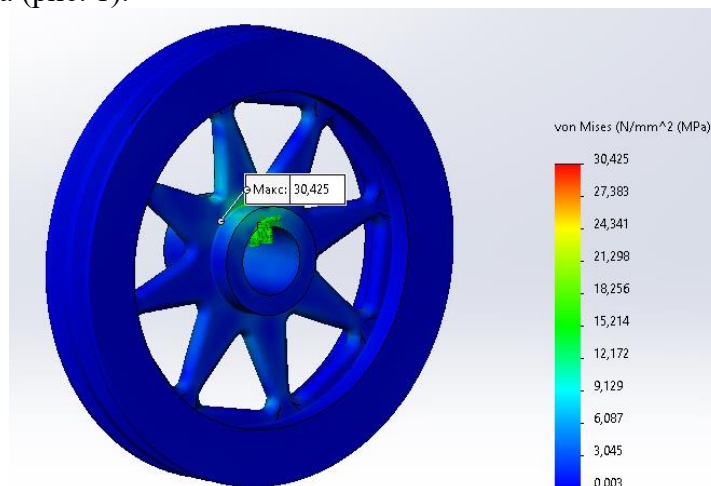


Рисунок 1. Аналіз напружено-деформованого стану веденого шківів приводу головного руху спеціального верстата

Дане дослідження за допомогою засобів SolidWorks Simulation дозволило зменшити інерційні характеристики, не втрачаючи міцності і довговічності деталі.

Література

1. 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.
2. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: підручник. Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

УДК 621.9

В. В. Крупа, канд. техн. наук, доцент; Н. Р. Туз

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ ПОДАЧ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТА

V.V. Krupa, Ph.D., Assoc. Prof; N.R. Tuz

DEVELOPMENT OF HYDRAULIC FEED DRIVE OF A SPECIAL MACHINE

Проаналізовано типові приводи подач спеціальних верстатів. До них відносяться такі види приводів як: гвинт – гайка, колесо – рейка, гідравлічні, пневматичні тощо. Виявлено переваги та недоліки кожного із цих приводів [1].

Для спеціального верстата, що буде застосовуватись для формування торців труб запропоновано гідравлічний привід [1]. Серед переваг такого приводу – легка можливість переналагоджування, можливість задання різних циклів роботи, легка можливість регулювання швидкості переміщень робочих органів. Дані переваги перевершують недоліки гідроприводу для конкретних умов обробки [2].

Розроблено гідравлічний привід спеціального верстату для формування торців труб із циклом роботи швидкий підвід – робочий хід – швидкий відвід, що складається з: поршня циліндра; штока; лопаткового насоса; напірного золотника; розподільника, трубопроводу, дроселя, крана керування, бака. Проведено розрахунки параметрів вищеописаних елементів.

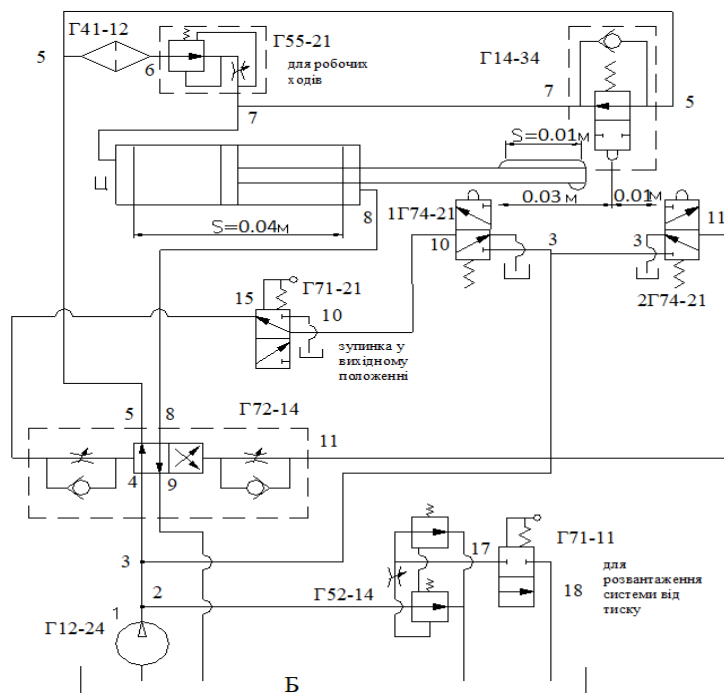


Рисунок 1. Гідравлічна схема

Даний привід надає високу продуктивність і забезпечує безперервну і плавну автоматизовану роботу верстата.

Література

1. Ковальов, І. О. Ратушний О.В. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. / І. О. Ковальов, - Суми : СумДУ, 2016. – 250с.
2. Петров О. В. Козлов Л. Г. Семічаснова Н. С. Завальнюк О. О. Дослідження стійкості роботи гідроприводу, чутливого до навантаження, на базі мультирежимного гідророзподільника. Вісник машинобудування та транспорту №2(12), 2020.

УДК 621.9

Д. В. В'юк; В. В. Крупа, канд. техн. наук, доцент;

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИНОК В УМОВАХ
ДРІБНОСЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

D. V. Viuk; V. V. Krupa, Ph.D., Assoc. Prof;

**PROBABILITY-STATISTICAL MODEL FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF
THE APPLICATION OF CARBIDE PLATES IN THE CONDITIONS OF SMALL-
SERIES PRODUCTION**

В умовах автоматизованого серійного виробництва 63% несправностей системи ТОС припадає саме на поломку різального інструмента [1]. До найсучасніших методів діагностики стану різального інструмента в умовах серійного та масового виробництва відносять безконтактний метод, заснований на вимірюванні сигналу акустичного випромінювання [1], та сил різання [2] та їх опрацюванні шляхом розробки математичних моделей. Крім того до безконтактних методів відносять вимірювання сил різання на шпинделі, потужності двигуна, використання різноманітних датчиків (оптичних, індуктивних тощо) [3]. Часто проводять аналіз стану інструментів після роботи і опрацьовують результати, застосовуючи різноманітні математичні апарати, наприклад метод нечіткої логіки [4].

В роботі оцінку ефективності запропоновано проводити на основі ймовірнісно-статистичних методів. Виконання роботи базується на проведенні вимірювань зношування твердосплавних пластин маркувань: APMT1604PDER-M2 AU1035G AGIR та APMT160408PDER-M YBG202 відпрацьованих в умовах реального виробництва на фрезі $\varnothing 50.3$ мм, на якій одночасно працюють 4 таких пластини. З використанням мікроскопа МБС-10 вимірювали зношування по задній поверхні пластини. При цьому виявили певну кількість пластинок які зі сколами – рис. 1. Їх в статистичні ряди не включали, проте врахували їхній відсоток у підсумкових висновках. Фото деяких зношених пластин подані на рис. 2.

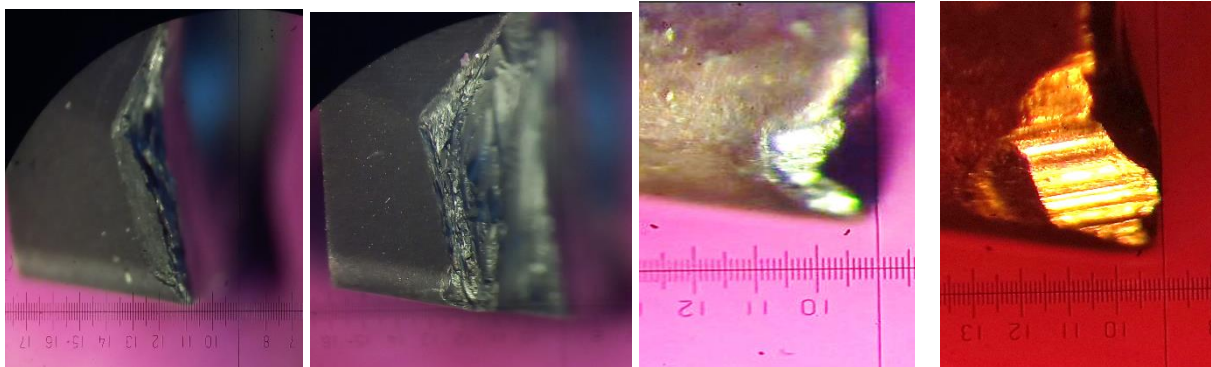


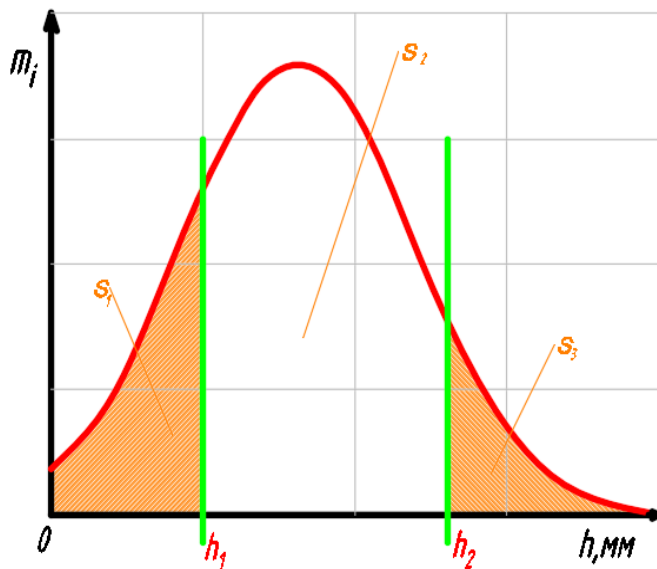
Рисунок 1. Фотографії пластин за сколами

Рисунок 2. Фотографії зношених пластин

Визначали значення розмірного зношування h [3]. З врахуванням того, що пластина має дві різальні кромки, з однієї пластини отримували 2 числа розмірного зношування h (у випадку якщо на одній із сторін є скол – то одне значення, якщо з обох сторін сколи – відкидали). Таким чином сформували 2 статистичні ряди: у першому ряді (для пластини APMT160408PDER-M YBG202 ZCC) - 55 значень, у другому (для пластини APMT1604PDER-M2 AU1035G AGIR) 64 значення. Для обох вибірок

знаходили характеристики розсіювання: середні значення \bar{h} (які приймали рівними математичному сподіванню $M(h)$), дисперсії розсіювання $D(h)$ та середні квадратичні відхилення $\sigma(h)$, які знаходили за формулами [5]. За критеріями Стьюдента та Фішера довели, що вибірки однорідні і об'єднали їх в одну, знайшовши для сукупної вибірки характеристики розсіювання.

На основі групування дослідних даних побудували полігон та гістограму розподілу і з використанням критерію Пірсона довели, що статистичні дані підкорюються нормальному закону розподілу. Скорегувавши функцію густини розподілу на величину пластинок зі сколами отримали:



$$f(h) == 7.217 \cdot e^{-\frac{(h-0.0814)^2}{0,00284}}$$

На основі неї побудували остаточну криву розподілу (рис. 3).

Площа під кривою S_1 (до значення h_1) (рис. 7) показує відсоток пластинок, відкинутих виробництвом, які ще не відпрацювали свій ресурс.

Площа S_2 (між значеннями h_1 і h_2) (рис. 7) показує відсоток справедливо відкинутих пластинок

Площа S_3 (праворуч значення h_2) показує відсоток надмірно спрацьованих пластинок, тобто спрацювання яке може призвести

Рисунок 3. Крива розподілу величини радіального зношування пластин

до отримання браку. Значення h_1 і h_2 знаходили за нормами зношування різальних інструментів.

Отримана модель дала змогу оцінити як відсоток ймовірного браку так і відсоток пластин, що не відпрацювали свій ресурс.

Література

1. Богачов Є. В., Коробцов Є. І., Шевченко В. В. Метод підвищення достовірності діагностики стану різального інструменту при автоматизованій обробці деталей. *Вісник НТУУ «КПІ»*. 2018. Вип. 55(1). С. 72-76.
2. Зінченко Р. М. Підвищення ефективності точіння за рахунок діагностики зношування інструменту по акустичному випромінюванню : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01. Харків, 2005. 148с.
3. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів : підручник [для вищ. навч. закладів]/ М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залого, Ю.К. Новосолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. [2-е вид. перероб. і доп.] Львів : Новий світ-2000, 2011. 422 с.
4. Sonali S. Patil, Sujit S. Pardeshi, Nikhil Pradhan, and Abhishek D. Patange. Cutting Tool Condition Monitoring using a Deep Learning-based Artificial Neural Network. *Int J Performability Eng*, 2022, Vol. 18. Issue (1): 37-46. doi: 10.23940/ijpe.22.01.p5.3746
5. Кармелюк Г.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. В-во : Центр учбової літератури. 2020. 576 с.

УДК 621.9

В. В. Крупа, канд.техн. наук, доцент; Т. С. Кильба

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ
МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО
ВЕРСТАТА-АВТОМАТА

V. V. Krupa, Ph.D., Assoc. Prof., Kylba T. S.

ANALYSIS OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE MODERNIZED
MAIN MOVEMENT DRIVE ELEMENTS OF THE AUTOMATIC LATHE

Проаналізовано типи приводів головного руху верстатів-автоматів. Зважаючи, на появу нових інструментальних матеріалів, а також способів обробки, різко зросли швидкості обробки. Це зумовлює до пошуку шляхів модернізації приводів верстатів з метою підвищення частот обертання шпинделя [1]. Збільшення частот обертання призводить до появи додаткових динамічних навантажень, що вимагає додаткових досліджень елементів приводу а не тільки шпинделя.

У роботі проведено модернізацію приводу головного руху токарного верстата-автомата з збільшенням максимальної частоти обертання шпинделя до 12000об/хв. Розроблено коробку швидкостей з однією перебірною групою. Проведено міцнісні та жорсткісні розрахунки як передач так і інших елементів коробки швидкостей.

Проведено динамічний розрахунок елементів приводу головного руху [2]: розрахунки моментів інерції, податливостей пружних елементів системи, основних динамічних характеристик (рис. 1) початкових багатомасових обертальних пружних систем. Визначено власні частоти та побудовано форми коливань валів коробки швидкостей.

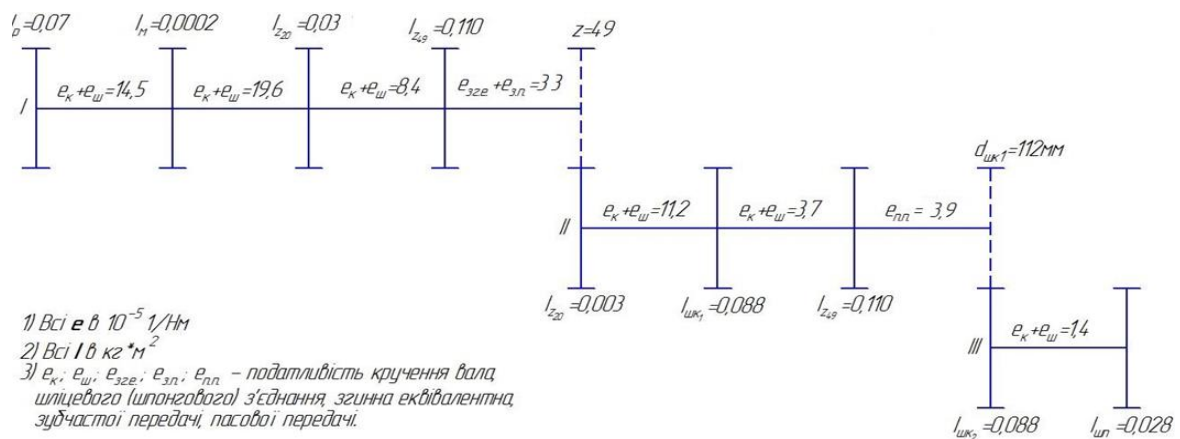


Рисунок 1. Динамічна розрахункова схема приводу головного руху верстата при частотах 2400-12000 об/хв

На основі проведених розрахунків розроблено конструкцію модернізованого приводу головного руху верстата.

Література

1. 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..
2. Ловейкін В.С. Ромасевич Ю.О. Динаміка машин.– Київ. ЦП «КОМПРИНТ». 2013. 227 с.

УДК 620.178.3

М. Ющишин, В. Гоголюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КРІПІЛЬНИХ ОТВОРІВ

M. Yushchyshyn, V. Gogolyuk

METHODS OF INCREASING THE DURABILITY OF FIXING HOLES

Встановлено, що втома стає однією з найбільших причин відмов у конструкціях літальних апаратів. З метою підвищення довговічності та стійкості до втоми конструкцій літака, розробка нових високоякісних матеріалів та оптимізація виробничих процесів стали основними завданнями авіаційної галузі. За останні кілька десятиліть отвори для кріплення в авіаційні конструкції, утворені клепаними або болтовими з'єднаннями, які потребують свердління були основною причиною втомного руйнування. Конструкції з функціональними отворами досить чутливі до втомного розтріскування під час циклічного навантаження, що призводить до втомного руйнування, яке в свою чергу впливає на загальний термін її експлуатації. Таким чином, втома довговічність кріпильного отвору тісно пов'язана з безпекою, надійність і термін служби всього літака. За статистикою, втомне руйнування кріпильних отворів становить 50-90% всіх руйнувань у літаку.

Дослідниками розроблено значна кількість різних методів для підвищення довговічності кріплення отворів, а саме: дробеструйна та лазерна обробки а також дорнування. Дробеструйна обробка змінює шорсткість поверхні, залишкові напруження та мікротвердість кріпильного отвору, однак глибина і величина залишкових стискувальних напружень мінімальна. Дробеструйну обробку важко використовувати для зміцнення невеликі отворів діаметром менше 2,5 мм.

Використання ударних хвиль наносекундними імпульсними лазерами на поверхню матеріалу призводить до малих пластичних деформацій і утворення залишкових стискувальних напружень, які можуть перешкоджати виникненню та поширенню втомної тріщини в матеріалі. На жаль, потужне лазерне обладнання відносно дороге і нестабільне, що обмежує його застосування в конструкціях літальних апаратів.

Також широко використовується технологія холодного пластичного деформування (дорнування) для кріпильних отворів елементів конструкції літальних апаратів. Дорнування передбачає проходження через отвір інструменту (дорна) та створення навколо отвору великої пластичної деформація, яка в свою чергу створює навколо нього залишкові стискаючі напруження. Ці напруження зменшують концентрацію напружень та запобігає ініціації та поширенню втомної тріщини.

У порівнянні з наведеними вище технологіями, технологія холодного пластичного деформування характеризується більшою простотою, нижчою вартістю та кращим ефект зміцнення. Дорнування може збільшити довговічність до 9 разів, залежно від рівня втомного руйнування. Тому технологія дорнування широко поширений метод підвищення втомної міцності пористих структур. Тому технологію дорнування використовується не тільки при проектуванні та виробництві літаків, але й в різних інших сферах.

УДК 620.178.3

О. Підлужний, Віт. Сенчишин, А. Кос, І. Куземський
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ЛОНЖЕРОНА РАМИ НАПІВПРИЧЕПА-КОНТЕЙНЕРОВОЗА

О. Podluzhny, Vit. Senchyshyn, A. Kos, I. Kuzemskyi
STUDY OF STRESS-STRAIN STATE OF A LONGER OF A CONTAINER SEMI-
TRAILER FRAME

Для вантажних перевезень використовують причепа та напівпричепа різної вантажопідйомності. Розвиток сучасної техніки висуває особливі вимоги до несучих систем конструкцій: високу міцність та жорсткість в експлуатованому діапазоні температур, стійкість проти впливу агресивних середовищ, а також спеціальні механічні, технологічні та експлуатаційні властивості. У зв'язку з цим, метою роботи є зменшення ваги рами методом перфорування отворів у лонжеронах із забезпеченням несучої здатності рами. Цей захід необхідний для того, щоб збільшити вантажопідйомність напівпричепа без перевищення навантаження на дорожнє полотно.

Для досягнення цієї мети було проведено перфорування лонжеронів рами (рис. 1). Із метою перевірки міцнісних характеристик здійснювали розрахунок методом скінчених елементів (МСЕ) при статичному стані рами.

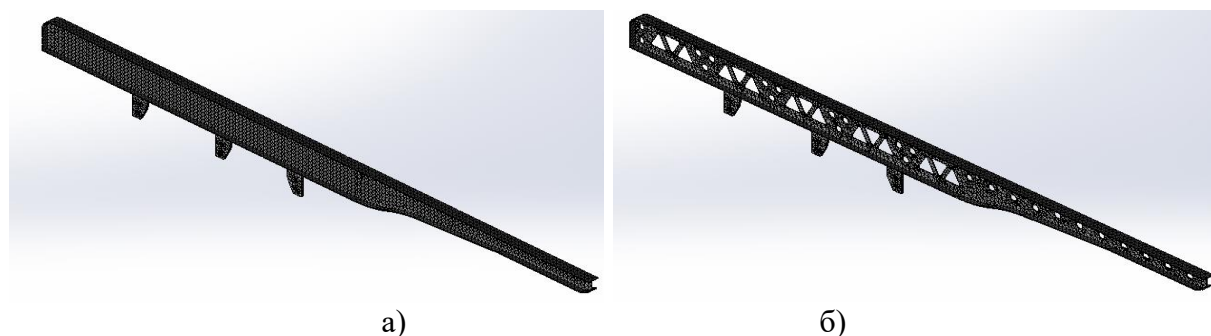


Рисунок 1 Скінчено-елементна модель: а – базова конструкція лонжерона; б – лонжерон з перфорованими отворами

Для проведення досліджень було запропоновано та розроблено 3d-модель лонжеронів, які виготовляються з суцільного перерізу та перфорованого. Статичний розрахунок на міцність та жорсткість проведено за допомогою програмного комплексу SolidWorks Simulation, що використовує метод скінчених елементів з побудовою тетраедричної сітки високої точності. Розмір сітки елементів становив 55 мм для обох варіантів (рис. 1).

Проведено розрахунок напружено-деформівного стану лонжерона методом скінчених елементів для двох випадків – суцільного (базового) і перфорованого. Аналіз результатів досліджень показує, що при застосуванні полегшеної конструкції лонжеронів (перфорованих) максимальні напруження, які виникають у порівнянні з базовим (суцільним) на 18% більші. Мінімальний запас міцності за межею текучості сталі становить 3,3. Прогин лонжеронів для двох варіантів не перевищує 1,5 мм. За результатами проведених досліджень, можна констатувати, що застосування представленого способу перфорації основних лонжеронів рами є доцільним і не призводить до значних змін їх міцнісних та жорсткісних характеристик. При цьому застосування перфорації призводить до зниження маси лонжерона на 8%.

УДК

А. О. Сачковський, М. І. Паламар, д.т.н., професор.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДИНАМІЧНА ГІРОСКОПІЧНА СТАБІЛІЗАЦІЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ПЛАТФОРМИ НЕХАРОД

A. Sachkovskiy, M.I. Palamar Dr., Prof.

DYNAMIC GYROSCOPIC STABILIZATION OF WORKING SURFACE OF HEXAROD PLATFORM

Існує багато додатків, пов'язаних з оптикою та метрологією, які вимагають стабільної робочої поверхні в нестабільному середовищі, незалежно від того, чи це середовище вібрує, у літаку, на судні в морі чи в іншому місці. За звичайних умов робоча поверхня піддається впливу навколишнього середовища. Платформи Нехарод забезпечують хорошу основу для компенсації руху в просторі.

Для забезпечення стабілізації робочої поверхні платформи Нехарод можуть використовуватись гіроскопи. Гіроскоп забезпечує зворотній зв'язок з контролером платформи Нехарод, щоб компенсувати коливання робочої поверхні платформи в реальному часі. Точність гексаподів і чутливість гіроскопів відкриває широкі можливості для користувачів, які виконують завдання, що потребують стабільного робочої поверхні в нестабільному місці.

Розглянемо дослідний приклад такої системи (рис.2), яка складається з таких елементів:

- Гіроскоп VN-300 від VectorNav (рис.1)
- ПК з встановленим ПЗ Matlab
- Система гексапод Н-840/С-887 від Physik Instrumente для імітації збурень навколишнього середовища та система гексапод Н-811/С-887 від Physik Instrumente для стабілізації.
- Кронштейни для кріплення, при необхідності



Рисунок.1. Гіроскоп VN-300 від VectorNav

Стабілізація виконується наступним чином: гексапод Н-811 з гіроскопом, встановлений на гексапод Н-840. Платформа Н-840 управляється інтегрованим генератором сигналів контролера С-887.52. Програма Matlab зчитує вихідні дані гіроскопа на платформі Н-811 і надсилає команди протидії рухам Н-840 до контролера

Н-811. Таким чином забезпечується горизонтальне положення робочої поверхні платформи Н-811.

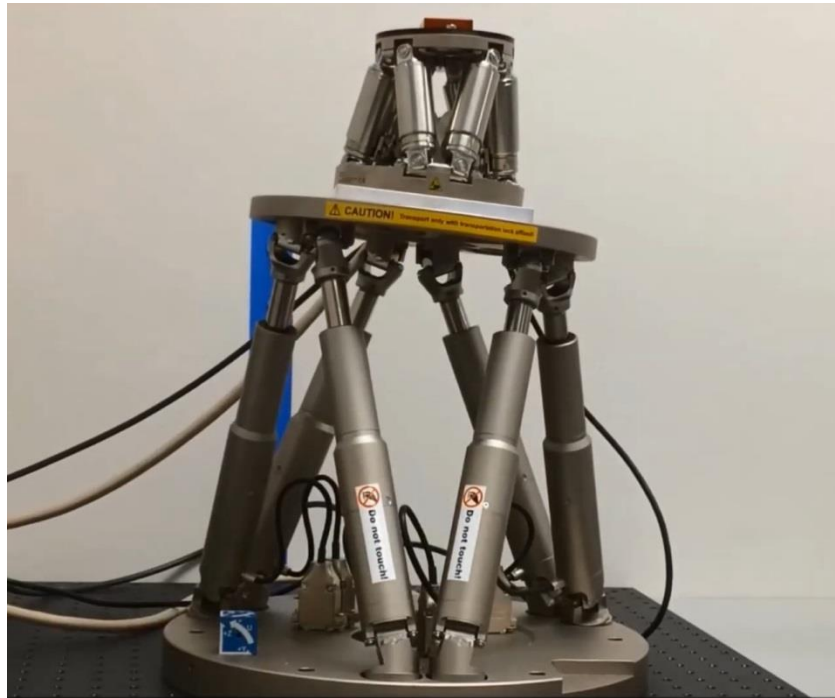


Рисунок 2. Тестовий стенд для стабілізації платформи Нехарод

Результати роботи такого стенду були надзвичайно позитивними, показуючи, що система може успішно справлятися зі складними рухами та враховувати коливання з частотою до 50 Гц.

Висновок. Таким чином поєднання цих двох технологій є надзвичайно потужним. Використовуючи переваги гнучкого керування рухом платформи Нехарод, а також здатність гіроскопів точно кількісно визначати збурення. Разом вони створюють систему, яка забезпечує майже миттєву та надзвичайно точну реакцію на коливання, працюючи в гармонії, створюючи максимально стабільний робочий простір.

Література

1. Gyroscopic Stabilization of a Hexapod 6-Axis Positioning Platform. < <https://www.pi-usa.us/en/tech-blog/gyroscopic-stabilization-of-a-hexapod/>>.
2. Hexapods and gyroscopes: the real power couple. < <https://engineering-update.co.uk/2022/10/26/hexapods-and-gyroscopes-the-real-power-couple-engineering-hexapods-gyroscopes/>> (2022, жовтень, 02).

УДК 631.332.71

Б. О. Блащак; А. В. Бабій, докт. техн. наук, професор
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПОСІБ УТВОРЕННЯ БОРОЗЕНКИ ТА ЗАРОБЛЕННЯ НАСІННЯ КАРТОПЛІ ПРИ ГРЕБЕНЕВОМУ СПОСОБІ ПОСАДКИ

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

METHOD FOR FORMATION OF FURROW AND TOP THE POTATOES TO SPRINKLE WITH EARTH AT COMB PLANTING METHOD

Природно-кліматичні зміни в Україні породили багато дискусій щодо ефективності різних видів обробітку ґрунту в конкретних умовах господарювання. Ці питання є актуальними не тільки для нашого регіону, а й у світі загалом. Особливо багато уваги приділено питанням основного обробітку ґрунту з перевертанням пласта – користь та шкода для ґрунтового середовища. І тут більшість дослідників схильні до думки, що для умов, коли немає гострої необхідності проводити оранки, то її не потрібно проводити. З іншого боку, якщо ефект від виконання цієї технологічної операції переважатиме її негативні чинники, то її виконують. Ці факти наведено з метою, щоб вказати на те, що, наприклад площі у малих підсобних господарствах після збору картоплі на наступний рік використовуються також для посадки цієї культури. Технологія збирання умовно виконала «основний обробіток ґрунту». І тому немає необхідності знову перевертати пласт ґрунту, окрім випадку, коли будемо вносити органічні добрива.

Все це зводиться до того, що навесні, перед посадкою картоплі, виконують дві або одну культивуації з боронування і висаджують картоплю. Це нормальна практика. Але часто навесні буває так, що в період підготовки ґрунту до посадки практично відсутні опади і спостерігається значна грудкуватість. Це один із негативних моментів при розкритті сошником борозенки та формуванні ложа при посадці картоплі, а також для утворення гребеня. Таку грудкувату структуру можна спостерігати і при виконанні осінньої оранки та весняних культивуаціях і навіть весняній оранці. Тому класичний підхід щодо утворення оптимальної структури ґрунту для формування ложа при посадці картоплі не завжди дає необхідний ефект. Звідси випливає, що в структурні схеми картоплесаджалок потрібно вводити додаткові елементи, які націлені усунути описані проблеми.

Проводячи дослідження в цьому спрямуванні, нами запропоновано нову структурну схему картоплепосадочної машини в частині утворення борозенки та зароблення насіння при гребеневому способі посадки.

На рис. 1 показано структурно-технологічну схему машини, на основі якої розкрито суть технологічного процесу.

Відмінність показаної схеми машини полягає в тому, що в її конструкцію введено фрезерні барабани 1 для кожної секції картоплесаджалки. Ці елементи мають за мету подрібнити підготовлений культивуацією ґрунт, забезпечивши оптимальну грудкуватість для утворення ложа при посадці бульб. Такі фрезерні барабани працюють приблизно на ширину основи утворення гребеня та на глибину до 10 см, причому у середній частині мають один ніж, який проробляє борозенку на 3-5 см глибшу від загальної глибини обробітку фрезою. Це дає можливість отримати, по перше, відмінне центрування рядків, а з іншого боку – можливість підготовки більш якісного ложа для вкладання насіння. За фрезерним барабаном 1 рухається анкерний сошник 2 з насінепроводом 3. Оскільки ґрунт перед сошником 2 є добре розпушеним, то він тільки, розсуваючи його та частково ущільнюючи в нижній частині, формує ложе куди

випадає з насінепровода 3 картоплина 4.

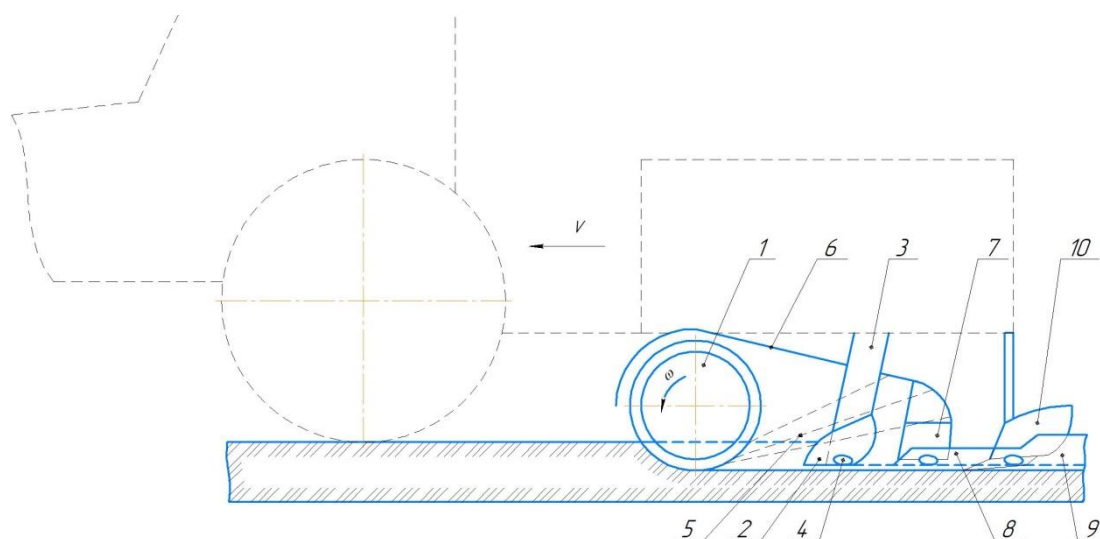


Рисунок 1. Структурно-технологічна схема картоплесаджалки

Робота фрезерного барабана 1 супроводжується відкиданням дрібних частинок ґрунту 5, які частково падають на вкладену у ложі картоплю, а частина підбивається об захисний кожух 6 і також її присипає. Крім того, в нижній частині захисного кожуха 6 є загортачі 8, які утворюють малий гребень 9, присипаючи картоплю дрібним свіжим ґрунтом, утвореним при роботі фрези. Завершує процес утворення гребеня 10 при посадці картоплі лапа-окучник 11 або це може бути дисковий окучник. Він працює у міжряддях висаджуваної культури.

Висновок. При використанні описаної структурно-технологічної схеми картоплесаджалки в частині формування посадкового ложа та зароблення насіння було отримано наступні ефекти: фрезерний барабан за принципом смугового обробітку подрібнює ґрунт, утворює центральну борозенку; анкерний сошник має мінімальний опір переміщенню, він тільки розчищає ґрунт та ущільнює його у борозенці для «підтягування» вологи – вкладає насіння; картоплина присипається у борозенці свіжим і розпушеним ґрунтом, що вилітає з-під фрези, та загортачами формується малий гребень; лапа-окучник, що остаточно формує гребень також має зменшений опір переміщенню в ґрунті, оскільки суцільний пласт смугами розпушений фрезерними барабанами.

Література

1. A. Nanka, I. Morozov, V. Morozov, M. Krekot, A. Poliakov, I. Kiralhazi, M. Lohvynenko, K. Sharai, A. Babiy, M. Stashkiv. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4. No. 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. P. 33 – 45.
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. Блащак Б.О., Бабій А.В. Багатофункціональна мінікартоплесадочна 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. Блащак Б.О., Бабій А.В. Дослідження ефективності роботи картоплесадочних 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 631.353.7

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

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ У ПРОЄКТУВАННІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

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

JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY IN DESIGNING A MULTIFUNCTIONAL ROTARY WORKING TOOL

Виробництво сільськогосподарської продукції у приватному секторі чи дрібних фермерських господарствах потребує підвищення рівня механізації. Із-за відсутності необхідної техніки виробники опускають окремі технологічні операції при реалізації технології вирощування тої чи іншої культури. Низьке ресурсне забезпечення господарства призводить до забур'янення площ, зниження рівня урожайності культури та значного підвищення трудомісткості окремих операцій.

Наприклад, на рис. 1 показана площа перед викопуванням картоплі.



Рисунок 1. Забур'янена площа картопляного поля

Тут видно, що стеблистий бур'янів значно перевищує основну культуру – картоплю. Жодна картоплезбиральна машина не буде ефективно працювати на такій площі і, навіть при викопуванні картоплі ручним способом тут не впоратись. Тому на такій площі необхідно видалити бур'яни та залишки гички картоплі. Зазвичай, при низькому рівні механізації, це виконують ручними чи мотокосами, рис. 2.

На рис. 2, а показаний інструмент для видалення такої рослинності за способом безпідпiрного зрiзу. Мотокоса (тример) полегшує трудомісткий процес видалення такої рослинності. При скошуванні стебла подрібнюють і їх не потрібно додатково прибирати з поля (рис. 2, б). Проте, при такій густоті стеблестою цей процес, все ж таки, має значні затрати фізичної праці, що часто стає причиною зменшення посівних площ у господарстві, забирає стимул нарощувати розвиток виробництва сільськогосподарської продукції.



Рисунок 2. Видалення бур'янів та гички картоплі мотокосою

Трудомісткість описаного процесу видалення «зайвої» рослинності різко знижується, якщо цей процес механізувати на вищому рівні.

Мова йде про те, що тут буде досить ефективною ротаційна машина типу мульчера. Бильні робочі органи якого налаштовані таким чином, щоб добре описувати поверхню поля за контурами фактичних гребенів картопляної грядки. Це необхідно для того, щоб не відбувалося пошкодження бульб, які знаходяться під невеликим ґрунтовим покривом. Крім того, частота обертання ротора має забезпечувати необхідну колову швидкість точок ножів чи інших конструктивних елементів, які контактують з рослинністю та видаляють її. Оскільки поверхня поля має гребенеподібну форму, то довжини бильних елементів будуть різними, а отже і їх колові швидкості будуть відрізнятися. Цей момент потрібно врахувати при проектуванні ротаційного робочого органу, в даному випадку, мульчера.

Такого типу машина повинна у господарстві виконувати не тільки одну технологічну операцію, а бути багатофункціональною. Виходячи з таких міркувань, вал робочого органу повинен забезпечувати різні діапазони кутових швидкостей та можливості передавати відмінні крутні моменти. За таких умов дану ротаційну машину можливо буде використовувати як мульчер, а при зміні робочих органів, пониженні частоти обертання ротора та збільшенні передаваного ним крутного моменту – в якості ґрунтообробної фрези.

Такий підхід дозволить вирішити багато трудомістких задач, що виникають у такого роду господарствах: від знищення бур'янів до поверхневого фрезерного обробітку ґрунту. Окреслена проблематика і лягає в основу започаткованих досліджень при поєднанні описаних процесів.

Література

1. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проектування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 144 с.
2. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Миколаєвич А.Р. Дослідження процесу роботи енергозберігаючого ґрунтообробного робочого органу. *Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 28-29 листопада 2018 року.* Т.: ТНТУ, 2018. Том 1. С. 46.

УДК 631.348

Б. Б. Левицький¹; В. А. Бабій²

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

(²Національний університет «Львівська політехніка», Україна)

СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ ШТАНГИ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБПРИСКУВАЧА

V. Levytskyi; V. Babii

BAR STABILIZATION SYSTEM OF A COMPACT SPRAYER

Хімічний захист рослин став невід’ємною технологічною операцією майже у будь-якій технології вирощування сільськогосподарських культур. Проте, якщо говорити про невеликі підсобні господарства, то не кожне з них має у своєму розпорядженні навісний чи причіпний тракторний обприскувач. Причин цьому є багато. Одна з них – невідповідна продуктивність обприскувача та величина площі обробки. Тобто при земельному наділі підсобного господарства 2-3 га орної землі ніхто не буде купувати високопродуктивний тракторний обприскувач, коефіцієнт його використання буде низьким і він себе не окупить. Такі господарства орієнтуються на мінітехніку. Серед пропозицій на ринку сільськогосподарських машин є великий вибір навісних обприскувачів на мінітрактори, набагато менше – причіпних машин і практично відсутні самохідні мініобприскувачі. Про ранцеві обприскувачі тут мови не ведемо.

Кожен з наведених типів обприскувачів має свої переваги та недоліки. Наприклад, навісні мініобприскувачі, найперше, потребують мінітрактора, який не у кожному господарстві є. Крім того, навішування на мінітрактор зменшує можливості застосування такого обприскувача: неможливо у широкому діапазоні змінювати ширину колії при міжрядних обробках культур; змінювати або забезпечити необхідну величину кліренсу у відповідності до біологічного розвитку культур; у таких обприскувачах практично відсутня система стабілізації штанги, що погіршує якість нанесення робочого препарату на оброблювану площу і т.д.

Поступово у своїх дослідженнях намагатимемося знайти раціональні рішення поставлених задач.

Що стосується системи стабілізації штанги, то у даній роботі наведемо рішення, яке реалізоване в принциповій схемі розробленого малогабаритного обприскувача, рис. 1.

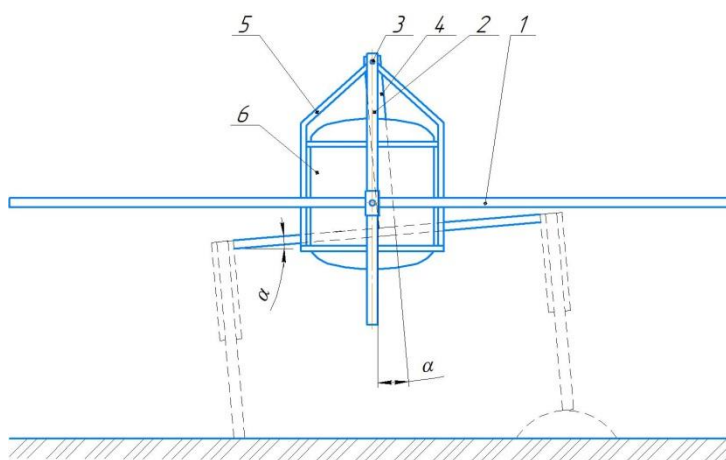


Рисунок 1. Принципова схема системи стабілізації штанги

Особливість наведеної конструкції системи стабілізації штанги полягає у тому, що додатково збільшеною масою штанги виступає бак з робочою рідиною або без неї,

які разом шарнірно закріплені на рамі обприскувача і утворюють фізичний маятник, а по відношенню до системи стабілізації – динамічний гасник коливань штанги.

Опишемо роботу такої системи. В залежності від біологічного розвитку рослин, які підлягають, наприклад хімічному захисту, начіпну штангу 1 горизонтально встановлюють на заданій висоті над оброблювальною поверхнею, переміщуючи та фіксуючи її на вертикальній направляючій 2. При виконанні технологічного процесу штанговий обприскувач рухається зі швидкістю V польовими нерівностями, які збурюють коливання начіпного обладнання, зокрема начіпної штанги 1, у поперечно-вертикальній площині. Кінематичне збурення передається від шасі обприскувача, якщо розглядати варіанти причіпного чи самохідного обприскувачів або шасі енергозасобу у варіанті начіпного обприскувача на основну раму 4, яка змінює своє положення у цій же площині, відхиляючись на кут α , а відповідним чином і на начіпну штангу 1, провокуючи її коливання. Але за рахунок того, що вісь 3 шарнірно приєднана до основної рами 4 та має нерухомо приєднану рамку 5 із вмонтованим баком 6 (коливання рідини в середині бака не розглядаємо, вважаємо, що там є заспокоювачі), центр ваги яких значно віддалений від осі 3 їх обертання, що разом дозволяє утворити фізичний маятник, який завжди буде прагнути займати вертикальне положення, тоді і вертикальна направляюча 2 займе вертикальне положення, а начіпна штанга 1 зберігатиме горизонтальне положення.

Звідси випливає, що при русі обприскувача польовими нерівностями і збуренні коливань у поперечно-вертикальній площині начіпна штанга 1 зберігатиме горизонтальне положення, що дозволить витримати більш сталою відстань до об'єкту обробки і тим самим значно підвищить якість технологічного процесу обприскування рослин. Крім того, стабільне горизонтальне положення начіпної штанги 1 зменшить динамічні перевантаження, що дозволить підвищити ресурс її роботи у порівнянні з базовим варіантом.

Література

1. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12.
2. Бабій А.В. Дослідження впливу горизонтальних коливань штанги на рівномірність обприскування. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників. Умань: ВПЦ «Візаві», 2020. С.121-123.
3. Бабій А.В., Дзюра В.О., Головецький І.В. Дослідження впливу вертикальних коливань штанги обприскувача на рівномірність обприскування. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки. 2022. Вип. 5(36)_I. С. 216-226.
4. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.
5. Бабій А.В., Левицький Б.Б. Підвищення ефективності хімічного захисту рослин при використанні міні обприскувачів. 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.158-159.
6. Бабій А.В., Левицький Б.Б., Гамрач В.О. Норма внесення робочого препарату як чинник ефективності хімічного захисту рослин. Інноваційні технології в АПК: збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції, 7-8 червня 2023 р., м. Луцьк [Електронний ресурс] – Луцьк: ЛНТУ, 2023. С.5-6.

УДК 621.177; 621.314

І. Р. Димон; В.І. Яцик; Л.Г. Бодрова, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРКАСНИХ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

I.R. Dymon; V.I. Yatsyk; L.H. Bodrova, Ph.D. Assoc.Prof.

CONSTRUCTIONAL SPECIFICATIONS OF FRAMEWORK SYSTEMS OF INDUSTRIAL BUILDINGS

За конструктивною схемою, промислові будівлі поділяються на три типи: каркасні, безкаркасні та будівлі з неповним каркасом. У безкаркасних одноповерхових будівлях з несучими стінами розміщують невеликі цехи з прольотами до 12 м, висотою не більше 6 м та кранами з вантажопідйомністю до 5 т. В місцях обпирання кроквяних конструкцій стіни зміцнюють пілястрами. Багатоповерхові безкаркасні будинки рідко будують [1].

Основний тип конструктивної схеми промислової будівлі - це каркасна схема. Це пояснюється наявністю великих концентрованих навантажень, ударів та струсів від технологічного та кранового обладнання, суцільного або стрічкового скління в багатьох промислових будівлях. Каркас одноповерхової промислової будівлі складається з поперечних рам, об'єднаних плитами покриття, зв'язками, підкροквяними конструкціями та іншими елементами в межах температурного блоку.

Поперечні рами мають колони та кроквяні конструкції (ригелі). З'єднання ригеля з колонами може бути жорстким або шарнірним, а з'єднання колон з фундаментами - жорстким. Шарнірне з'єднання ригелів з колонами дозволяє їхню незалежну типізацію.

У каркасних будівлях всі вертикальні та горизонтальні навантаження несе каркас, а стіни (самонесучі, навісні та іноді підвісні) виконують роль огорожі. Каркасна конструктивна схема забезпечує вільне планування приміщень, максимальну уніфікацію збірних елементів і економічне рішення для одно- і багатоповерхових будівель. Такі будівлі можуть мати два або більше прольотів, кранів з невеликою вантажопідйомністю, іноді проектується з неповним каркасом, при цьому пристінні колони відсутні, а зовнішні стіни виконують несучі та огорожувальні функції [2].

Література

1. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023).
2. Банько В.Г. Будівлі, споруди та обладнання туристських комплексів: Навчальний посібник. 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: Дакор, 2008. — 328 с.
3. Семчук, А-А., Галина Михайлівна Крамар, and Михайло Іванович Гудь. "Моделювання роботи залізобетонного каркасу громадської будівлі при багатофакторному розрахунку." 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): 51-53.

УДК 621.177; 621.314

М. В. Луців; Б. І. Цубера; І. В. Янківський; М.І. Гудь, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РАМНО-КАРКАСНИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

M.V. Lutsiv; B.I. Tsubera; I.V. Yankivskyi; M.I. Hud, Ph.D.

CONSTRUCTION FEATURES OF BOX-FRAME INDUSTRIAL BUILDINGS

Для оцінки конструктивних рішень несучих елементів промислових будівель, як правило розглядається три різновиди конструкцій: балкова, арочна та рамна схеми. Крок між несучими елементами, переважно, становить 12 метрів для всіх варіантів за замовчуванням. Габарити кожної конструкції визначено так, щоб утворювався вільний простір, що дозволяє розмістити в ньому необхідне обладнання з дотриманням усіх необхідних вимог [1].

Балкова конструкція складається з поперечної рами, яка формується таким чином:

Стійки представлені двогілковими або однігільковими колонами, які жорстко закріплені на торцях рами та шарнірно фіксуються в площині рами. Вони забезпечують стійкість каркаса у вертикальній площині за допомогою вертикальних зв'язок, які утворюють жорсткі стійкі блоки в торцях будівлі.

Ригель складається з ферми. Висота ригеля на опорі та в прольоті підбираються відповідно до загальних рекомендацій (1/10)l. Крім того, обпирання на колони виконується шарнірно.

При арочній схемі, арка представляє собою гратчасту конструкцію з постійним висотним перерізом, який був вибраний відповідно до загальних рекомендацій (1/24)·l. Для статичної робочої схеми арки використовують тришарнірну арочну конструкцію, щоб зменшити чутливість конструкції до температурних впливів та осідання опор. Якщо, арка прийнята без затяжки, то розпір передається на фундамент. Стійкість споруди у площині арки, так само як і в першому варіанті, забезпечується двома зв'язковими блоками в торцях будівлі.

В рамній системі каркас складається з двошарнірної рами змінної жорсткості. Стійкість будівлі в площині рами забезпечена двома зв'язковими блоками на торцях будівлі. Оскільки перерізи елементів рами є невід'ємною частиною конструкції і не можуть бути автоматично визначені програмним комплексом, розрахунок виконується за допомогою кількох ітерацій. Спочатку проводиться попередній розрахунок рами, розглядаючи її як раму з постійною жорсткістю, для визначення значень згинальних моментів та вибору відповідних параметрів перерізу. Початково висота перерізу визначається згідно загальних вимог, наприклад, для ригеля вона може складати (1/28)·l [2].

Література

1. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023).
2. Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В.: в 5-ти кн. – кн. 5. Архітектура будівель та споруд. Книга 5. Промислові будівлі: підручник / Під ред. Гетун Г. В. – Кам'янець-Подільський.: Рута, – 2020 р. – 816 с.

УДК 621.177; 621.314

К. М. Мельникова; В.І Щавурський; М.І. Гудь, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНЕ ВЛАШТУВАННЯ ПЕРЕКРИТТЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

К.М. Melnykova; V.I Shchavurskyi; M.I. Hud, Ph.D.

STRUCTURAL CONSTRUCTION OF SLABS FOR PUBLIC BUILDINGS

Залізобетон провірений часом конструкційний матеріал, як завдяки своїм фізико-механічним характеристикам і вартості є одним із ключових напівфабрикатів при зведенні будівель і споруд.

Конструктивно плити перекриття розділяють на наступні типи:

- а) монолітне безбалкове перекриття;
- б) монолітне балкове перекриття;
- в) збірне перекриття.

Плита перекриття виготовлена із гладкого залізобетону та опирається безпосередньо на колони, що мають капітелі. Капітелі забезпечують надійне з'єднання плити з колонами, підвищуючи її несучу здатність і міцність проти деформацій. Монолітні безбалочні плити армуються за допомогою плоских або ролонних зварних сіток, тоді як капітелі колон зазначаються з погляду конструкційної надійності [1].

Монолітне балкове перекриття це перекриття, що опирається на балки які, в свою чергу, підтримуються колонами. Балки виступають як несучі елементи структури будівлі і можуть розташовуватися як вздовж, так і впоперек будівлі, а також в обидва напрямки одночасно. Розміри балки обчислюються на підставі розрахунків і прямо залежать від відстані між колонами будівлі: чим більша відстань, тим більший переріз балки.

Загальна конструкція збірного перекриття складається з окремих бетонних плит, з'єднаних разом.

Збірні залізобетонні плити збираються безпосередньо на будмайданчику із заводських деталей.

Переваги:

- висока швидкість установки;
- довговічність експлуатації та висока надійність;
- простий монтаж;
- висока шумоізоляція.

Недоліки[2]:

- менша жорсткість порівняно з монолітним перекриттям;
- не завжди можливо придбати готові плити потрібного розміру;
- наявність зазору між плитами;
- необхідність застосування вантажопідйомних засобів.

Література

1. Конончук ОП, Лучко ЙЙ. Конспект лекцій з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. Частина 1.
2. Kononchuk O, Iasnii V, Lutsyk N. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. Procedia Structural Integrity. 2022 Jan 1;36:177-81.

УДК 621.177; 621.314

Д. С. Грушкевич; Пізніур М. І.; Я. М. Тулайдан; Д. Я. Баран, к.т.н.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

D. S. Hrushkevych; Pizniur M. I.; Ya. M. Tulaidan,; D. Ya. Baran, Ph.D.
STRUCTURAL FEATURES OF HIGH-RISE BUILDINGS

Один із ключових аспектів у процесі проектування, будівництва та експлуатації висотних будівель полягає у гарантуванні їхньої міцності, надійності та безпеки [1]. Кожен висотний об'єкт є складною конструктивною системою, що включає в себе значну кількість інженерних комунікацій високої технічної складності [2].

При проектуванні висотних будівель використовують різноманітні конструктивні схеми, що складаються з вертикальних елементів (колон, стін, ядер, діафрагм тощо) та горизонтальних компонентів (перекриття, покриття, балки, розкисні пояси та інші). Горизонтальні несучі структури висотних споруд зазвичай мають однотипний характер і часто представляють собою жорсткий залізобетонний диск, який може бути монолітним, збірно-монолітним або збірним. Ці горизонтальні конструкції приймають вертикальні та горизонтальні навантаження і передають їх на несучі елементи та фундаменти [3].

Для зменшення впливу вітрових сил вибирають оптимальну аеродинамічну форму будівлі, таку як циліндрична, пірамідальна або призматична. Конструкції висотних будинків мають свою унікальну специфіку, яка в значній мірі впливає на планування об'єму та архітектурно-конструктивні рішення.

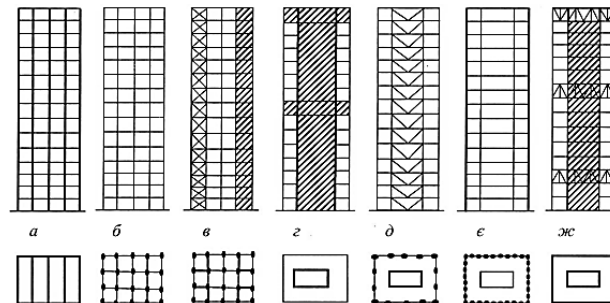


Рисунок 1. Конструктивні системи висотних споруд: а – з поперечними несучими стінами; б – рамно-каркасна; в – каркасна з діафрагмами жорсткості; г – стовбурна; д – каркасно-стовбурна; е – коробчаста; ж – коробчато-стовбурна [3]

Література

1. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023).
2. Г.В.Кузьміна. КОНСТРУКТИВНА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИСОТНИХ СПОРУД / Г.В.Кузьміна. // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2010. – №23. – С. 369–374.
3. Pershakov, V., Bieliatynskiy, A., Bilyk, S., Bakulin, Y., Pylypenko, O., Bolotov, G., Akmalidnova, O., Martynenko, I., & Rezyuk, O. (2020). STRUCTURAL SYSTEMS OF HIGH-RISE BUILDINGS. Proceedings of National Aviation University, 83(2), 54–62. <https://doi.org/10.18372/2306-1472.83.14644>

УДК 621.177; 621.314

О. М. Цвігун; Н. І. Риндич; В. Б. Ігнат'єва, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ВАНТОВИХ СИСТЕМ

О. М. Tsvihun; N. I. Ryndych; V. B. Ihnatieva, Ph.D. Assoc.Prof.

PECULIARITIES OF THE OPERATION OF ROPE SUSPENSION SYSTEMS

Вант - це гнучкий сталевий трос, який використовується для закріплення підвісних конструкцій. Він може бути представлений як окремі або зібрані в пучки сталеві канати чи троси, а також у вигляді арматури або арматурних стержнів. Ванти використовуються як підвіски у конструкціях підвісних (вантових) мостів, спорудах з підвісними поверхнями та в вантових мережах висячих великопрогонових покриттів. Термін "ванти" зазвичай використовується для опису відкритих підвісок висячих конструкцій[1].

Інженер Джон Роблінг (1806–1869), народився в Німеччині та працював у США, винахідник сталевих тросів в якості вант, узагальнив європейський досвід будівництва підвісних мостів. У 1841 році він розпочав виробництво вант на своєму підприємстві в місті Саксонбург, штат Пенсильванія, США. З 1844 року він почав проектувати та будувати вантові мости у США, включаючи найвідоміші серед них - міст через річку Ніагара в штаті Нью-Йорк (1851–1855) та Бруклінський міст у місті Нью-Йорк (споруджений від 1867 до 1883 року за участю його сина інженера Вашингтона Роблінга (1837–1929), що став національною історичною пам'яткою США з 1964 року). [2]

Споруди з вант вражають уяву грандіозністю і масштабами, а також технічними характеристиками:

- міцність і довговічність матеріалів;
- низька матеріаломісткість;
- безпеку споруд;
- економічність;
- легкість і хороша транспортабельність елементів;
- можливість створення довгих безопорних прольотів.

Література

1. Мещерякова, О. М. "Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»." Тернопіль: ФОП Паляниця ВА (2023).
2. Мардер А. П., Євреїнов Ю. М., Пламєницька О. А. та ін. Архітектура: короткий словник-довідник. Київ: Будівельник, 1995. С. 56
3. Ігнат'єва, В. Б., & Гудь, М. І. (2021). Особливості роботи профільних виробів з композиційних матеріалів у будівельних конструкціях, розташованих в сейсмічних районах. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика, (20), 19-25.

УДК 621.177; 621.314

А. Г. Лупиніс; М. Р. Франків; Я. О. Ковальчук, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ВЕЛИКОПРОЛІТНИХ ПРОСТОРОВИХ ФЕРМ ПОКРИТТІВ

A. H. Lupynis; M. R. Frankiv; Ya. O. Kovalchuk, Ph. D., Assoc.Prof.

FEATURES OF LARGE-SPAN SPATIAL ROOF TRUSSES

Великопролітні просторові ферми покриття часто застосовують для сучасних промислових та громадських будівель, таких як спортивні зали, палаци спорту, а також будівлі супер- та гіпермаркетів, можуть бути спроектовані у формі площинних або просторових конструкцій, залежно від характеру їх статичної роботи [1]. В площинних конструкціях всі елементи працюють автономно, зазвичай в одному напрямку, і не беруть участь в роботі з іншими з'єднаними конструкціями. З іншого боку, у просторових конструкціях всі або більшість елементів працюють спільно в обох напрямках. Це спільне функціонування підвищує жорсткість і несучу здатність конструкції, а також зменшує витрати матеріалів на її зведення.

Поряд із найдавнішими стрижневими стійко-балочними системами каркасних будинків, з середини ХХ століття були впроваджені просторові перехресні стрижневі системи. Просторові перехресні стрижневі системи складаються з елементів, таких як ферми або балки, розташованих під кутом 90 або 60 градусів одне до одного, утворюючи прямокутну, трикутну або діагональну сітку. Взаємодія цих елементів утворює спільну просторову конструкцію, що значно підвищує її жорсткість. Порівняно зі звичайними конструкціями з окремих плоских елементів, використання перехресних стрижневих систем дозволяє зменшити конструктивну висоту покриття більш ніж удвічі. Застосування таких систем є найбільш ефективним для покриття приміщень з квадратним, круглим чи багатокутним плануванням відношенням сторін від 1:1 до 1:1,25 [3]. Для розподілу навантаження на основні прольоти рекомендується використовувати консольні звіси у перехресних покриттях з довжиною від 0,20 до 0,25 від основного прольоту [2].

Існують дві основні категорії перехресних конструкцій: перехресно-ребристі та перехресно-стрижневі системи. Перехресно-ребристі системи можуть бути зведені з металевих, залізобетонних бачок або дерев'яних дощок. З іншого боку, перехресно-стрижневі конструкції головним чином виготовляються з металу та представляють собою системи з двох або чотирьох плоских гратчастих дисків. Ці диски розкріплені у двох напрямках за допомогою похилих стрижнів, утворюючи ряд ідентичних пірамід з вершинами вниз, причому стрижні розкріплені нижнім гратчастим диском.

Література

1. Ковальчук, Ярослав Олексійович, Наталія Ярославівна Шингера, and Я. 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. https://stud.com.ua/27013/tovarovnavstvo/velikoprolitni_pokrittya
3. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.

УДК 621.177; 621.314

А. Ю. Кобзар; Н. Л. Козачевський; Х-Л. Р. Каспрук; В. П. Ясній, д.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ АУТРИГЕРНИХ ПОВЕРХІВ НА СТІЙКІСТЬ КАРКАСУ ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ

A. Yu. Kobzar; N. L. Kozachevskyi; Kh-L. R. Kaspruk; V. P. Iasnii, Dr.S., Assoc.Prof.
**INFLUENCE OF OUTRIGGER STAGES ON THE STABILITY OF THE FRAME OF
A HIGH-RISE BUILDING**

Будівництво, подібно до інших галузей промисловості, може стикатися з можливістю виникнення аварійних ситуацій. Окрім техногенних факторів, таких як вибухи, пожежі, транспортні аварії, падіння кранів, локальні перевантаження конструкцій, помилки у проектуванні, недбалість будівельників і інші, також існують природні чинники, такі як сейсмічна активність, утворення карстових провалів у фундаменті будівель, зсуви, урагани і інші, які можуть призвести до часткового або повного зруйнування будівлі. Також важливо відзначити, що врахування та дотримання всіх вимог нормативних документів не завжди гарантує необхідний рівень надійності будівлі. Норми встановлюють лише мінімальний рівень безпечної експлуатації та тривалості конструкцій, використовуючи комплекс коефіцієнтів, які на сьогодні залишаються емпіричними [1].

Існують три основні категорії методів для запобігання або зменшення наслідків прогресуючого руйнування: другорядні заходи (введення додаткових захисних заходів, які загалом не призводять до збільшення стійкості конструкції), дотичне або не пряме проектування (грунтується на мінімальних вимогах до конструкцій з метою захисту від прогресуючих руйнувань) та пряме проектування. Пряме проектування, в свою чергу, розділяється на метод локальної протидії і метод можливих пошкоджень.

В якості методу, що дозволяє захистити каркасну будівлю від обвалення без значного збільшення витрат матеріалів, пропонувалося використовувати жорсткі блоки (аутригерні поверхи).

Використання аутригерних поверхів, що виготовлені у вигляді залізобетонних діафрагм, призводить до значного зниження напружень в плиті перекриття. Таким чином, використання аутригерних поверхонь суттєво зменшить рівень напружень [2].

Література

1. ДБН В.1.2-14:2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд
2. ПЕРШАКОВ, Валерій Миколайович; ЛИСНИЦЬКА, Катерина Миколаївна. Розрахунок і оцінка надійності будівель з урахуванням ризиків прогресуючого обвалення. 2014.

УДК 692

А. Я. Кутень

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

A. Kuten

ANALYSING STRUCTURAL SOLUTIONS OF LOAD-BEARING STRUCTURES FOR A MULTI-STOUREY BUILDING

В процесі проектування будинку розглядають кілька варіантів конструктивних рішень несучих конструкцій, щоб знайти найкраще рішення.

Багатоповерховий житловий будинок може бути виконаний в трьох варіантах несучих конструкцій:

1. Монолітний каркас з ригелями у двох напрямках і монолітне перекриття. Зовнішня стіна – кладка із звичайної глиняної цегли з утеплювачем (рис. 1).

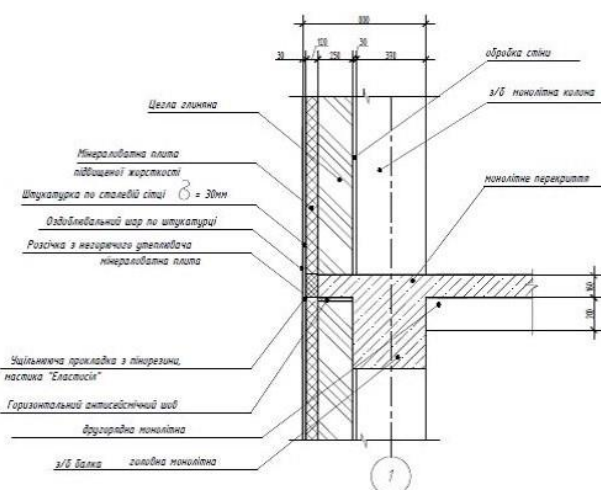


Рисунок 1. Каркас монолітний

2. Каркас збірний (безригельний), із збірного залізобетону. Внутрішні перегородки зі звичайної глиняної цегли. Зовнішня стіна – кладка із звичайної глиняної цегли з утеплювачем (рис. 2).

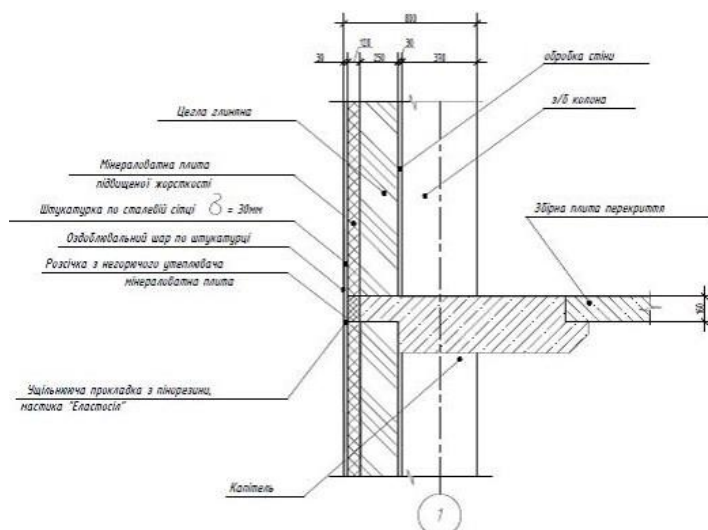


Рисунок 2. Каркас збірний

3. Перехресно-стінова конструктивна система з несучими поперечними і поздовжніми вертикальними стінами - діафрагми жорсткості. Зовнішні стіни виконані з монолітного залізобетону з облицюванням звичайною глиняною цеглою з утеплювачем, внутрішні стіни з монолітного залізобетону (рис. 3).

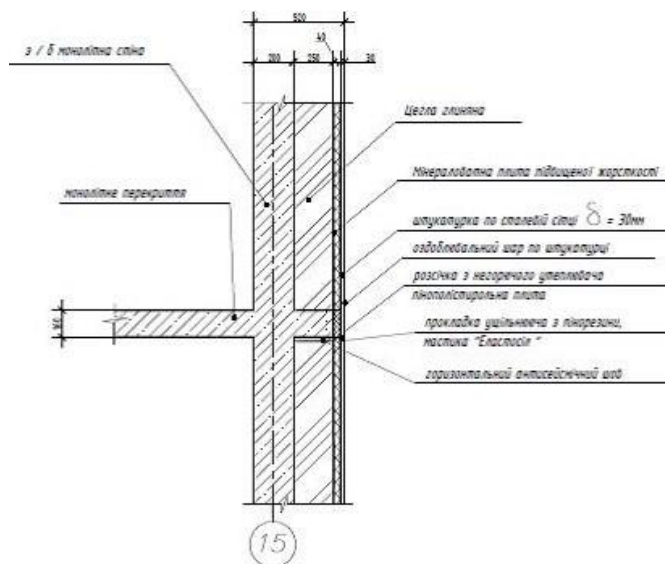


Рисунок 3. Безкаркасна конструктивна схема

Для прийняття рішення про найбільш ефективний варіант несучої конструкції було розраховано сумарний економічний ефект. Проведений аналіз показав, що з економічної точки зору найбільш ефективною є конструктивна система з несучими поперечними і поздовжніми вертикальними стінами.

Література

1. Ігнат'єва В.Б. Особливості роботи профільних виробів з композиційних матеріалів у будівельних конструкціях, розташованих в сейсмічних районах. [Текст] / В.Б. Ігнат'єва, М.І. Гудь // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: зб. наук. праць. – Дніпро. – 2021. – № 20. – С. 19 – 25.
2. Мариновський В.М. Застосування монолітних багатопустотних перекриттів у громадських будівлях / В.М. Мариновський, М.І. Гудь, Г. М. Крамар// Актуальні задачі сучасних технологій: IX міжнар. науково-техн. конф., 25–26 листопада 2020 р., Тернопіль: тези доповідей. Тернопіль: ТНТУ, 2020. С. 94.
3. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів посилення залізобетонних будівельних конструкцій / В.Б. Ігнат'єва, Н. В. Шинкляр // Логос: collection of scientific papers with proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Scientific discoveries: projects, strategies and development, 25 October 2019, Edinburgh, Scotland, UK. - European Scientific Platform, 2019. - Vol. 3. – С. 128-130.
4. Ковальчук Я. О. Конструювання вузлів зварних ферм із використанням ПК ANSYS / Я.О. Ковальчук, Н.Я. Шингера, М. Басара // Вісник ТНТУ. - Т. : ТНТУ, 2017. - Том 85. - № 1. - С. 47–52.
5. Ігнат'єва В. Б., Білінський В. М., Бень В. М., Скакун Д. В. Використання деформаційної моделі при розрахунку несучих конструкцій будівель і споруд. / В.Б. Ігнат'єва, В.М. Білінський, В.М. Бень, Д.В. Скакун. Актуальні задачі сучасних технологій: VII міжнар. науково-техн. конф., 28–29 листопада 2018 р., Тернопіль: тези доповідей. Тернопіль: ТНТУ, 2018. Т. 1. С. 94.

УДК 536.24 : 536.33 : 697.133

М. І. Гомелюк, В. Б. Каспрук, к.т.н, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЛІ

M. Gomelyuk, V. Kaspruk, Ph.D., Assoc. Prof.

DETERMINATION OF THERMAL INSULATION PROPERTIES OF A BUILDING

Головний документ в Україні, який регламентує вимоги до енергоефективності вікон це ДБН В.2.6 - 31:2016 "Теплова ізоляція будівель", останнє оновлення якого вступило в дію у 2017 році.

Яка ж основна мета цього документу – заохотити будівельників та населення нашої країни активніше впроваджувати енергоефективні технології. В свою чергу, це призведе до збільшення матеріальних витрат на закупівлю енергоефективних конструкцій, але надалі власники квартир чи будинків, отримують можливість заощадити на комунальних платежах та швидко повернути витрачені кошти. Щоб придбання виявилось максимально вигідним, необхідно ще на етапі замовлення правильно розрахувати коефіцієнт опору теплопередачі вікон.

Від чого залежать теплові втрати у будинку.

Зменшення температури у приміщеннях спричиняють різні фактори. Втрата тепла більшою чи меншою ступені відбуваються через стіни, стелю, вентиляцію, підлогу. Це безперервний та неминучий фізичний процес теплообміну. Однак від 10 до 20 % тепловтрат відбувається через віконні отвори. Якщо холодного дня прикласти руку до однокамерного склопакету зі звичайним склом, можна відчутти холод, так як чим нижча температура поверхні скла, тим вища теплопровідність металопластикових вікон та інтенсивніший процес енергообміну між вулицею та приміщеннями.

При теплозабезпеченні об'єктів житлово-комунального комплексу до 40% марних витрат теплоти припадає на використання її в будівлях. Технічний стан більшості існуючих будівель та енергетичних систем не дозволяє забезпечувати необхідний рівень енергетичних характеристик будівель. Витрати теплоти на опалення приміщень в Україні можуть бути суттєво скорочені через влаштування теплоізоляції огорожувальних конструкцій (вікна, стіни, дах) будівель. Одним з варіантів вирішення проблеми енергозбереження є підвищення енергоефективності будівель та споруд, а саме: застосування комплексу заходів для покращення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівель, а також проведення модернізації існуючих інженерних систем, що забезпечують необхідний тепловий комфорт.

Основні зовнішні фактори, що визначають теплопередачу через огорожувальні конструкції - це температура повітря $T_{зов}$, швидкість вітру $v_{зов}$ і інтенсивність сонячної радіації q_s . Ці характеристики тяжко передбачувані для конкретної доби конкретної місцевості, тому, якщо немає приватної інформації, слід орієнтуватися на середньомісячні показники, які наводяться в кліматичних довідниках для території України.

Газові прошарки широко застосовуються в різних пристроях як теплоізолятори. Основною причиною цьому стали низькі коефіцієнти теплопровідності газів в порівнянні з твердими матеріалами. Якщо звернутися до будівельної практики, то відношення теплопровідності повітря і цегли складе:

$$\frac{\lambda_{пов}}{\lambda_{цег}} = \frac{0,025}{0,67} = 0,0375$$

де: λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт /м·К.

$\lambda_{пов}$ – коефіцієнт теплопровідності повітря;

$\lambda_{цег}$ – коефіцієнт теплопровідності цегли.

А отже, теплопровідна здатність повітря майже в 30 разів менша від теплопровідності цегли. Однак гази відносяться до легкорухомих і прозорих середовищ, в яких переніс тепла здійснюється не тільки молекулярною теплопровідністю, але і конвекцією і випромінюванням, що істотно знижує тепловий опір газового шару.

Камери склопакетів можуть бути заповнені: - повітрям без вологи; - інертним газом (аргон — Аг, криптон — Кг, ксенон — Хе, або їх сумішами). Допускається за узгодженням виробника зі споживачем виготовляти склопакети з чотирьох та більше плоских листів скла, а також встановлювати декоративні рамки всередині склопакетів.

До сучасних енергозберігаючих склопакетів можна віднести:

- склопакети з м'яким низькоемісійним покриттям, його ще називають Low-E, або і-покриття (покриття з нанесеними на поверхню скла оксидів іонів срібла);
- склопакети з твердим к-покриттям (покриття з нанесеними на поверхню скла іонами олова);
- склопакети з енергозберігаючою плівкою, або її ще називають «теплове дзеркало»;
- вакуумний склопакет;
- мультифункціональний склопакет (з нанесеним і-покриттям та із заповненням міжскельного прошарку аргоном або криптоном);
- склопакети з аргоновим заповненням між склом;
- склопакети з електричним підігрівом (разом зі склопакетом встановлюється спеціальна скляна поверхня, яка містить рідкокристалічний прошарок, що підключається до електромережі);
- вентилявані склопакети.

Характер руху в повітряних прошарках залежить від багатьох факторів, в тому числі від геометричних розмірів і розташування в просторі. Виходячи з теорії подібності та розмірностей, можна прийти до висновку, що внесок конвективної складової теплопереносу буде зменшуватися в міру звуження ширини каналів. Так виникли двошарові, а в загальному випадку, багатошарові конструкції горизонтальної та вертикальної орієнтації.

На основі проведеного літературного огляду, можна зробити висновок, що при всій різноманітності експериментальних і теоретичних досліджень теплопередачі через ВК, всі вони мають ряд недоліків і переваг. Так, при використанні теплофізичного моделювання існує ряд недостовірно відомих параметрів які необхідно встановити.

Література

1. Енергоефективність у регіональному вимірі. Проблеми та перспективи. Аналітична доповідь. URL: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/energoefektb40dc>.
2. Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року: постанова Каб. Міністрів України від 11.09.2015 р. № 1228-р. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-p>
3. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [На заміну ДБН В.2.6-31:2006 (СНиП II-3-79), чинний від 08.07.2016]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 30 с.
4. Carmody, S. Selkowitz, E. Lee, D. Arastch, T. Willmert. Window System for High - Performance Buildings. W.W.Norton&Company: New York – London. 2004. 400 p.169
5. О.В.Приймак, І.С.Кріпак. Аналіз конструкцій та теплових процесів у “енергетичному вікні”. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Випуск №9. 2017. С. 115-118.
6. Basok V., Davydenko B., Zhelykh V., Goncharuk S., Kugel L. Influence of low-emissivity coating on heat transfer through the double-glazing windows. Building physics in theory and practice. Scientific Journal. 2016. Vol. VIII. No. 4. P. 5-8. (ISSN 1734-4891).
7. Балабан С.М., Каспрук В.Б.- Вісник ТНТУ №2, 2023, 15-22 с. Модель розрахунку оптимального режиму рекуперації тепла на енергогенеруючому обладнанні переробної і харчової промисловості.

УДК 614.841.12:539.377

Л. А. Богун, В. Б. Каспрук, к.т.н, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ

L. A. Bogun, V. Kaspruk, Ph.D., Assoc. Prof.

EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF METAL STRUCTURES

З року в рік кількість пожеж збільшується приблизно пропорційно зростанню коштів, витрачених на капітальне будівництво. За статистичними даними пожежі виникають з постійною частотою. Так, наприклад, за даними для Великої Британії ймовірність виникнення пожежі становить: у розважальних будівлях і спорудах - 12%; на промислових об'єктах - 4%; у клубах і готелях - 3,7%; у сховищах - 0,8% і в житлових будівлях - 0,3% (29). Збитки від руйнування будівель під час пожежі становлять приблизно 15-18% загальних втрат. Під час пожеж у житлових та адміністративних будівлях температура в приміщенні піднімається до 1000-1100°C за тривалості пожежі 1-2 год. У театральних будівлях і у великих магазинах пожежі тривалістю 2-3 год підвищують температуру в приміщенні до 1100-1200°C.

Найбільш сильні пожежі відбуваються в промислових будівлях і спорудах, супроводжуючись великими руйнуваннями конструкцій і обладнання. У промислових і складських будівлях під час горіння рідин і пінопластів температура досягає 1200°C, а під час горіння скраплених газів температура піднімається до 1600°C [1].

При встановленні межі вогнестійкості металічних конструкції необхідно знати інтенсивність пожежі, оскільки вогнестійкість конструкції буде залежати від теплового впливу вогню і тривалості пожежі.

Для несучих конструкцій: зовнішніх стін, покриттів і перекриттів, балок, ферм, колон і стовпів під час випробування на вогнестійкість граничним станом є тільки втрата несучої здатності конструкцій і вузлів

За температури 200-350°C вуглецева арматурна сталь класу А-1 набуває сильної крихкості.[2]. Елементами обмеженої розчинності є вуглець і азот. За змінених умов рівноваги системи надлишкові кількості вуглецю й азоту виділяються з твердого розчину у вигляді найтонших субмікроскопічних частинок і розташовуються по межах зерен.

За 400°C і вище тимчасовий опір і межа плинності сталі класу А-1 значно знижуються і її пластичні властивості підвищуються. Вуглецеві сталі мають високу пластичність при нагріванні вуглецеві сталі за 450-600°C схильні до графітизації та сфероїдизації карбідів. Графітизація відбувається внаслідок розпаду карбіду заліза з утворенням частинок вільного графіту. Сфероїдизація карбідів протікає тим інтенсивніше, чим вища температура, триваліше нагрівання і більший вміст вуглецю в сталі. Наявність елементів графітизації та сфероїдизації свідчить про знеміцнення сталі та зниження механічних властивостей під час нагрівання.

Література

1. Гивлюд М.М. Високотемпературні захисні покриття поверхонь металів на основі наповнених поліалюмосилоксанів / М.М. Гивлюд, В.В. Артеменко // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів, 2009. – № 15. – С. 46-50

2. Гивлюд М.М. Вогнезахист будівельних конструкцій речовинами на основі наповнених силіційорганічних сполук / М.М. Гивлюд, В.В. Артеменко, В.Б. Лоїк, Я.Й. Коцій // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів, 2012. – № 21. – С. 32-38.

УДК 691.33

В. В. Матвійчук, В. Б. Каспрук, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ПОРИСТОСТІ ЦЕМЕНТУ НА ЙОГО ВОДОПРОНИКНІСТЬ

V. Matviychuk, V. Kaspruk Ph.D., Assoc.Prof.

INFLUENCE OF CEMENT POROSITY ON ITS WATER PERMEABILITY

Проблема підвищення загального рівня якості будівництва пов'язана з поліпшенням якості будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, впровадженням широкого асортименту нових сучасних матеріалів, які в повній мірі відповідають теперішнім вимогам. Будівельні матеріали багато в чому визначають можливості виробничої бази будівництва та її перспективи.

Водопроникність бетону становить інтерес для оцінки його стійкості при дії різних рідин на поверхню конструкцій, а також у зв'язку з проблемою гідростатичного тиску в залізобетонних конструкціях. Залежність між проникністю і капілярної пористістю цементного каменю спостерігається при співвідношенні між проникністю і водоцементним відношенням затверділого цементного каменю (93% цементу який гідратувався).

Проникність бетону не є простою функцією його пористості, але залежить також від розміру, довжини і розподілу пор.

Проникність бетону залежить від властивостей цементу. При однаковому водоцементному відношенні цемент грубого помелу утворює більш пористий цементний камінь, ніж цемент тонкого помелу.

Добавка розчинного скла знижує проникність бетону, збільшує його стійкість по відношенню до агресивного середовища і підвищує захисні властивості бетону по відношенню до сталльної арматури в умовах дії агресивного середовища. Розчинене рідке скло відносної щільності 142 додають в бетон в кількості 3-5% до ваги цементу.

На проникність бетону впливає пористість легкого заповнювача. Зменшується вміст вільної окису кальцію і зростає проникність бетону, внаслідок чого збільшується швидкість карбонізації. Нормальна густина цементного тіста визначається на приладі Віка не повинна перевищувати 28; при густоті більшій 28 можливе збільшення проникності бетону і поява в ньому усадочних тріщин.

Комплексні добавки, що знижують водопроникність, виробляють у вигляді порошоків, рідин або суспензій, які при перемішуванні зі свіжим бетоном знижують проникність витриманого бетону або надають затверділому бетону гідрофобні властивості. Водопроникність через бетонний взірець певної товщини визначається за певний час і визначається коефіцієнтом пропорційності K за формулою Дарсі:

$$\frac{dq \cdot 1}{dtA} = K \frac{\Delta h}{L},$$

де, $\frac{dq}{dt}$ – швидкість фільтрації води $\text{см}^3/\text{сек}$; A – площа поперечного перерізу см^2 , Δh –

зменшення гідравлічного опору у взірці см , L – товщина взірця см .

Просочення поверхні бетону речовинами, що надають стінкам пор і капілярам водовідштовхувальних властивостей, наприклад, складом типу "Дельфін" або стеаратом кальцію, зменшило водопоглинання цього самого бетону до 2,5 %.

Об'ємна гідрофобізація може значно зменшити капілярний підсмоктування води, що призведе до збільшення морозостійкості та довговічності бетону. Такі дослідження дозволять визначити довговічність бетону, який піддається дії фільтруючої води.

УДК 631.348.455:519.876.5

М. Я. Сташків, к.т.н.; Р. О. Булаєнко.; І.М. Борис

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РОЗПИЛЮВАЧА ПОЛЬОВОГО ШТАНГОВОГО ОБПРИСКУВАЧА

M. Ia. Stashkiv, Ph.D.; R. O. Bulaienko, P. G.; I.M. Borys

SIMULATION OF THE FIELD SPRAYER NOZZLE OPERATION

У сучасному аграрному виробництві найбільш поширеним способом захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб є використання отрутохімікатів. Відповідно до виду боротьби із шкідниками, хворобами і бур'янами існує декілька способів застосування хімічних засобів захисту рослин, які поділяються на обприскування, обпилювання, аерозольний обробіток тощо.

Понад 75 % всіх засобів хімічного захисту вноситься у вигляді водних розчинів за допомогою різного виду обприскувачів та розпилювачів.

Нові зразки сільськогосподарських обприскувачів та машин для внесення засобів хімічного захисту оснащені обладнанням для забезпечення точної навігації, контролю норм внесення та різноманітними smart - системами, але практично не здатні керувати процесом нанесення та розподілу розпиленої рідини.

Виробники обладнання надають відомості лише про норму внесення для різних типів розпилювачів за різних рівнів тиску в магістралі, але не наводять характеристик якості технологічного процесу. У каталогах обладнання відсутня інформація про показники ефективності осадження крапель розпиленої рідини на об'єкти обробки, обсяги кількості робочої рідини, що зноситься з об'єкту обробки за певних умов тощо.

На даний час існують проблеми технологічного забезпечення ефективності нанесення розпиленої рідини на поверхню об'єкту обробки – при роботі обприскувачів від 20 до 60% робочого розчину не попадає на оброблювану поверхню рослин.

Зважаючи на високу трудомісткість таких випробувань, машиновипробувальними станціями практично не проводяться дослідження з визначення агротехнічних показників обприскування, таких, наприклад, як щільність розподілу, медіанно-масовий діаметр полідисперсних крапель, кількісні показники зносу крапель рідини.

Для отримання характеристик розпилювачів, що задовольняють агротехнічні, екологічні вимоги, деякі дослідники створюють стендове обладнання, що дозволяє шляхом впливу повітряним потоком на факел розпилу імітувати його переміщення у просторі. Стендове обладнання дозволяє імітувати роботу розпилювачів різних типів, повною мірою створюючи умови роботи, які можна порівняти з реальними. Таке обладнання дозволяє інтенсифікувати процес коагуляції крапель, а отже, і дисперсність рідини, що розпилюється, шляхом утворення зон підвищеного тиску і розрідження у фронтальній області та кормовій областях факела розпилу.

Перспективним також є імітаційне дослідження процесу розпилювання рідини за допомогою обчислювальної гідродинаміки – CFD (Computational Fluid Dynamics) – процесу прогнозування поведінки фізичного потоку рідини шляхом розв'язування математичних рівнянь з використанням обчислювальної потужності сучасної комп'ютерної техніки за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

У даній роботі зроблено спробу створити імітаційну модель розпилювання рідини щільним плоскофакельним розпилювачем польового обприскувача.

Стандартний щільний плоскофакельний розпилювач ST 110-03 призначений для внесення засобів захисту рослин та регуляторів їх росту і забезпечує точне та рівномірне розпилення робочого розчину при температурі до 18 °С, відносній

вологості більше 60% та швидкості вітру до 3 м/с. Діапазон робочих тисків від 2,0 до 5,0 атм. Має синій колір згідно кольорового кодування за стандартом ISO 10625.

Твердотільна модель стандартного щілинного плоскофакельного розпилювача серії ST типорозміру 110-03 показана на рис. 1.

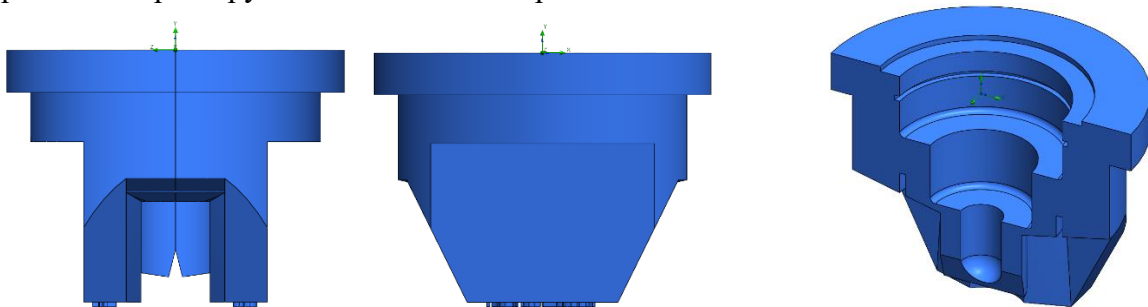


Рисунок 1. Твердотільна модель стандартного щілинного розпилювача типу 110-03

Твердотільну модель щілинного розпилювача створено за допомогою інструментів 3D - моделювання програмного комплексу SolidWorks. Імітаційну модель процесу розпилювання рідини щілинним розпилювачем створено засобами модуля FlowSimulation, який є складовою програмного комплексу SolidWorks.

Моделювання розпилювання рідини передбачає взаємодію двох різнорідних середовищ – рідини (робочого розчину) та газу (атмосферного повітря). Це вимагає розв'язку нестационарної задачі із застосуванням опції моделювання вільної поверхні.

Створена імітаційна модель дозволяє оцінити ряд показників різноманітних агротехнологічних параметрів процесу розпилювання рідини стандартним щілинним плоскофакельним розпилювачем, зокрема, такі як швидкість руху потоку, масові та об'ємні витрати робочої рідини, статичний та динамічний тиск тощо.

На рис. 2 показано результати імітаційного моделювання процесу розпилювання рідини щілинним плоскофакельним розпилювачем польового обприскувача.

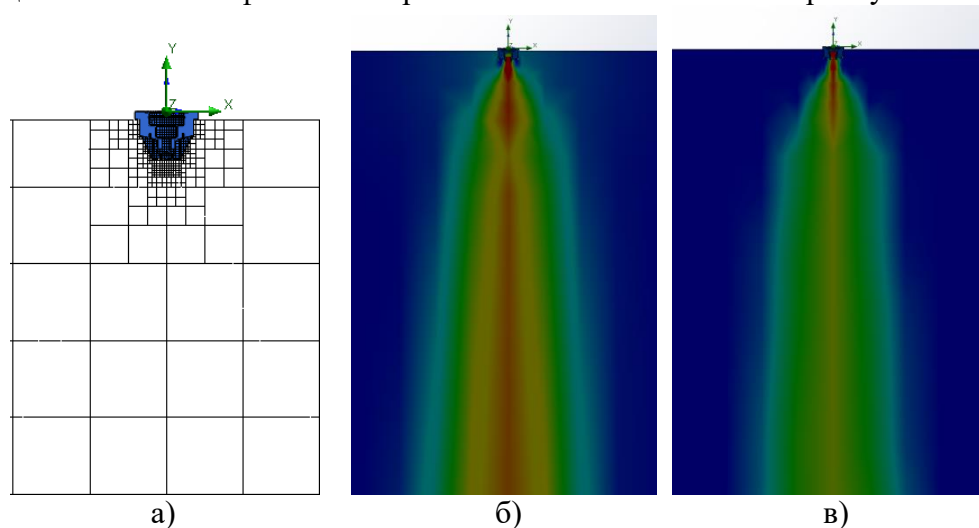


Рисунок 2. Результати імітаційного моделювання процесу розпилювання рідини щілинним плоскофакельним розпилювачем типу 110-03:

а - фрагмент сітки кінцевих об'ємів; б - ізограма швидкості; в - ізограма масових витрат

Необхідно зазначити, що отримані результати імітаційного моделювання потребують уточнення, оскільки вони суттєво залежать від якості (ступеня подрібнення) сітки кінцевих об'ємів. Збільшення рівня подрібнення сітки кінцевих об'ємів дозволяє отримати точніші результати, але різко збільшує необхідну обчислювальну потужність.

УДК 629.356:519.876.5

М. Я. Сташків, к.т.н.; О. П. Цьонь, к.т.н.; В. М. Антонюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ НАЛИВНОГО ВАНТАЖУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ НАПІВЗАПОВНЕНОЇ ЦИСТЕРНИ

M. Ia.Stashkiv, Ph.D.; O. P. Tson, Ph.D.; V. M. Antoniuk

SIMULATION OF POUR CARGO MOVEMENT DURING TRANSPORTATION OF A HALF-FILLED TANK

Особливістю перевезення наливних вантажів є те, що вони можуть переміщатися в об'ємі цистерни в процесі транспортування. Коливання рідкого вантажу всередині резервуара призводять до істотного зниження поздовжньої та поперечної стійкості та керованості автотранспортного засобу та збільшують навантаження на конструкцію цистерни. Найбільший вплив на керованість та межу стійкості автоцистерн мають такі фактори, як геометрія резервуара, висота центру ваги, рівень завантаження, поперечне і поздовжнє зміщення центру ваги вантажу при транспортуванні, а також властивості динамічної взаємодії рідини з конструкцією.

Втрата стійкості автоцистерни можлива при несправному розгоні та гальмуванні, переїзді нерівностей, різкій зміні смуги руху та русі по дузі в повороті, особливо у випадках неповного заповнення резервуара цистерни, що характерно для технологічних процесів багатьох сільськогосподарських, паливозаправних, пожежних й інших машин.

Для аналізу переміщення наливного вантажу моделювали цистерну довжиною 11 м та діаметром 1,95 м (рис. 1, а), яка наполовину заповнена рідиною (рис. 1, б).

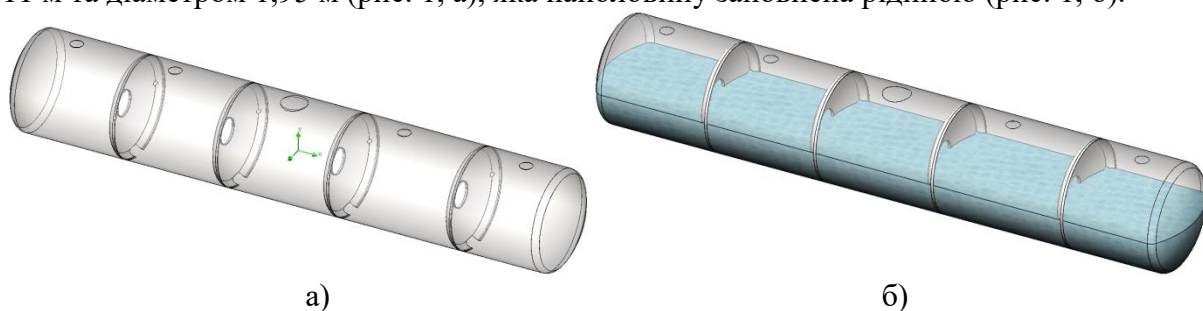


Рисунок 1. Загальний вигляд незаповненої (а) та напівзаповненої (б) цистерни

Імітаційне моделювання здійснювали засобами модуля для гідродинамічних досліджень FlowSimulation, що є частиною програмного комплексу SolidWorks.

У об'ємі цистерни створено сітку кінцевих елементів з числом комірок по осях X, Y та Z відповідно $32 \times 6 \times 6$, з ступенем подрібнення рівним 6 (рис. 2).

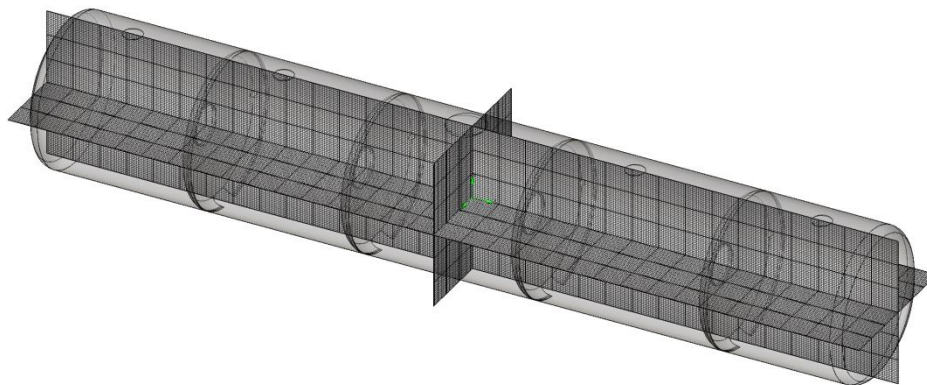


Рисунок 2. Загальний вигляд сітки кінцевих елементів

Загальний об'єм цистерни (33 м^3) конструктивно розділений на п'ять секцій внутрішніми перегородками (декелями). Кожен декель має по центру круглий отвір.

Для ініціювання руху наливного вантажу в об'ємі цистерни задаємо зовнішнє збурення у вигляді прискорення $3,5 \text{ м/с}^2$ у напрямку осі X як функцію від часу.

Після розв'язку побудованої імітаційної моделі з'являється можливість аналізувати ряд параметрів модельованого процесу за допомогою засобів візуалізації.

Зокрема, на рис. 3 показано характер коливання наливного вантажу у напівзаповненій цистерні при дії зовнішнього збурення у напрямку осі X.

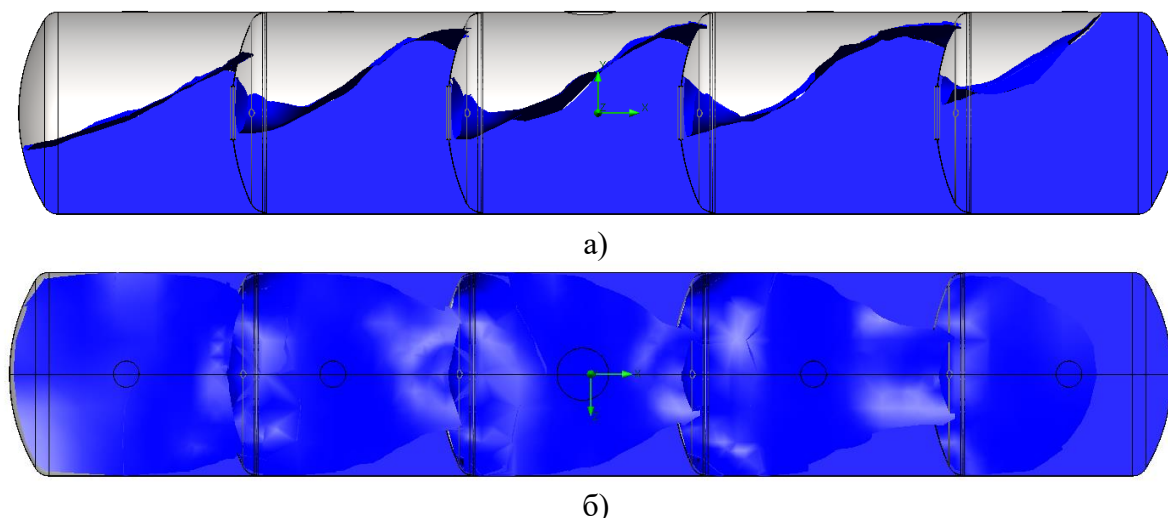


Рисунок 3. Характер коливання наливного вантажу у напівзаповненій цистерні:
а – вигляд збоку; б – вигляд зверху.

На рис. 4,а показано ізоповерхню перерозподілу тиску наливного вантажу в об'ємі напівзаповненої цистерни за умови зовнішнього збурення.

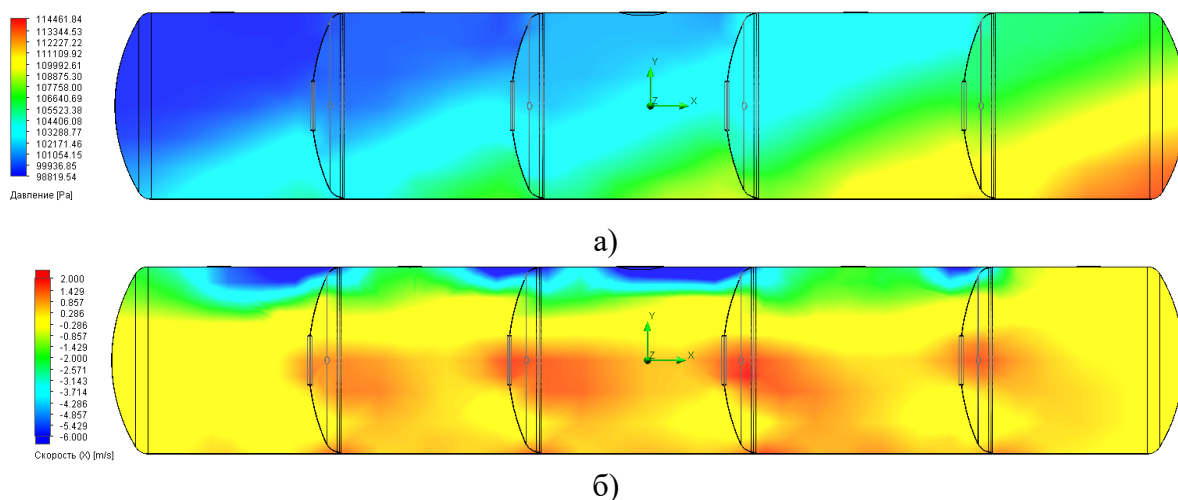


Рисунок 4. Результати імітаційного моделювання руху наливного вантажу в напівзаповненій цистерні:
а – ізоповерхня тиску в об'ємі цистерни;
б – ізоповерхня швидкості переміщення наливного вантажу.

На рис. 4, б показано ізоповерхню швидкості переміщення наливного вантажу в об'ємі напівзаповненої цистерни за умови зовнішнього збурення.

Отримані результати імітаційного моделювання руху наливного вантажу в напівзаповненій цистерні дозволяють краще зрозуміти всі особливості цього процесу.

УДК 621.98.01

А. А. Сеник, к.т.н.; В. Б. Котильницький

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

ВПЛИВ ОРІЄНТАЦІЇ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК НА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНТАКТНИХ КРОКІВ ПРИВІДНИХ РОЛИКОВИХ ВТУЛКОВИХ ЛАНЦЮГІВ

A. A. Senyk, Ph.D, V. B. Kotylnytskyi

THE INFLUENCE OF THE ORIENTATION OF FOLDING BUSHES ON INCREASING THE ACCURACY OF CONTACT STEPS OF DRIVE ROLLER BUSHING CHAINS

В загальному дисперсію розсіювання контактних кроків привідних роликів втулкових ланцюгів можна подати добутком: $D(t) = k^2 \cdot t^2$, де k – коефіцієнт пропорційності поля допуску на контактний крок номінальному значенню кроку певного типорозміру привідних роликів втулкових ланцюгів, встановленого стандартом; t – номінальне значення контактного кроку певного типорозміру привідних роликів втулкових ланцюгів.

Кількісну оцінку впливу орієнтації згортних втулок на точність контактних кроків привідних роликів втулкових ланцюгів оцінимо коефіцієнтом підвищення точності: $k_m = \sqrt{D(t)/D(t^0)}$.

Враховавши, що $D(t^0)$ менше, ніж $D(t)$ на величину $\Delta D(t^0)$, і використавши раніше отримані значення $\Delta D(t_3^0)$ і $\Delta D(t_e^0)$, будемо мати:

- для контактного кроку зовнішніх ланок привідних роликів втулкових ланцюгів:

$$k_{m.3.} = \frac{1}{\sqrt{1 + [D(e_y) + D(e_e) - \bar{e}_y^2 - \bar{e}_e^2] / k_1 \cdot t^2}}; \quad (1)$$

- для контактного кроку внутрішніх ланок привідних роликів втулкових ланцюгів:

$$k_{n.в.} = \frac{1}{\sqrt{1 + [D(e_y) - \bar{e}_y^2] / k_2 \cdot t^2}}; \quad (2)$$

де k_1 і k_2 - відповідно коефіцієнти пропорційності полів допусків на контактні кроки зовнішніх та внутрішніх ланок номінального значення кроку певного типорозміру привідних роликів втулкових ланцюгів.

Отримані залежності для визначення дисперсій контактних кроків привідних ланцюгів з неорієнтованими і орієнтованими згортними втулками дають можливість на основі аналізу встановити вплив кожного із складових розмірних параметрів контактних кроків на їх поле розсіювання, що може бути використано для вдосконалення конструкції та технології виготовлення привідних роликів втулкових ланцюгів.

Встановлено, що забезпечення орієнтації згортних втулок привідних роликів втулкових ланцюгів підвищує точність контактних кроків. Отримані залежності для кількісної оцінки впливу орієнтації згортних втулок на підвищення точності контактних кроків привідних роликів втулкових ланцюгів.

УДК 669.017

В. О. Яцюк; А. Ю. Фараонов; В. В. Лазарюк, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАПІЛЯРНОГО МЕТОДУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ТОНКОСТІННИХ КОНСТРУКЦІЙ

V. O. Yatsiuk; A. Yu. Faraonov; V. V. Lazaryuk, PhD

FEATURES OF THE CAPILLARY METHOD OF NON-DESTRUCTIVE CONTROL OF WELDED JOINTS OF THIN-WALLED STRUCTURES

Капілярний метод неруйнівного контролю є методом контролю проникаючими речовинами будь-яких твердих об'єктів для виявлення зовнішніх поверхневих та наскрізних дефектів, а також їх протяжності та орієнтації. Даним неруйнівним методом контролю виявляють поверхневі дефекти типу тріщин, пор, міжкристалевої корозії, а також наскрізних витоків в матеріалах і конструкціях зі сталей, алюмінієвих сплавів, титану та неметалевих матеріалів.

Капілярний метод неруйнівного контролю (ДСТУ EN ISO 3452) відбувається завдяки ефекту змочування індикаторною рідиною-барвником поверхні дефекту і виявлення кольорового сліду. Глибина дефектів повинна перевищувати ширину дефекту. Кольорова та люмінесцентна дефектоскопія широко застосовується для контролю цілісності зварного шва для виявлення несущільностей з поперечними розмірами від 0,1 до 500 мкм, Головні методи неруйнівного контролю як радіографія, магнітографія та ультразвукова дефектоскопія виявляються зачасти неприйнятними для контролю тонкостінних зварних конструкцій [1].

На даний час набувають поширення лазерні способи зварювання деталей товщиною до 2-3 мм. Поширеними дефектами зварних з'єднань лазерного зварювання є пори, несплавлення кромок, кореневі дефекти на початку та замиканні шва з досить невеликими розмірами.

Відповідно до стандартів капілярного методу неруйнівного контролю, залежно від мінімальних розмірів дефектів, встановлено декілька умовних класів чутливості від I до IV та технологічний. Для кожного класу встановлені мінімальні розміри дефектів, що виявляються, у мкм: I — менше 1; II — від 1 до 10; III — від 10 до 100; IV — від 100 до 500; технологічний — не нормується. Визначальним параметром при виборі класу чутливості методу є ширина розкриття дефекту. Глибина зародкових тріщин деформаційного походження, як правило, оцінюється в 10^{-3} мм, [2].

Типовий процес контролю капілярним методом включає підготовку та попередню очистку поверхні, нанесення проникаючої рідини, видалення надлишку проникаючої рідини, нанесення проявника, огляд, складання протоколу, кінцева очистка.

Наприклад, відомий вітчизняний набір кольорові дефектоскопії ДП «КОЛОРАН», що включає комплект «Пенетрант Рідина ЦЖ-2 малинова проникаюча», «Проявник ПРм-4» та «Очищувач для капілярної дефектоскопії», відповідає ДСТУ EN ISO 3452-2:2014 для виявлення поверхневих дефектів та витоків з шириною розкриття більше 1 мкм, тобто II-ого класу чутливості.

Розміри дефектів, що виявляються методами кольорової дефектоскопії КД, важко виявляються і неозброєним оком, тому при їх виявленні використовують не лише стандартне освітлення, але і спеціальне ультрафіолетове у люмінесцентно-кольоровому методі. Для підвищення класу чутливості методу використовують різні технології заповнення порожнин дефектів індикаторними речовинами: капілярну, вакуумну, компересійну, ультразвукову та деформаційну. При вакуумному способі деталь поміщають в герметичну камеру, з якої відкачують повітря. Після подачі

проникаючої рідини камеру розгерметизують. Рідина заповнює порожнини дефектів під дією капілярного і атмосферного тисків. При розрідженні близько 1 Па виявляються тріщини шириною на порядок менше, ніж при капілярному просоченні, [1].

Мікроскопічний перетин і довжина дефектів уподібнює їх до капілярних посудин, які здатні всмоктувати рідини, що змочують останні, під дією капілярних сил. При дефектоскопії краще змочування забезпечують рідини з малим поверхневим натягом, [2].

В якості пенетранта використовують рідини на основі гасу з барвниками та люмінофори. Наприклад, пенетрант «А» складається з 700 мл гасу, 300 мл бензину Б-70, 30 г темно-червоного барвника. Пенетрант «Е» складається з гасу (800 мл), бензолу (200 мл) і темно-червоного барвника, [1]. Для усунення забарвлення пенетранта використовують очистку гасниками, наприклад водою з кальцинованою содою або спирт з поверхнево активною речовиною.

Огляд поверхонь контролю рекомендують проводити двічі: через 5-6 хв для виявлення великих дефектів і через 25-60 хв. для виявлення дрібних. При люмінесцентному методі контролю використовують ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі 315-400 нм. Освітленість досліджуваної поверхні повинна бути не нижче 50 лк. Контроль проводять в затіненому приміщенні, а в польових умовах - при місцевому затемненні. При кольоровому контролі природне або штучне освітлення на контрольованій ділянці повинно бути не менше 3000 лк. З поверхонь деталей, що пройшли контроль і визнані придатними, видаляють проявник і сліди інших дефектоскопічних матеріалів одним з перерахованих способів: протиранням, промиванням, анодною обробкою, випалюванням, органічними розчинниками, [1].

Наведену методологію капілярного контролю було використано для контролю герметичності зварних з'єднань корпусної деталі виготовленої лазерним ручним зварюванням з листової нержавіючої сталі товщиною 1 мм. Було виявлено наскрізні пори, що утворилися у місцях замикання зварного шва, рис. 1. Для контролю використано набір кольорової дефектоскопії компанії MR Chemie GmbH: пенетрант MR68C, проявник MR70, очищувач MR 88. Для підвищення чутливості капілярного методу рекомендовано використовувати також люмінесцентні пенетранти, а також компресійний спосіб заповнення порожнин дефектів.



Рисунок 1. Кольорова дефектоскопія тонкостінної зварної конструкції

Література

1. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Неруйнівні методи контролю: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2016. - 192 с.
2. Контроль якості зварювання. Т. 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник / Г. І. Камель, Ю. А. Гасило, П. С. Івченко, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2018. — 241 с.
3. Набір для проведення кольорової дефектоскопії виробництва ДП «КОЛОРАН», <<https://gp-koloran.uaprom.net/ua/a413315-instruktsiya-provedennyu-kapilyarnogo.html>>

УДК 621.9

О. С. Кобельник¹, к.т.н.; Н. Т. Войцещук²; М. В. Солярчик²; В. В. Кузьмук²

(¹ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МАГНІТНО-АБРАЗИВНА ОБРОБКА, ЯК МЕТОД ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

O. Kobelnyk, Ph.D; N. Vojceshchuk; M. Solyarchyk; V. Kuzmuk

MAGNETIC-ABRASIVE PROCESSING AS A METHOD OF FINISHING THE SURFACES OF MACHINE PARTS

Стан поверхонь і поверхневого шару матеріалу деталей машин значною мірою залежить від вимог, які ставляться до цих деталей при їх експлуатації. Для виробів, до яких ставляться високі вимоги щодо надійності (довговічності), надважливими є такі характеристики поверхні, як коефіцієнт тертя, тривалість припрацювання, зносостійкість, наявність дефектів у вигляді мікротріщин, внутрішні залишкові напруження, корозійна стійкість. Для інших виробів можуть бути важливими, наприклад, світловідбиваючі властивості поверхні деталі, її здатність поглинати гази та атомні частки, електрична та магнітна провідність поверхневого шару матеріалу. Відомо, що фізичні, хімічні та механічні властивості поверхневого шару можуть значною мірою відрізнятися від властивостей основного матеріалу деталі. Слід зазначити, що загалом властивості поверхні (поверхневого шару матеріалу) деталей машин є результатом впливу на деталь процесу її виготовлення, а особливо на фінішних операціях.

Постійне підвищення вимог, що ставляться до поверхонь деталей машин змушує розробляти нові або вдосконалювати існуючі технологічні способи фінішної обробки, створювати нові способи, що розширюють можливості фінішної та зміцнювальної технології обробки поверхонь. Значну та окрему увагу необхідно приділяти питанню щодо стану поверхонь різальних інструментів, позаяк від них залежать стійкість і витрата інструментів, а це в свою чергу говорить про продуктивність та стабільність результатів обробки.

Розробка та використання магнітно-абразивного полірування (МАП) і магнітної обробки (МО) деталей машин є результатом вище згаданих трендів. Перші пропозиції по використанню магнітного поля для абразивної обробки були викладені ще в першій половині двадцятого століття. У цей період достатньо широко та докладно досліджено, доведено до промислового використання різноманітні схеми магнітно-абразивного полірування. Вагомий внесок у цю роботу внесли Інститут проблем матеріалознавства НАН України, Інститут надтвердих матеріалів імені В.М. Бакуля НАН України, ряд установ і проектно-дослідницьких організацій нашої України.

Вагомі дослідницькі роботи та впровадження МАП на виробництві поширене в країнах Європи. Відомі роботи в області магнітно-абразивної обробки в Німеччині. Огляд закордонних винаходів і патентів показує, що значна увага до магнітно-абразивної обробки та розвитку цього напрямку приділяється у промислово розвинених країнах світу.

У процесі магнітно-абразивного полірування оброблюваний матеріал піддається не тільки механічному абразивному впливу, але також впливу змінного по величині та напрямку магнітного поля, що сприятливо впливає на експлуатаційні властивості поверхневого шару матеріалу виробів. І цей факт дозволяє магнітну обробку відокремлювати в самостійний спосіб зміцнювальної обробки.

УДК 621.9

О. С. Кобельник¹, к.т.н.; Р. Я. Лещук², к.т.н.; М. В. Підгайний²; О. С. Ласкевич²
(¹ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)
(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРАХУНОК КОМБІНОВАНИХ ПІДШИПНИКІВ ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ В ХОДОВИХ ГВИНТАХ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

О. Kobelnyk, Ph.D; R. Leshchuk, Ph.D, M. Pidhainyi; O.Laskevych
CALCULATION OF COMBINED BEARINGS OF DOUBLE ACTION IN THE RUNNING SCREWS OF MACHINE TOOL

На даний час для фіксації ходового гвинта одним із сучасних методів при проектуванні вузлів металорізальних верстатів є застосування комбінованих підшипників двосторонньої дії з короткими циліндричними роликками, які забезпечують фіксацію в осьовому й радіальному напрямках.

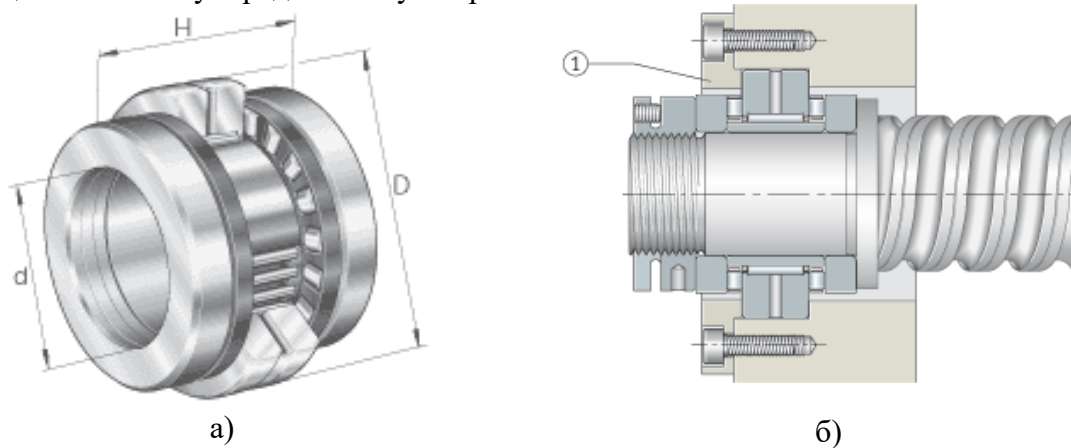


Рисунок 1. Комбіновані підшипники двосторонньої дії з короткими циліндричними роликками (а) та схема установки комбінованого підшипника на ходовому гвинту (б).

Розрізняють три випадки навантаження кілець підшипника :

- кільце обертається відносно радіальних зусиль та піддається циркуляційному навантаженню;
- кільце нерухомо відносно радіальних зусиль та піддається локальному (точковому) навантаженню;
- кільце навантажене рівнодіючими радіальними зусиллями, що не забезпечують повного оберту, а коливаються на певній ділянці кільця та створюють його коливальні навантаження.

У нашому випадку кільце підшипника піддається циркуляційному навантаженню. Встановлено, що з'єднання з валом або корпусом кілець, що обертаються, щодо навантаження, повинно бути здійснене з натягом, що виключає провертання і обкатування кільцем з'єднувальної деталі і як наслідок, розвальцьовування посадкових поверхонь і контактну корозію.

Посадки нерухомих щодо навантаження кілець призначають більше вільними, що допускають наявність невеликого зазору, тому що обкатування кільцями з'єднувальних деталей у цьому випадку не відбувається. Нерегулярне провертання необертового кільця корисно, тому що при цьому змінюється положення його зони навантаження. Крім того, таке з'єднання полегшує осьові переміщення кілець при

монтажі, при регулюванні зазорів у підшипниках і при температурних деформаціях валів.

Для підшипників кочення прийнята наступна відмінність від звичайної в машинобудуванні системи допусків: поле допуску на діаметр отвору внутрішнього кільця підшипника розташовують не вверх від нульової лінії, а вниз. Цим гарантують одержання натягів у з'єднанні внутрішнього кільця з валами, що мають поля допусків «к», «т», «п». Поле допуску на діаметр зовнішнього кільця розташовують «у мінус» або «у тіло деталі».

У нашому випадку не потрібна висока точність ходу, а так само у всіх випадках $0.07 \cdot C_r < P_r \leq 0.15 \cdot C_r$. Тому для внутрішнього кільця достатньо вибрати посадку к6. Зовнішнє кільце піддається місцевому навантаженню і воно нерухомо щодо радіального навантаження, тому для нього вибирається посадка Н7.

Відповідно до результатів дослідження, можна представити основні експлуатаційно-силові характеристики комбінованих підшипників двосторонньої дії з короткими циліндричними роликками (гістограми моменту тертя, втрат потужності, осьового та радіального биття, рис.2)

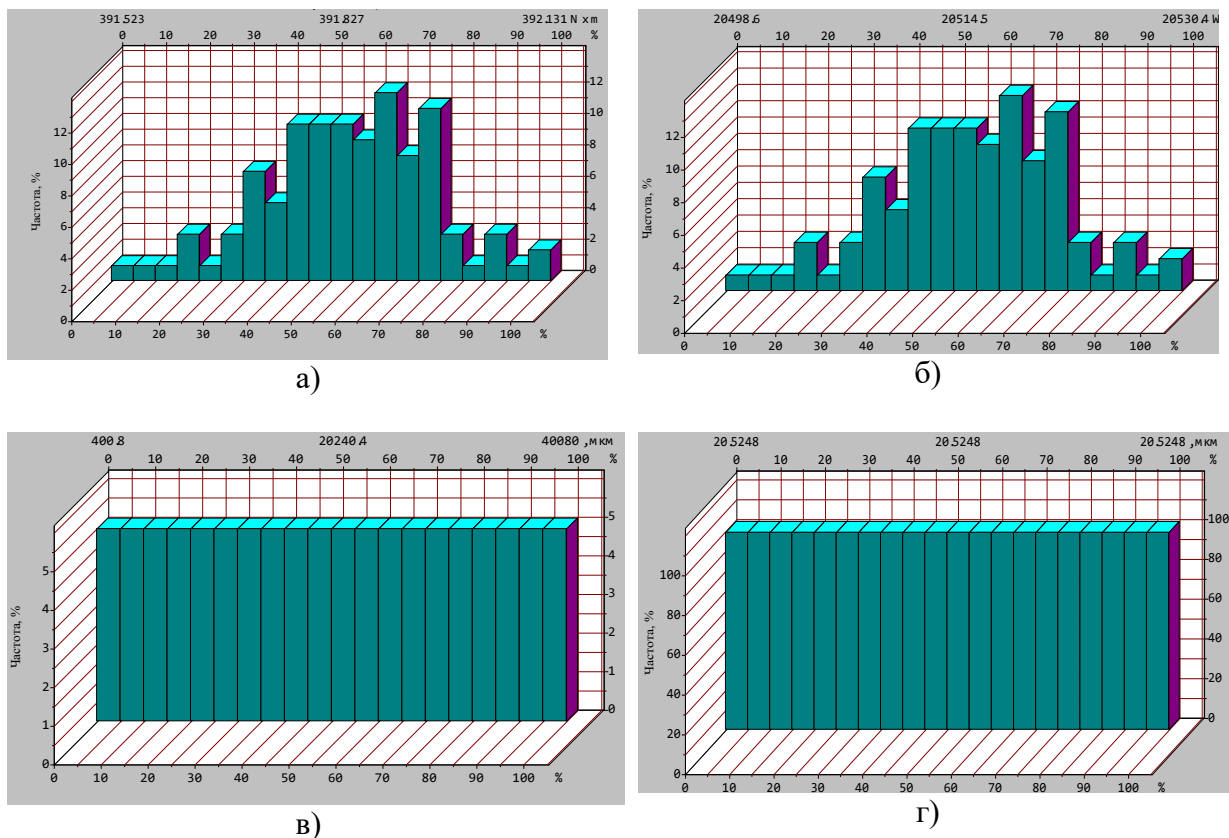


Рисунок 2. Результати дослідження комбінованих підшипників двосторонньої дії з короткими циліндричними роликками: а) момент тертя, б) втрати потужності, в) осьове биття, г) радіальне биття.

Отримані результати дозволяють приймати раціональні рішення при виборі підшипників двосторонньої дії з короткими циліндричними роликками при виборі конструктивних схем монтажу ходових гвинтів приводу подач металорізальних верстатів.

УДК 621.791.763

В. Б. Іванів, Н. І. Кицькай

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОЦЕС ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ ТРУБИ МАЛОГО ДІАМЕТРА

V. B. Ivaniv, N. I. Kitskaya

THE PROCESS OF WELDING WITH A SMALL DIAMETER PIPE WITH AN INFUSION ELECTRODE

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].

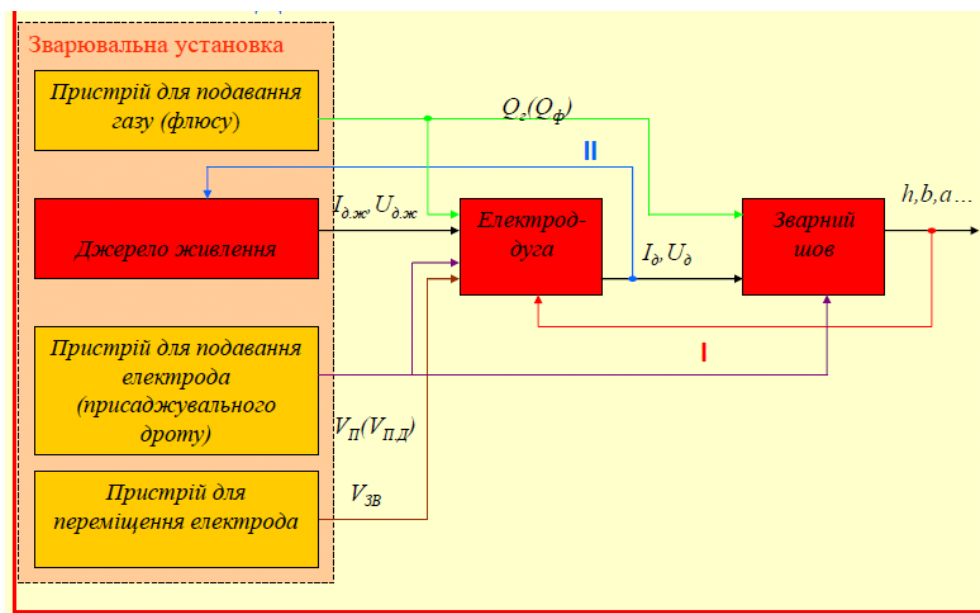


Рисунок 1. Узагальнена схема об'єкту керування при дуговому зварюванні

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 електрода, особливо при зварюванні електродним дротом малого діаметра, суттєво впливають на форму шва. Це обумовлене тим, що зміни вильоту електрода суттєво впливають на продуктивність його розплавлення, у результаті чого змінюється струм, а отже, і глибина проплавлення h [2].

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

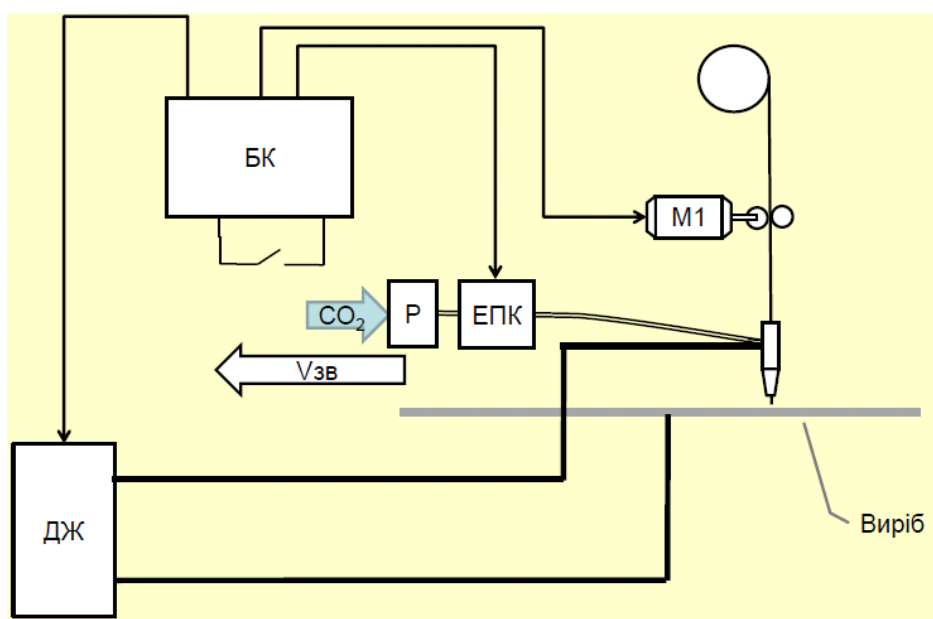


Рисунок 2. Схема процесу програмного керування зварювання неплавким електродом

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 електрода 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 621.791.763

Я. В. Козій, В. З. Козій, Д. Б. Магеровський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОЦЕС ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ГАБАРИТНИХ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Ya. V. Kozii, V. Z. Kozii, D. B. Magerovsky

PROCESS OF ELECTRIC ARC WELDING DIMENSIONAL WELDED 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

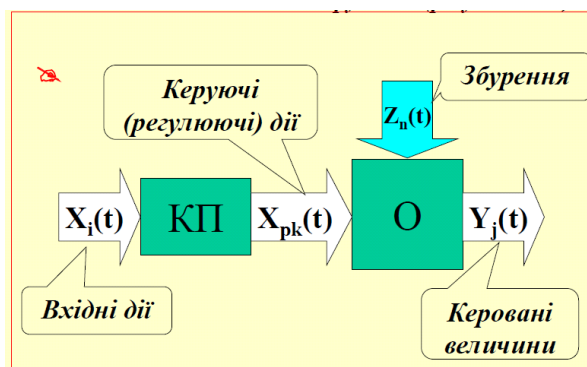


Рисунок 1. Загальна схема системи автоматичного регулювання зварюванням

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 XU 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.

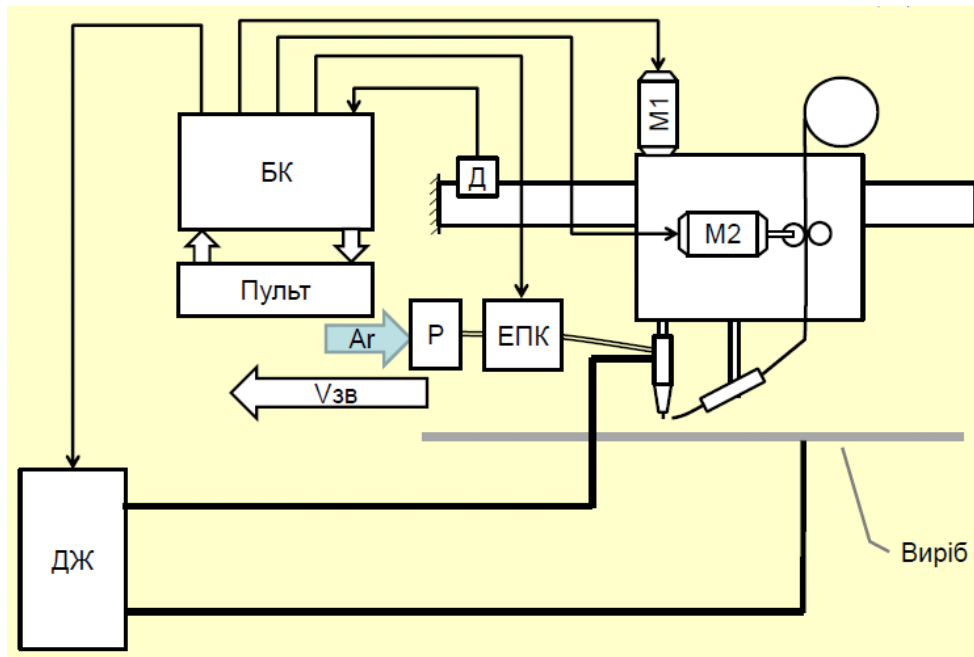


Рисунок 2. Схема процесу програмного керування циклом зварювання

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 малоефективне, 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 малоефективними внаслідок існуючого допуску на розміри міжцентрових відстаней отворів у трубній дошці й погрішностей 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 621.791.763

І. Ю. Малишкевич, Т. Б. Робак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОЦЕС ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ЗВАРНИХ ВИРОБІВ

I. Yu. Malyshkevich, T. B. Robak

PROCESS OF SPOT WELDING OF THIN-WALL 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.

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 $I_{св}$; час зварювання $t_{св}$, зусилля стиску $F_{сж}$ електродів; розміри робочої поверхні електродів і роликів.

Сучасний рівень вимог, пропонованих до зварених з'єднань, може бути вдоволений 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.

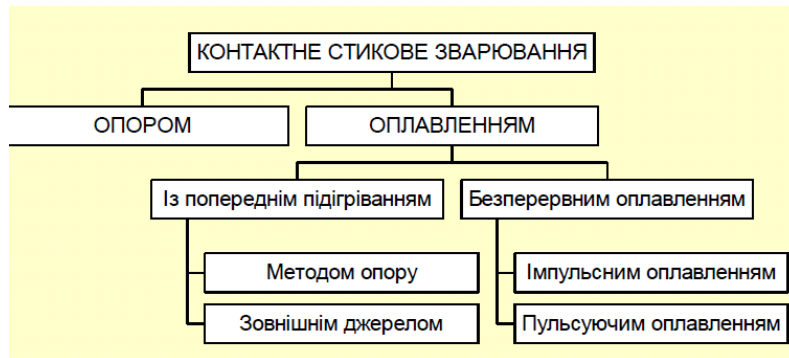


Рисунок 1. Класифікація контактних стикових зварювань

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 $I_{св}$ 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.

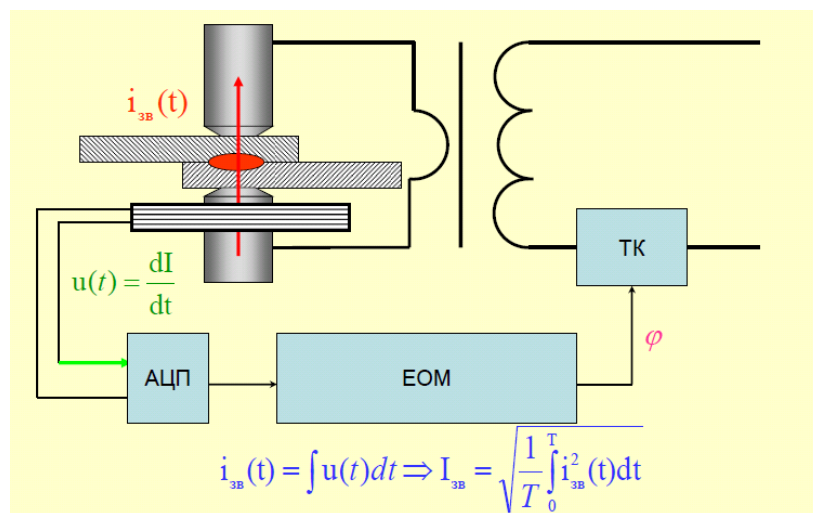


Рисунок 2. Схема стабілізації струму точкового зварювання

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 контактних стикових зварювань деталей сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.

УДК 621.91.06

А. А. Кулешко, Р. А. Склярів, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТІВ

A Kuleshko, R. Skliarov, Ph.D., Associate Professor

FEATURES OF THE ANALYSIS OF DESIGN SCHEMES OF MULTIPURPOSE MACHINES

Виробники металорізального обладнання випускають велику кількість багатоцільових верстатів (БЦВ), які відрізняються кінематичною структурою та функціональними можливостями. Функціональні особливості верстатів визначаються складом виконавчих вузлів та їх взаємним розташуванням, тобто компоувальною схемою.

Багато фахівців використовують методи математичної статистики для пошуку найбільш поширених компоувальних схем БЦВ. Для цього слід зібрати інформацію про моделі, що випускаються серійно різними виробниками, описати їх певним математичним апаратом та провести обробку зібраних статичних даних.

Використання логіко-математичного методу дозволяє на практиці проводити відбір компоувальних схем БЦВ на основі законів алгебри логіки із застосуванням структурних формул. Для математичного опису компоувальних схем слід за допомогою спеціальних символів записати послідовність розташування блоків верстату [1]. Отриманий в вираз дасть нам математичну формулу компоувальної схеми, яку можна в подальшому використати для визначення раціональних компоувальних схем.

Компоувальні схеми верстатів можна обрати шляхом зіставлення запропонованих варіантів та перевірки їх на відповідність за обраними критеріями. В якості таких критеріїв можна взяти такі показники, як вартість виготовлення, зручність обслуговування, конструктивна складність, розмір робочої зони [2].

Як показали проведені дослідження, для кількісної оцінки компоувальних схем БЦВ доцільно застосувати критерії жорсткості та компактності.

Література.

1. Кузнецов Ю. М., Склярів Р. А. Формалізований опис шпindelного вузла як основної компоненти багатошпindelного токарного автомата. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. - Краматорськ : ДДМА, 2009. - Вип. 25. – С. 139-146.
2. Склярів Р. А. Розробка критеріальних оцінок для аналізу компоунок 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. — (Машинобудування).

УДК 621.326

І. М. Козак, А. Р. Сокальський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЗВАРЮВАНОСТІ ВИСОКОХРОМИСТИХ СТАЛЕЙ

I. M. Kozak, A. R. Sokalskyi

INCREASE OF WELDABILITY OF HIGH CHROMIUM STEELS

Однією з проблем при зварюванні легованих сталей з підвищеним вмістом хрому, що загартовуються, є схильність їх до утворення холодних тріщин, з чим пов'язане значне ускладнення технології зварювання. Часто зварні з'єднання з цих сталей мають низькі експлуатаційні властивості навіть після проведення термічного оброблення. Головною причиною низької технологічності сталей є вуглець, який надає крихкості мартенситу. Значний вплив на технологічні та експлуатаційні властивості високохромистих сталей, що загартовуються, має також їх фазовий склад. Зокрема, присутність залишкового аустеніту підвищує стійкість металу зварних з'єднань до утворення холодних тріщин. Повна відсутність δ фериту може призвести до утворення гарячих тріщин при зварюванні, а наявність його у великій кількості – до зниження експлуатаційних властивостей.

Виходячи з вищенаведеного, основним способом покращення зварюваності даних сталей є зниження вмісту в них вуглецю та шкідливих домішок, а також формування оптимального фазового складу металу зварних з'єднань. Відчутного покращення зварюваності сталей з підвищеним вмістом хрому, що підлягають подальшому гартуванню, можна досягти знизивши вміст вуглецю в їхньому складі до 0,03...0,05%. Застосовуючи попереднє та супутнє підігрівання, їх можна успішно зварювати навіть при значній товщині деталей.

Покращення експлуатаційної в'язкості даних сталей можна досягти зниженням вмісту вуглецю до 0,01%. Це, так звані, безвуглецеві сталі, які практично не реагують на термічний цикл зварювання і можуть експлуатуватися без термічного оброблення зварних з'єднань. Однак мала кількість або відсутність вуглецю потребує легування сталей аустеніто- утворюючими елементами для оптимізації їхнього фазового складу. Найчастіше з цією метою використовують нікель. При вмісті хрому 12-14% досягти мартенситної структури у безвуглецевих сталях можна легуванням нікелем в кількості від 2 до 5%. Прикладом можуть служити марки сталей, що застосовуються в енергетичному машинобудуванні – 06X12H3Д, 03X14H5МФ, 01X14H5МФ-ВН. Для цих сталей σ_B має значення 850, 900, 800 МПа відповідно, а ударна в'язкість КСV – 2,1; 1,8; 3,1 МДж/см² відповідно. При дії термічного циклу зварювальна в'язкість маловуглецевих сталей дещо знижується, а безвуглецевої (01X14H5МФ-ВН) залишається на дуже високому рівні, тобто ця сталь практично не реагує на термічний цикл зварювання.

Для покращення властивостей металу зони термічного впливу (ЗТВ) маловуглецевих сталей в якості термічного оброблення застосовують – високий відпуск при температурі нижчій за лінію критичної АС1. Такий відпуск дозволяє знизити рівень залишкових напружень в металі зварних з'єднань, а також підвищити пластичність і в'язкість сталі в зоні термічного впливу завдяки відпуску мартенситу та формуванню дрібнодисперсного аустеніту в її структурі.

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 656

В. М. Лотоцька, М. В. Іванунь

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

ПІДПРИЄМНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

V. M. Lototska, M. V. Ivanun

BUSINESS ACTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE MILITARY STATE

За підсумками 2022 року та оцінкою експертів проєкту «росія заплатить» KSE Institute (аналітичний центр при Київській школі економіки), щонайменше 109 великих та середніх підприємств зазнали прямих збитків внаслідок повномасштабного вторгнення, розпочатого 24 лютого 2022 року. Загальна сума прямих збитків підприємств, включно з державними, та приватних осіб підприємців оцінюється в \$13 млрд. З них \$9 млрд – частка збитків великих та середніх підприємств. Загальні непрямі втрати сягають \$33,1 млрд. А необхідна сума для відновлення підприємств – \$24,9 млрд [3].

15 березням Верховна рада приймає законопроект № 7137-д, який спрямований на податкове стимулювання бізнесу в умовах воєнного стану [2]:

- фізичним особам і підприємствам, оборот яких складає до 10 млрд грн, сплачувати єдиний податок з обороту в розмірі 2 % за правилами, які встановлені для 3-ї групи платників податків;
- для ФОП 1-ї і 2-ї групи сплата єдиного податку є добровільною;
- зниження ПДВ до 7 % і звільнення від акцизу з пального (зокрема, і на його імпорт), а також відміна акцизів на нафтові продукти;
- звільнення споживачів від відповідальності перед кредитором за прострочення виконання зобов'язань за договором про споживчий кредит;
- обмеження місячної винагороди держслужбовців 10-ма розмірами мінімальної заробітної плати;
- збільшення рентної плати за видобуток копалин;
- звільнення від оподаткування ПДФО допомоги постраждалим від військової агресії;
- надання прав на податкову знижку в обсязі 16 % (замість наявних 4 %) на пожертвування неприбутковим організаціям;
- підприємства та ФОПи третьої групи звільняються від сплати ЄСВ за найманих працівників, які були призвані до лав Збройних Сил України та тероборони.

Всі вище вказані заходи допомогли функціонуванню частину бізнесу України. Проте, податки підтримують державний бюджет країни, тому було прийнято Закон №3219 «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо особливостей оподаткування у період дії воєнного стану» Закон встановлює припинення пільгового режиму єдиного податку з 1 серпня 2023 року. При цьому скасовується застосування спрощеної системи оподаткування єдиного податку за ставкою у розмірі 2%, а також скасовується можливість ФОП - платників єдиного податку першої та другої групи не сплачувати єдиний податок. Закон передбачає збереження можливості для платника пільгової системи подати заяву про відмову від застосування 2%-го єдиного податку та вказати бажаний перехід на сплату інших податків і зборів.

Всі ці показники та заходи спричиняють зміну в ціноутворенні, яка показана на рисунку 1 [1].



Рисунок 1. Динаміка зміни ціни на транспортні послуги за 2023 рік

Варто зазначити, що ринок транспортних послуг з настанням військового стану змінився. Раніше, основна індустрія була зосереджена на сході країни: Харків, Суми, Дніпро, Донецьк, Запоріжжя. До війни ці міста були головними експортерами сировини. З початком повномасштабного вторгнення – більшість з них, на жаль, не функціонує. Тому відбувся перерозподіл. Зараз практично весь експорт відбувається з Західної та Центральної частин України. Варто доповнити, що дуже сильно зріс експорт олії. І тепер Україна є однією з найбільших постачальників рослинної олії та пшениці. Зріс також великий попит на цистерни. Також з'явився новий пункт на підприємстві – імпорту палива. Саме зараз Україна забезпечується імпортом паливом. Розподіляють його в більшості для армії та для господарських потреб. А ще, більшість країн ЄС надає українським перевізникам право бездозвільного заїзду. Наприклад, раніше, аби потрапити в Нідерланди українському вантажному автомобілю, він повинен був мати дозвіл цієї та усіх інших країн транзиту, якими мав рухатися додатково: польський і німецький дозволи. На даний момент вони не потрібні, що значно спрощує перевезення. Крім того, є країни, що дозволяють їздити ще й без оплати доріг.

Отже, всі заходи на рівні держави та міжнародні мають вагомий вплив на роботу підприємств та функціонування в загальному. Потрібно досліджувати зміни в підприємницькій діяльності та на основі отриманих даних підтримувати бізнес. Тобто, виявивши чинники, що можуть спричинити занепад підприємницької діяльності, прийняти рішення, постанови, закони, видати дотації, змінити умови кредитування і т.д. для продовження функціонування підприємницької діяльності.

Література

1. Della. Ціни на автоперевезення вантажів URL: <https://della.ua/cost/>(дата звернення: 11.10.2023)
2. Боднар Ю. Ю. Науковий керівник: Білак Г. Г. Мукачівський кооперативний фаховий коледж бізнесу тези доповідей ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і студентів 2 березня 2023 року Україна, м. Львів URL:http://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/kafedry/Ekonomiky/2023/Problemi_ta_perspektivi_rozvitku_biznesu_v_Ukrajini_materiali_III_Mizh_narodnoji_naukovo-praktichnoji_konferenciji_molodikh_vchenikh_i_studentiv_.pdf(дата звернення: 11.10.2023)
3. Збитки завдані українському бізнесу внаслідок російської агресії. URL: https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zbitki-zavdani-ukrayinskomu-biznesu-vnaslidokrosiyskoyi-agresiyi-otsinyuyutsya-v-13-mlrd/?fbclid=IwAR28tG7g1HQgAxjKgcRPDagGjRejWcjVWUjANn9EtcVmTAw09Z_XLCjtWmU (дата звернення: 11.10.2023)

УДК 330.3:656.13

Ю. Я. Вовк, канд. техн. наук, доцент, Я. Ю. Вовк, Н. В. Губич, В. В. Іванунь
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ РОЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕЛЕМАТИКИ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IoT) В ТРАНСПОРТІ

Yu. Ya. Vovk, Ya. Yu. Vovk, N. V. Hubych, V. V. Ivanun

ANALYSIS OF THE ROLE OF TRANSPORT TELEMATICS AND INTERNET OF THINGS (IoT) IN TRANSPORTATION

Роль транспортної телематики (ТТ) та Інтернету речей (ІР) у інтелектуальних транспортних системах (ІТС) на даний час зпривертає увагу дослідників. Автори розглядають, як ТТ та ІР можуть покращити ефективність та безпеку ІТС за допомогою збору, обробки та обміну даними між різними сенсорами, пристроями та серверами. Автори також аналізують різні підходи та техніки для оптимізації трафіку, забезпечення приватності, анонімності та визначення місцезнаходження за допомогою ІР [1-10].

Можна виділити наступні перспективи та виклики ІР для ІТС, такі як енергозбереження, самоорганізація та інтеперабельність.

Роль транспортної телематики (ТТ) та Інтернету речей (ІР) на основі проведеного дослідження наукових праць авторів:

- ІР є ключовим фактором для розвитку ІТС, які надають розумні послуги з транспорту та дорожньої безпеки.

- Кластеризація, контрольна система, алгоритми машинного навчання та генетичні алгоритми можуть бути використані для управління трафіком, зменшення заторів, прискорення руху аварійних транспортних засобів тощо.

- Захист приватності та ресурсів є важливим аспектом ІТС, який потребує криптографічних алгоритмів, автентифікації, псевдонімності тощо.

- Визначення місцезнаходження в ІТС залежить від сили сигналу, отриманого сигналу (RSSI), використання RFID-міток, вбудованих камер тощо.

- Перспективи ІР для ІТС полягають у створенні більш інтегрованих, інтелектуальних та екологічних систем, які використовують енергозбереження, самостаблонуючись і самоадаптивну технологію.

Використання транспортної телематики та Інтернету речей (ІР) у інтелектуальних транспортних системах (ІТС) відкриває значні перспективи. Ось деякі з них:

1. Покращення ефективності та безпеки: ІР може покращити ефективність та безпеку ІТС, забезпечуючи збір, обробку та обмін даними між різними сенсорами, пристроями та серверами [1].

2. Оптимізація трафіку: Засоби телематики дозволяють не лише моніторити переміщення кожної транспортної одиниці, але й відстежувати випадки крадіжки [2].

3. Автоматизація бізнес-процесів: ІР сприяє автоматизації бізнес-процесів, робить передбачування подій та результатів більш точними, що зменшує рівень особистого втручання та витрат [3].

4. Екологічна взаємодія: Завдяки ІР можливе створення більш інтегрованих, інтелектуальних та екологічних систем, які використовують енергозбереження, самостаблонуючись і самоадаптивну технологію [4].

5. Покращення управління енергоспоживанням і транспортними потоками: З підтримки на державному рівні, наприклад, в країнах Євросоюзу, Південної Кореї, Китаю, США і Великобританії впроваджуються програми «Розумне місто», що

дозволяють за рахунок застосування IP покращувати ефективність управління енергоспоживанням і транспортними потоками [1-3].

Проте слід зазначити, що успішне впровадження цих технологій потребує подальших досліджень і розробок.

Висновки за темою дослідження:

- Інтернет речей (IP) є важливим інструментом для підвищення ефективності та безпеки інтелектуальних транспортних систем (ІТС).
- IP дозволяє збирати, обробляти та обмінюватися даними між різними сенсорами, пристроями та серверами, що використовуються в ІТС.
- IP застосовує різні підходи та техніки для оптимізації трафіку, забезпечення приватності, анонімності та визначення місцезнаходження в ІТС.
- IP створює перспективи для розвитку більш інтегрованих, інтелектуальних та екологічних систем, які використовують енергозбереження, самоорганізацію та інтероперабельність в ІТС.
- IP стикається з викликами, пов'язаними з низькою потужністю та обчислювальною здатністю вузлів, розподіленими самоорганізованими системами, мінімальною вартістю та затримкою комунікації, автентифікацією та налаштуванням пристроїв, а також розподіленою комунікацією.

Література

1. Інтернет речей у логістиці | бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/231030>.
2. Аналіз концепції інтернету речей та динаміки її розвитку у різних галузях. https://visn-it.uu.edu.ua/old_site/files/2020/17.pdf.
3. Кілька найпопулярніших сфер використання інтернету речей і де можна <https://lpnu.ua/news/kilka-naipopuliarnishykh-sfer-vykorystannia-internetu-rechei>.
4. Chand, H. V., & Karthikeyan, J. (2018). Survey on the role of IoT in intelligent transportation system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 11(3), 936-941.
5. Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B., & Wang, H. (2014). A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with china perspective. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(4), 349-359.
6. Guerrero-Ibanez, J. A., Zeadally, S., & Contreras-Castillo, J. (2015). Integration challenges of intelligent transportation systems with connected vehicle, cloud computing, and internet of things technologies. *IEEE Wireless Communications*, 22(6), 122-128.
7. Lv, Y., Duan, Y., Kang, W., Li, Z., & Wang, F. Y. (2015). Traffic flow prediction with big data: a deep learning approach. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(2), 865-873.
8. Ning, H., Liu, H., Ma, J., Yang, L. T., & Huang, R. (2016). Cybermatics: Cyber-physical-social-thinking hyperspace based science and technology. *Future Generation Computer Systems*, 56, 504-522.
9. Sundar, R., Hebbar, S., & Golla, V. (2015). Implementing intelligent traffic control system for congestion control, ambulance clearance, and stolen vehicle detection. *IEEE Sensors Journal*, 15(2), 1109-1113.
10. Vovk, Y. (2016). Resource-efficient intelligent transportation systems as a basis for sustainable development. Overview of initiatives and strategies. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 1(1), 6–10. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2016.1-1.1>

УДК 656

О. А. Лозовий; В. І. Табул; О. П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА УКРАЇНИ

O. A. Lozovyi; V. I. Tabul; O. P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.;
TRANSPORT NETWORK OF UKRAINE

Транспортна мережа України потребує значних змін, аби відповідати сучасним вимогам і забезпечувати ефективні перевезення. Обмежені інвестиції та застаріла нормативна база приводять до швидкого зносу обладнання, зниження безпеки транспортних засобів та підвищеного впливу їх на довкілля та здоров'я людей.

Для вирішення проблем, що стримують розвиток транспортної системи, необхідно вжити наступних кроків:

- 1) Оновлення і модернізація транспортних засобів і дорожньої інфраструктури до стандартів, що відповідають сучасним вимогам.
- 2) Покращення міжгалузевого зв'язку і координації для створення єдиної та ефективної транспортної мережі.
- 3) Активізація використання стратегічного географічного положення України для розвитку міжнародного транзиту через країну.
- 4) Інтеграція сучасних транспортних технологій з виробничими, логістичними та митними процесами.
- 5) Розвиток інформатизації транспортного сектору та забезпечення його взаємодії з іншими сферами економіки.
- 6) Запровадження ефективних економічних механізмів для приваблення інвестицій в розвиток транспортної галузі.
- 7) Посилення зусиль у реалізації національних і галузевих програм у сфері транспорту та машинобудування.

Для досягнення цієї мети важливо сприяти тісній співпраці між урядовими органами, бізнес-сектором та громадськістю, а також впровадження інноваційних технологій та практик, що стимулюватимуть зростання та модернізацію транспортної системи України.

Україна, з її стратегічно вигідним місцем розташування, має великі перспективи у сфері транспортних послуг. Проте, наразі існує ряд викликів, що потребують невідкладних заходів щодо модернізації транспортної інфраструктури та підвищення рівня послуг.

Ключові аспекти, які потребують особливої уваги та інвестицій, включають:

- 1) Оновлення автопарку, зокрема введення в експлуатацію нових екологічних транспортних засобів.
- 2) Розширення мережі доріг з високоякісним покриттям, забезпечення їхньої безпеки та комфорту для користувачів.
- 3) Запровадження передових транспортних технологій та інтеграція з іншими секторами, як-от виробничими та логістичними послугами.
- 4) Підвищення рівня інформатизації в транспортній сфері, що дозволить підвищити ефективність управління та сприятиме кращій координації між різними видами транспорту.
- 5) Впровадження стимулюючих фінансово-економічних механізмів для залучення інвестицій у розвиток транспортної галузі.
- 6) Активізація виконання державних та регіональних програм, направлених на удосконалення транспортної інфраструктури.

УДК 656.02

О. П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.; О. П. Тимошів; В. В. Ковалик
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОГО РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

О. P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; O. P. Tymoshiv; V. V. Kovalyk
ORGANIZATION OF EFFECTIVE PASSENGER TRANSPORT

Організація ефективного руху маршрутного транспорту вимагає обґрунтованого підходу до вибору та планування рухомого складу. Основна мета полягає у забезпеченні оптимальної кількості транспортних засобів з врахуванням їх пасажиромісткості, щоб мінімізувати витрати перевізника, одночасно підтримуючи високий рівень обслуговування пасажирів. Вибір транспортних засобів має бути прогнозованим, зосереджуючись на майбутніх перевезеннях, щоб формувати раціональну, довгострокову структуру автопарку.

Одним з ключових аспектів вибору рухомого складу є визначення оптимальної місткості транспортних засобів. Цей параметр має прямий вплив на найважливіші експлуатаційні показники, включаючи час в русі, економічні витрати, та загальну продуктивність.

Використання різноманітних моделей автобусів може відповідати різним потребам пасажиропотоків. Але їхня ефективність може коливатися, особливо якщо місткість автобусу не корелює з актуальними обсягами пасажиропотоку. Малі автобуси можуть бути недостатніми для маршрутів з високою щільністю пасажирів, призводячи до збільшення кількості рейсів, що в свою чергу веде до підвищення трафіку та потреби в додаткових водіях. Натомість, великі автобуси можуть бути недоцільними на маршрутах з низьким пасажиропотоком, призводячи до нерентабельності через рідкісні рейси та витрати пасажирів на довге очікування.

Оптимізація рухомого складу є багатогранним завданням, яке вимагає уваги до конструктивних характеристик транспортних засобів та специфіки пасажиропотоків. Ключові аспекти, на які необхідно звернути увагу, включають:

- обсяги пасажиропотоків - важливо аналізувати пасажиропотоки за різними напрямками, особливо на пікових ділянках, для адекватного прогнозування вимог до пасажиромісткості.
- динаміка пасажиропотоків - нерівномірність пасажиропотоків протягом дня і на різних ділянках маршруту вимагає гнучкого підходу до планування.
- частота руху - визначення оптимальних інтервалів руху є ключовим для підтримання рівномірності сервісу та уникнення перенаселеності або недостатнього завантаження.
- обмеження інфраструктури - фізичні обмеження, такі як ширина вулиць та висота мостів, можуть обмежувати використання певних типів транспортних засобів.
- економічна ефективність - потрібно враховувати прямі і непрямі витрати на обслуговування пасажирських маршрутів.

Стратегічне планування має враховувати варіативність пасажиропотоків, зокрема під час пікових годин, коли можливе інтенсивне зростання кількості пасажирів. Використання транспортних засобів різної місткості у різні часові періоди може оптимізувати обслуговування та забезпечити належну адаптацію до змін у пасажирському попиті.

УДК 656.05

О. П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.; В. Л. Бордун

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУ

O. P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; V. L. Bordun

INTELLIGENT SYSTEMS OF TRANSPORT

Інтелектуальні системи транспорту (ІСТ) забезпечують інтеграцію інформаційних та комунікаційних технологій з транспортною інфраструктурою, транспортними засобами та користувачами. Ці системи мають на меті надавати інноваційні послуги для різних видів транспорту та управління трафіком, дозволяючи користувачам бути краще інформованими та здійснювати безпечніше, більш координоване та розумніше використання транспортних мереж (рис. 1).

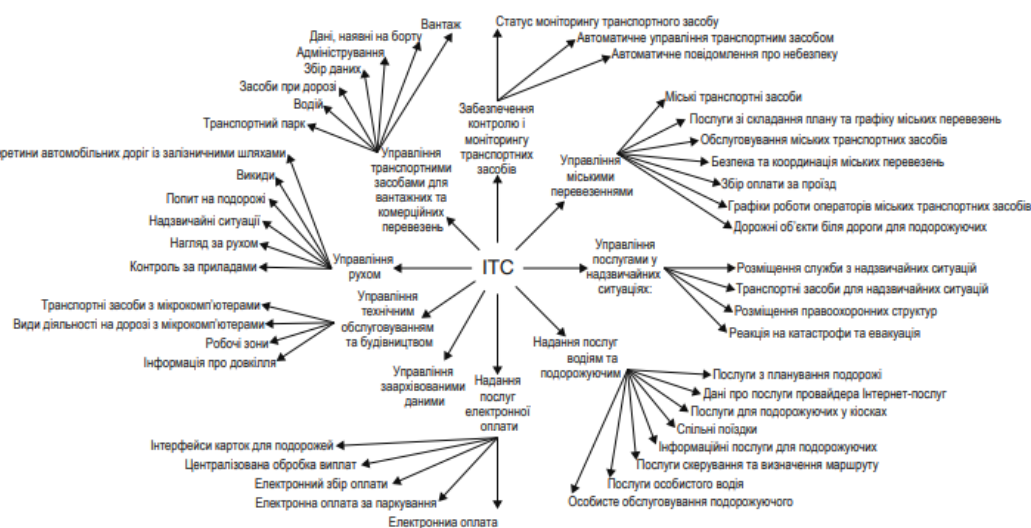


Рисунок 1. Інформаційні транспортні системи

Ключові компоненти інтелектуальних систем транспорту:

- 1.1. Системи управління дорожнім рухом (СУДР).
- 1.2. Адаптивні системи контролю руху (АСКР).
- 1.3. Динамічна послідовність світлофорів.
- 1.4. Моніторинг дорожнього руху у реальному часі та виявлення ДТП.
- 1.5. Прогнозування дорожнього руху та підтримка прийняття рішень.
- 1.6. Змінні інформаційні знаки (ЗІЗ).
- 1.8. Обмеження швидкості та управління смугами.
- 1.9. Навігація та рекомендації по маршруту.

Ефективні системи управління дорожнім рухом вимагають координованого підходу, який інтегрує ці компоненти, що засновані на стійких комунікаційних мережах, можливостях аналітики даних та акценті на доставці інформації, орієнтованої на користувача. З розвитком технологій системи управління дорожнім рухом продовжують ставати все більш складними, пропонуючи значний потенціал для покращення міської мобільності та дорожньої безпеки.

УДК 656.01

О. П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.; Ю. В. Юркевич; І. Р. Пилип`як
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТРАНСПОРТНА ПОЛІТИКА МІСТА ТЕРНОПІЛЬ

О. P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; Yu. V. Yurkevych; I. R. Pylyp`iak
TRANSPORT POLICY OF THE TERNOPIL CITY

Основним напрямом транспортної стратегії Тернополя є створення високоякісних та комфортних пасажирських перевезень за допомогою екологічного транспорту. Безпека пасажирів та якість послуг, яка базується на координованій роботі різних транспортних засобів, є ключовими критеріями їхньої діяльності.

Наразі в місті 9 тролейбусних та 34 автобусних лінії обслуговуються 45 тролейбусами та 144 автобусами. Це відповідає поточним графікам, враховуючи воєнний стан. 9 перевізників працює на території міста, включаючи 2 муніципальних підприємства.

Міська адміністрація активно працює над оновленням автопарку, зокрема замінюючи автобуси меншої вмістимості такими брендами як Богдан та Еталон на більш пасажиромісткі автобуси. Вже використовується 60 низькопідлогових автобусів.

Є плани заміни маловмістких автобусів на низькопідлогові автобуси середньої та великої вмістимості. Завдяки фінансовому лізингу, міське підприємство "Міськавтотранс" отримало 15 нових автобусів Еталон. Додатково, у 2022 році було придбано 2 низькопідлогових тролейбуси SKODA.

З Європейським інвестиційним банком продовжується співпраця: на даний момент триває процес придбання 15 нових низькопідлогових автобусів. Також планується купівля 30 нових тролейбусів в рамках наступного проекту.

Відносно оптимізації маршрутів: новий автобусний маршрут №38 було створено на основі рекомендацій в Плані сталої міської мобільності. Цей маршрут пізніше було розширено, враховуючи потреби громадян.

З урахуванням воєнного стану та зростання вартості палива, громадський транспорт зіткнувся із економічними викликами. Замість підвищення тарифів, було вирішено оптимізувати роботу транспорту, включаючи корекцію розкладів та скорочення рейсів з низьким пасажиропотоком.

Оплата за проїзд міським пасажирським транспортом Тернополя відбувається декількома способами:

- 1) Електронна «Соціальна карта Тернополянина».
- 2) Загальнодоступні електронні квитки.
- 3) Квиток для одноразового проїзду.
- 4) Безконтактна платіжна картка.
- 5) Засоби з NFC-технологією.

На даний час місто має 61 точку продажу та поповнення електронних квитків. Також можна купити одноразовий квиток через термінали самообслуговування EasyPay, яких у місті понад 120.

Від початку роботи автоматизованої системи оплати в місті виготовлено 142884 «Соціальних карти Тернополянина». Крім того, у використанні 128207 універсальних електронних квитків.

У місті доступна послуга «Єдиний квиток», дозволяючи пасажирам безкоштовно пересісти на інший вид транспорту протягом 30 хвилин.

УДК 621.3.04

Л. Дзюбановська

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕЛЕКТРИЧНІ АВТОМОБІЛІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ

L. Dziubanovska

ELECTRIC VEHICLES: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS IN THE FACE OF ENVIRONMENTAL CHALLENGES

Автомобільна індустрія визначає шлях розвитку та процвітання розвинених країн світу, отже, наявність конкурентоздатного та вибудованого ринку автотранспорту стає важливою передумовою для успішного економічного розвитку. Аналіз ситуації, яка склалася на глобальному авторинку, чітко демонструє, що автомобільна сфера перебуває в умовах діджиталізації разом із впровадженням новітніх технологій, зростання обсягів якого майже в усіх сегментах (від легкових авто до вантажівок та автобусів) припадає на електромобілі (рис. 1.1). Збільшення потреби у енергетичних ресурсах та їхнє поступове виснаження, високі ціни на первинні енергоносії на тлі гострих екологічних проблем, тільки посилюють заміщення транспортних засобів на ринку на користь електрокарів. Наприклад, найбільш вживане джерело енергії – нафта, з врахуванням динаміки видобутку, швидко вичерпає свої ресурси.

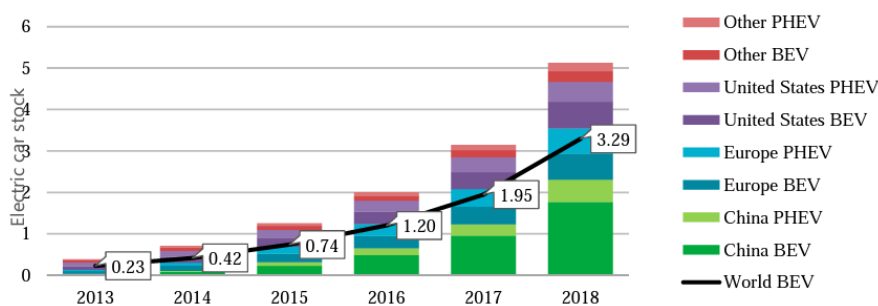


Рисунок 1.1. Динаміка світових продажів електрокарів [1]

Автомобілі є однією з ключових причин забруднення оточуючого середовища (у нашій країні доля викидів шкідливих речовин у повітря від використання автотранспорту складає 35% від загального обсягу виробництва). За інформацією Європейської асоціації Eurelectric, електричний автомобіль виробляє 66 г CO₂ на кожен кілометр подоланої дистанції, у порівнянні з 124 г у традиційного автомобіля, що працює на бензині. Це представляє собою перший природоохоронний ефект переходу від класичних видів палива до електроенергії. Такий тренд уже фіксується і в Україні. Протягом періоду з 2014 по 2018 рік, обсяг викидів зменшився на 6,05% [2]. Окрім екологічної вигоди, у електромобілів також є економічний аспект. Наприклад, Nissan Leaf витрачає приблизно 10,5 кВт-год або 17,64 гривні на кожен 100 км подоланої дистанції. На порівняння, автомобіль з ДВЗ Versa Note SR споживає близько 8 літрів бензину на 100 км або 234 гривень за цінами на 30,79 грн за літр (станом на 30.11.2019).

У поточний період система автотранспорту в Україні нараховує понад 9,2 мільйони транспортних засобів, включаючи 6,9 мільйонів легкових автомобілів (серед яких 15,507 - електромобілі), приблизно 250 тисяч автобусів, більше 1,3 мільйонів вантажівок та понад 840 тисяч мототранспортних засобів [4]. Станом на 01.01.2019 року, частка "електромобілів" в Україні становить всього 0,1% від загальної кількості

автомобілів у країні (рис. 1.2). Для порівняння: у Великобританії зареєстровано 170 тисяч електромобілів, але це також лише 0,5% від загальної кількості автомобілів у королівстві. Загалом, по всьому світу цей показник становить 0,3% [5].



Рисунок 1.2. Структура легкових автомобілів України

Однією з основних переваг електричних автомобілів є їхній нульовий викид шкідливих речовин у атмосферу. У порівнянні з традиційними бензиновими чи дизельними авто, електричні машини виробляють менше вуглекислого газу, оксидів азоту та інших шкідливих речовин.

Зростання популярності електричних автомобілів зумовлене також технологічним прогресом у сфері акумуляторних батарей. Сучасні технології дозволяють створювати батареї з великою ємністю та довгим терміном служби. Це робить можливим значний пробіг електромобілів на одному заряді, що зменшує обмеження їхнього використання.

Однак, на шляху до повного переходу до електричних автомобілів існують певні виклики. Інфраструктура для зарядки та відсутність стандартів у цій галузі можуть гальмувати швидкі темпи впровадження. Важливо вирішити питання доступності та швидкості зарядки, а також вдосконалити технології для подовження терміну служби батарей.

Загалом, електричні автомобілі є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Вони можуть вирішити численні проблеми, пов'язані з екологічними викликами, забезпечуючи транспортний засіб, який ефективний, чистий та екологічно безпечний. Залучення урядів, приватних компаній та населення у вирішення цих завдань стане ключовим моментом для успіху переходу до екологічності та сталості в автомобільній промисловості.

Література

1. Global EV Outlook 2019. IEA webstore : веб-сайт. URL : <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019> (дата звернення: 12.11.2023).
2. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Державна служба статистики України : веб-сайт. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 12.11.2023).
3. Крючкова В. В., Марченко Ю. В., Гринь С. А. Електромобіль. Його особливості та переваги з точки зору екології. Молодий вчений. 2016. №. 12. С. 44-46.
4. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Міністерство інфраструктури України : веб-сайт. URL : <https://mtu.gov.ua/content/statistichnidani-ro-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>
5. Ширяєва Н. В., Клепиков Д. С. Дослідження ринку електромобілів та перспективи його розвитку : дис. Центр фінансово-економічних наукових досліджень, 2018.

УДК 656

В. О. Мисак, А. Й. Матвіїшин, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МАРШРУТІ «ТЕРНОПІЛЬ-ГДАНСЬК»

V. O. Mysak, A. Y. Matviyishyn, Ph.D., Assoc. Prof.

RESEARCH AND IMPROVEMENT OF INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPORTATION ON THE "TERNOPIL-GDANSK" ROUTE

Транспортний комплекс є важливою складовою у структурі економіки України. Ефективне функціонування державної транспортної системи та включення її у європейську й світову транспортні мережі сприяють вирішенню найважливіших завдань сьогодення та дозволяє збільшити обсяги міжнародних перевезень. Опціональні управлінські рішення та постійний контроль мають забезпечити ефективність функціонування підприємств транспортної галузі, які займаються міжнародними пасажирськими перевезеннями. Покращення матеріального і культурного рівня народу збільшує кількість спеціалізованого рухомого складу, реконструкцію існуючих і будівництво нових автомобільних доріг, автовокзалів і пасажирських автостанцій, сприяє підвищенню потреб населення в пересуванні. Автобусами щорічно перевозиться більше трьох мільярдів пасажирів, що в три рази перевищує об'єм перевезення всіх інших видів транспорту. Важливим напрямком державного регулювання транспортного забезпечення зовнішньоекономічної діяльності є дотримання Україною валютно-тарифної політики на світовому транспортному ринку. Створені автотранспортні підприємства різних форм власності здійснюють пасажирські автоперевезення до 43 країн світу і деякі з них мають угоди із зарубіжними країнами про зворотні послуги, що сприяє розширенню ринку автотранспортних послуг України. На сучасному етапі одним з невідкладних завдань є забезпечення науково-технічного розвитку транспортної галузі України. Транспорт являється однією із найважливіших сфер у економіці України. Без нього є неможливе покращення економічної співпраці з іншими країнами та ефективна робота у структурних змінах економіки також вагомою функцією яка безпосередньо впливає на економіку виступає задоволення потреб виробництва та населення у різних видах перевезення. Держава в свою чергу регулює автотранспортні послуги за допомогою ліцензування даної діяльності. Органом що забезпечує ліцензування такої діяльності виступає – Укртрансбезпека – Державна служба України з безпеки на транспорті. Компанії, що мають намір здійснювати міжнародні транспортні перевезення повинні відповідати спеціальним Ліцензійним умовам, що встановлені Кабінетом Міністрів України від 2015 року. До таких умов при здійсненні міжнародних перевезень належить наявність матеріально-технічної бази, наявність автобусів відповідного класу до норм Євросоюзу, вимоги до кваліфікації персоналу, а саме до медпрацівників, що здійснюють медичні огляди водіїв, відповідна освіта та стаж працівників технічного відділу та наявність фахівця з організації перевезень що відповідає за їх безпеку. З огляду на усі умови здійснення міжнародних перевезень, можна зробити висновок, що дана сфера перевезень є дуже складною і її ефективна робота залежить від злагодженої роботи усіх працівників транспортної підприємства. Дані перевезення та їхня ефективна робота наразі є дуже актуальними, оскільки забезпечення ефективності міжнародних перевезень пасажирів і якості логістичного управління процесами АТП є актуальним та потребує негайного вирішення. Збільшення ефективності галузі транспорту залежить від покращеної організації систем автомобільного транспорту у міжнародних перевезеннях. Україна є транзитною країною з вигідним сполученням. Сполучає держава захід та схід Європи. Перевезення пасажирів та вантажів через територію України відбувається через транспортні коридори. Міжнародний транспортний коридор – це комплекс надземних та водних транспортних магістралей з відповідною інфраструктурою на визначеному напрямку включаючи допоміжні споруди, під'їзні шляхи, прикордонні переходи, технічні споруди, законодавчі та нормативні акти, які забезпечують перевезення вантажів та пасажирів на рівні, що відповідає вимогам європейського співтовариства. Досвід економічно розвинутих країн показує те, що транспортні перевезення та транспортна галузь повинна йти на крок уперед до потреб людства, які в свою чергу постійно збільшуються, тобто мати певний запас потужностей на випадок виникнення непередбачених умов та потреб.

Література

1. Волошина С. В. Дослідження особливостей організації міжнародних пасажирських перевезень. / С. В. Волошина // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 17-18 листопада 2016 року. - Т. : ТНТУ, 2019. - Том 1. - С.346-347. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. – 272 с.
2. Закон України „Про автомобільний транспорт”, №2344-III, Про оподаткування прибутку підприємств”
4. Закон України „Про податок на додану вартість”
5. В.Я. Савченко, В.А. Гайдукевич Транспорт і шляхи сполучення. М.: - Транспорт, 2007р.
6. Ю.Ф. Гутаревич Охорона навколишнього середовища від забруднення. М.: - Транспорт, 2011р.
7. Конспект лекцій з дисципліни „ Основи економіки транспорту ” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // Попович П.В., Шевчук О.С., Гаврон Н.Б. / ТНТУ ім. І. Пулюя.-Тернопіль 2017.- 147с.

УДК 621.891

А. Б. Гупка доцент, к.т.н., , В. С. Дехтяренко, І. І. Драбчук, Ю. І. Івасечко
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ

A. B. Gupka Assoc. Prof, Ph.D., , V. S. Dekhtyarenk, I. I. Drabchuk, Yu. I. Ivasechko
PROBLEMS OF FRICTION AND WEAR OF CAR TIRES

TECHNOLOGICAL METHODS OF ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF HEAVY-LOADED VEHICLE TRICOUPLS

Сучасний етап розвитку техніки характеризується підвищеними вимогами до якості робочих поверхонь, надійності та довговічності машин і механізмів в цілому. Неврахування даних параметрів на етапі конструювання, відхилення від заданої технології оброблення, використання невисокоякісних матеріалів, неоптимальні режими експлуатації приводять до великих матеріальних та енергетичних затрат. Для сучасного сільськогосподарського машинобудування характерна підвищена енергонапруженість і важкі умови експлуатації пар тертя. Першочергового значення набуває проблема підвищення поверхневої міцності і зносостійкості деталей машин (конструкторські та технологічні засоби), а також використання мастильних матеріалів (експлуатаційні засоби), які забезпечують їх нормальну експлуатацію.

Враховуючи специфічні умови роботи розглядуваних важко навантажених вузлів тертя, інколи використання конструкторських та експлуатаційних засобів управління процесами активації та пасивації в зоні фрикційного контакту не завжди прийнятне. Тому в даній роботі досліджувались технологічні методи підвищення поверхневої міцності, зокрема методи зміцнюючої технології. Приведено результати комплексного експериментального дослідження по встановленню якісних закономірностей трибологічних взаємодій, кореляції діапазону структурної пристосовуваності (СП) і критичних точок взаємо переходу процесів припрацювання – СП – об'ємна деструкція, рівнів адаптивності, значень основних триботехнічних (інтенсивність зношування I , коефіцієнт тертя μ , температура T), структурно-енергетичних (питома робота руйнування AP , температурна енергоємність трибосистеми EQ) характеристик процесів тертя та зношування під впливом технологічних факторів (методів зміцнюючої технології).

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 трибоспрямижень 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 629.113

В. В. Романський, М. А. Дмитрів

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЛИКІВ ГАЛЬМІВНОГО СТЕНДУ

V. V. Romanskyi, M. A. Dmutriv

IMPROVING THE QUALITY OF BRAKE STAND ROLLERS

Постійно зростаючий інтерес до практичного використання полімерів та полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) у машинобудуванні обумовлений поєднанням у них наступних факторів: здатністю до заміни у багатьох вузлах техніки кольорових металів та сплавів, легованих сталей та інших традиційних конструкційних матеріалів на ПКМ за рахунок високих пружно-міцних характеристик, простоти виготовлення та переробки у готові вироби; можливістю економії та повторного використання сировини; спрощенням конструкції вузлів, технологій їх виготовлення та обслуговування; у ряді випадків підвищенням експлуатаційних характеристик та ін. Особливо перспективне застосування ПКМ у рухомих з'єднаннях, де не застосовується мастило, проте обмежені фізико-механічні властивості застосовуваних у трибосполученні полімерів не задовольняють всьому діапазону навантажень, що виникають у таких вузлах, що є серйозною перешкодою до їх більш широкого використання у сучасних машинах у широкому інтервалі умов їх експлуатації. У той же час, на відміну від більшості конструкційних матеріалів (м'яких сталей, чавунів, фрикційних та антифрикційних бронзових сплавів, бабітів, залізографітових композитів), спектр модифікації властивостей полімерів ширший, що дозволяє цілеспрямовано управляти властивостями ПКМ залежно від умов його експлуатації, матеріалознавчих цілей або запитів сучасної техніки та технологій.

У зв'язку з цим пошук нових способів модифікації полімерів та розробка композитних, металополімерних та полімер-полімерних матеріалів на його основі з комплексом покращених експлуатаційних та технологічних характеристик є актуальною проблемою у галузі створення ПКМ триботехнічного призначення.

На станціях технічного обслуговування машин широко використовуються роликівий гальмівний стенд СТМ 3500 М, в якого під час експлуатації інтенсивно зношуються ролики, тому використання композитних матеріалів значно збільшить строк його експлуатації.

Провівши ряд експериментів дослідно встановлено, що, що міцнісні та більшою мірою деформаційні властивості композицій сильно залежать від вмісту наповнювачів, при цьому композитах з PbO и Pb_k при спіканні на повітрі та композитах з PbO_2 , отримані у відновлювальній атмосфері, змінюють свої параметри у вузькому інтервалі (10-20) мас. % наповнення, що свідчить про зміни у структурі даних композитів. У всіх інших випадках спостерігається зменшення механічних властивостей у міру збільшення вмісту наповнювача, але різною мірою в залежності від типу наповнювача. При цьому за властивостями міцності ряд композитів перевершує промисловий матеріал Ф4К20.

Аналіз отриманих експериментальних результатів (рис. 1) свідчить про те, що інтенсивність зношування визначається природою та типом наповнювача. Оптимальна кількість кожного вибраного наповнювача (за винятком Pb), що призводить до мінімального зносу ПКМ на основі ПТФЕ, коливається в межах 40-50 мас. %.

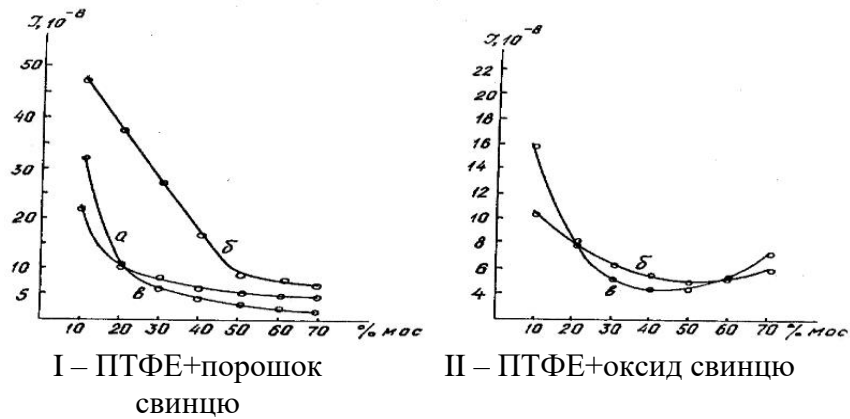


Рисунок 1. Концентраційні залежності інтенсивності зношування композицій при спіканні у різних газових середовищах: а – повітря, б – дисоційований аміак, в – аргон. Час випробувань 1 година

При випробуванні на тертя виявлено також одну специфічну особливість для композицій з 70 мас. % *Pb*, спечених у відновлювальній атмосфері: для даної композиції коефіцієнт тертя у початковий період роботи дорівнював 0,20–0,21, але до кінця випробувань спостерігалось значне його зростання до 0,34. Після експерименту при візуальному огляді на сталевих контртілах було виявлено покриття з характерним блиском свинцевим (рис. 2). Це спостерігалось і для композицій з меншим наповненням, але при триваліших випробуваннях. Товщина такого покриття досягала 0,5 мм. Проте на контртілах після 8 годин випробувань з фторопластовою втулкою, з 50 мас. % PbO_2 такого не відбувалось і втулка мала такий же вигляд як і до початку випробувань (Рис. 3).



Рисунок 2. Поверхня сталюого контртіла після 1,5 годин випробувань з фторопластовою втулкою, з 70 мас. % *Pb* (спікання в середовищі дисоційованого аміаку)



Рисунок 3. Поверхня сталюого контртіла після 8 годин випробувань з фторопластовою втулкою, з 50 мас. % PbO_2 . Діаметр контртіл 24,5 мм

Враховуючи усе вище сказане можна зробити висновок, що використання полімерних композитних матеріалів випробувань з фторопластовою втулкою, з 50 мас. % PbO_2 є досить ефективним та значно продовжить термін служби роликів.

Література

1. Мікульонек І. О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин : монографія. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 243 с.
2. Радченко Л. Б. Переробка термопластів методом екструзії : монографія. Київ : ІЗМН, 1999. 220 с.

УДК 621.01

В. О. Зажинський, М. П. Дерлиця

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНЕ СПОРЯДЖЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГАЙОК

V. O. Zazhinsky, M. P. Derlutsa

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR THE MANUFACTURE OF SCREW NUTS

Для розточування гвинтових гайок (ГГ) використовується спеціальна конструкція пристрою тримача ГГ, яка забезпечує базування за зовнішньою поверхнею і надійну фіксацію ГГ без проковзування, повертання та згинання. Тому, можна вважати, що для точіння деформація ГГ здійснюється лише за рахунок власної зведеної пружності, розрахованої в місці контакту різця із заготовкою.

Спосіб розточування ГГ реалізується після підготовки базової поверхні проточуванням за зовнішньою поверхнею. Деталь встановлюють у спеціальний пристрій (рис. 1) затисканням у внутрішньому його отворі буртиком притискного диску.

Пристрій для розточування виконано у вигляді оправу 1, в середину якої вміщено гвинтову гайку 2, яку підтиснуто буртиком притискного диску 3 за допомогою болтів 4, розміщених рівномірно по колу його зовнішнього діаметру. З протилежного боку ГГ 2 від притискного диска 3 виконано циліндричну виїмку 5 для виходу інструменту, а притискний диск відносно торця оправу встановлено із зазором S.

Базування та закріплення ГГ 2 у внутрішньому отворі оправу 1 здійснюється у розтягнутому стані, оскільки, з розтягуванням гвинтової заготовки на крок її зовнішній діаметр зменшується. Попередньо проточену за зовнішнім діаметром заготовку встановлювали в оправу 1 і стискували притискним диском 3 з використанням болтів. Зовнішній діаметр ГГ збільшується, остання затискується в оправу зусиллям затиску більшим від зусилля різання для розточування. Внутрішній діаметр оправу 1 вибирали з умови, що він повинен бути меншим зовнішнього діаметру готової деталі на 0,5-2 мм для зручності встановлення та зняття деталі з пристрою.

Величину стискування гвинтової деталі вибираємо за умови рівності величини зазору між зовнішнім діаметром заготовки та внутрішнього діаметра оправу.

Після проточування потрібно нарізати різь у деталі.

Для нарізання різі в навитих деталях з мінімальним кроком, тобто рівним товщині стрічки застосовували пристрій (рис. 2), який забезпечує розширення технологічних можливостей і нарізання різі в ГГ за внутрішнім діаметром. Процес здійснюється обертотним переміщенням заготовки і відносним рухом різця паралельно осі заготовки.

Між витками заготовки встановлено підпірну гайку, товщина витків якої рівна товщині витків заготовки гайки. Внутрішній діаметр підтискової гайки менший діаметру різі навитої заготовки за внутрішнім діаметром на дві висоти різі. Притиск заготовки здійснюється торцем різі фланця 6. Крок переміщення різця в напрямку осьової подачі дорівнює кроку різі. Крім цього, перед нарізанням різі заготовку розточують за внутрішнім діаметром різцем.

Пристрій для нарізання різі у ГГ виконано у вигляді оправу 1, всередині якої нарізана різь 2, в канавку якої встановлено ГГ 3 з кроком, що дорівнює двом товщинам витка заготовки, і глибиною більшою довжини ГГ 3 на 2-3 витка, середній внутрішній діаметр різі дорівнює зовнішньому діаметру заготовки. Між сусідніми витками деталі 3 встановлено підпірну гайку 4, аналогічної конструкції заготовки гайки з внутрішнім

діаметром, меншим величині двох висот різі гайки. Притиск гайки 3 здійснюється торцем різі фланця 5, який вкручується в різьбовий отвір оправи різцю 6 і кріпиться до її фланця болтами 7, що встановлено в радіусні пази 8, розміщені рівномірно по колу. В торцевій частині оправи виконано циліндричну виїмку 9 глибиною, достатньою для виходу різця 10 і діаметром, більшим внутрішнього діаметра підпірної гайки.

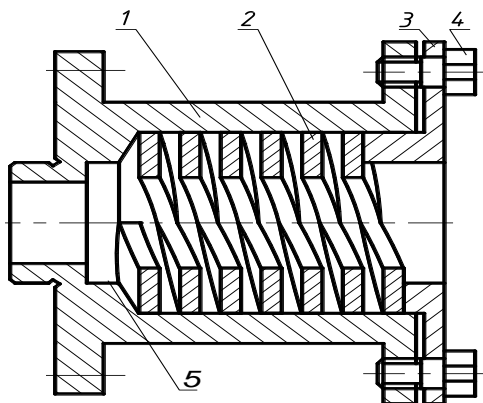


Рисунок 1. Пристрій для розточування ГГ

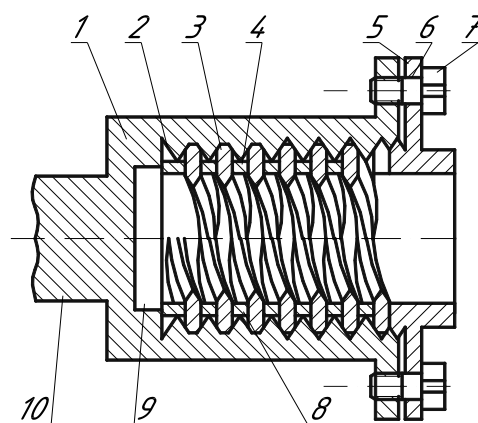


Рисунок 2. Пристрій для нарізання різі у ГГ

Для виходу стружки з внутрішньої порожнини оправи 2 рівномірно по колу на довжину заготовки 3 виконано три наскрізні пази.

Нарізання різі у ГГ проходить наступним чином. У впадини різі 2 вкручується ГГ з проточеним зовнішнім діаметром. При цьому, між сусідніми витками заготовки 3 утворюється гвинтовий простір, в який вкручується підпирна гайка 4 аналогічної довжини і товщини з діаметрами зовнішньої і внутрішньої поверхні, які забезпечують якісне виконання технологічного процесу нарізання різі у заготовці.

Після цього гвинтова заготовка 3 затискується торцем різі 6 фланця 5, яка закручується у різь 2 корпусу 1.

Фіксація і закріплення фланця 5 здійснюється болтами 7, які встановлено в пази 8 і вкручено в отвори корпусу 1.

В отвір фланця 5 вводиться різець для розточування виткої заготовки. Включають верстат і оправа 1 обертається, за лімбом верстату виставляють різець, виключається осьова подача і здійснюють процес розточування внутрішнього діаметру. Після цього здійснюється заміна різця 10 на різевий. Виставляють діаметр різі та крок, включають верстат і здійснюється процес нарізання різі. Після завершення процесу нарізання різі відкручують болти 7, фланець 5 викручують з різі 2 і вити заготовку 3 разом з підпірною частиною 4. При цьому стружка, яка утворилася під час розточування та нарізання різі відводиться разом з гайкою, а частина через вікно 11 спадає в піддон верстату.

Література

1. Krdmengtr H., Ullrich M.: Untersuchungen fn oinem Schaeckenverbampfer. Chem. Ing.-Techn., 1970.- s. 1 - 9.
2. Гевко Б.М., Пилипець М.І., Данильченко Л.М. Технологія виготовлення спіралей шнеків // Збірник наукових праць Національного аграрного університету.- "Механізація сільськогосподарського виробництва".-Т.IV.- К.: Вид-во НАУ, 1998. – С. 237-238.

УДК 629.113

Ю. І. Войчишин¹, Ю. В. Гай¹, О. З. Горбай¹, докт. техн. наук, проф.,
К. Е. Голенко², канд. техн. наук.

(¹ Національний університет «Львівська політехніка», Україна)

(² Хмельницький національний університет, Україна)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВОДІЯ АВТОБУСА В ТЕПЛУ ПОРУ РОКУ

Y. I. Voichyshyn, Y. V. Hay¹, O. Z. Horbay, Prof., Dr., K. E. Holenko, PhD.
STUDY OF MICROCLIMATE INDICATORS OF A BUS DRIVER'S
WORKPLACE IN THE WARM TIME OF THE YEAR

При дослідженнях мікроклімату салону КТЗ, що перевозить в великих кількостях пасажирів, а саме міських автобусів важливу увагу слід приділяти середовищу та умовам праці водія. При експлуатації автобуса на маршруті водій повинен мати забезпечений комфорт на своєму робочому місці, адже при порушеннях мікрокліматичних показників та інших параметри комфортності, можливі небажані реакції організму водія, а саме підвищення сонливості, роздратованість, швидка втомлюваність та т. п. Це все може спричинити ДТП.

Для дослідження мікроклімату робочого місця водія міського автобуса використано, розроблений для такого типу досліджень експериментальний комплекс на базі мікроконтролера Arduino. Розроблений комплекс включав наступні датчики: швидкості руху повітряних потоків, температури, вологості та якості повітря. Для замірів температури і вологості вибрано датчик DHT11, який генерує відкалібрований цифровий вихід. Для визначення швидкості переміщення повітряних мас вибрано модель DFRobot F1031V, який дозволяє визначити швидкість потоку у газовому середовищі, точніше в каналі потоку, використовуючи термодинамічний принцип. Аналіз якості повітря здійснювався CCS811, який представляє собою модуль цифрового газового датчика, що визначає широкий діапазон загальних органічних сполук (TVOC), включаючи еквівалентні рівні діоксиду вуглецю (eCO₂) та eCO.

Метою даних досліджень було отримання експериментальним шляхом в теплу пору року параметрів мікроклімату на робочому місці водія міського автобуса Електрон А185 згідно з розробленою методикою і порівняння їх з результатами моделювання.

Датчики температури і вологості були встановлені в наступних точках: на рівні ніг, поясу та голови водія, а також в місці надходження холодного повітря (біля квартирки водія). Датчик кількості повітря був встановлений в зоні дихання водія, ним було виміряно кількість повітря, яка потрапляє в зону дихання водія. Крім перелічених вимірювань також проходили заміри рівня CO₂.

Результати вимірювань показано на рис. 1. Позначення зон відповідно до індексів: 1 – зона ніг, 2 – зона поясу, 3 – зона голови, 4 - зона надходження холодного повітря.

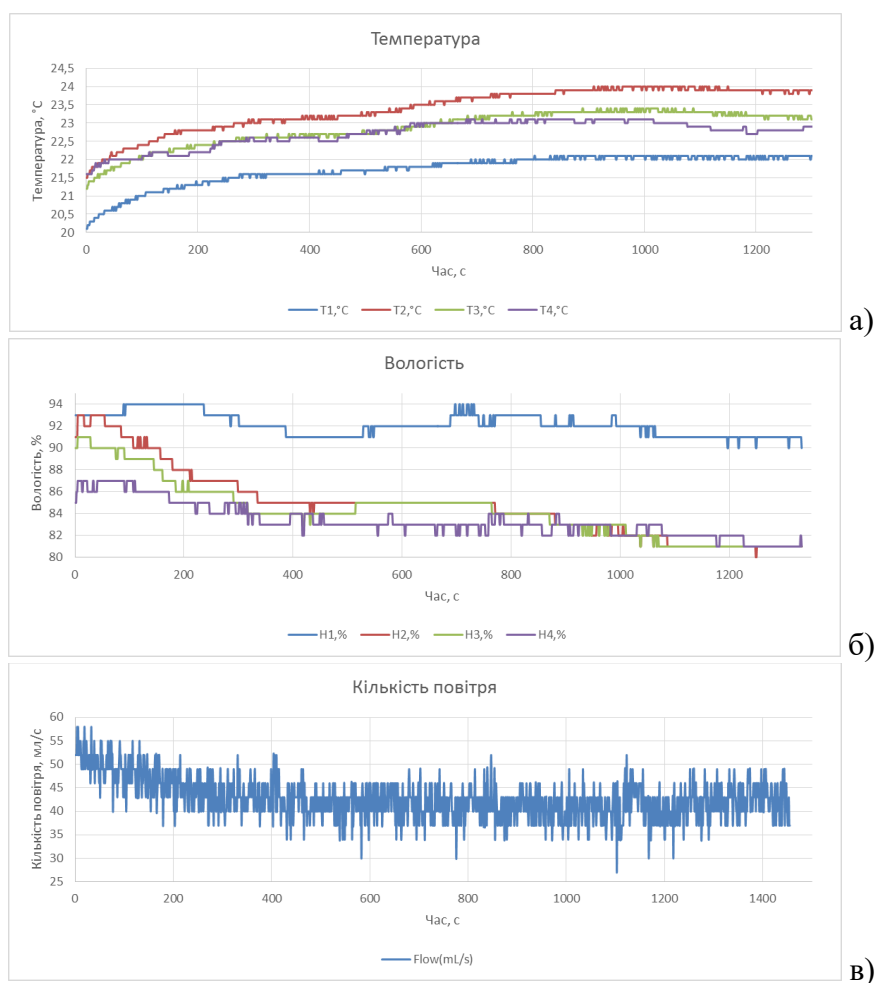


Рисунок 1. Результати вимірювань

Видно, що діапазон температури (рис. 1а) в кабіні водія відповідає в більшості нормам [1] ($21-22^{\circ}\text{C}$), тільки в зоні поясу трішки температура є підвищеною ($\pm 23-23,5^{\circ}\text{C}$), тобто з цього випливає, що кабіна водія має досить добру природну вентиляцію, оскільки без використання кондиціонера, враховуючи те, що зовнішня температура становила $\pm 25^{\circ}\text{C}$, температура повітря в кабіні водія автобуса зберігається сталою.

Щодо вологості (рис. 1б), то ми бачимо, що значення вологості повітря в точках вимірювання перевищують нормативні (80-90%) при зовнішній вологості повітря $\pm 85\%$. Тільки в зоні ніг водія значення вологості є завищеним та становить 92-94%.

По кількості повітря бачимо (рис. 1в), що вона здебільшого залишається сталою в межах приблизно 40-55 мл/с.

Кількість рівня CO_2 в одиниці об'єму в повітрі становить 400 ppm. Згідно [2] результати вимірювань показали, що рівень CO_2 на робочому місці водія знаходиться в межах оптимальної норми.

Література

1. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 (EN ISO 7730:2005, IDT). Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. [Чинний від 2013-07-01]. Вид.офіц. Київ: Мінрегіон України, 2011. 74 с.

2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид.офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 147с.

УДК 656.073.7

С. С. Рожко, Н. Я. Рожко д.е.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ В ЛОГІСТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

S. S.Rozhko, N. Y. Rozhko, Dr. Sci. (Econ.), Assoc. Prof.

THE ROLE OF INFORMATION SOFTWARE PRODUCTS IN THE LOGISTICS ACTIVITIES OF A TRANSPORT ENTERPRISE

В даний час автомобільний транспорт має найбільшу поширення серед інших видів транспорту. Нарівні з іншими інфраструктурними послугами, автомобільні вантажоперевезення вносять свій вагомий внесок у виробництво і торгівлю товарами і рядом послуг. Крім того, цей сектор відіграє основну роль в інтеграції ринків.

Існує величезна різноманітність видів послуг з міжнародних автомобільних перевезень вантажів, що надаються з точки зору частоти поїздок, складності, відстані і використовуваних транспортних засобів.

Наприклад, міжнародні автомобільні вантажні перевезення між Бельгією та Нідерландами є регулярними, простими (через відсутність прикордонного контролю в Європейському Союзі), відбуваються на коротких відстанях і не завжди припускають повну завантаженість транспортних коштів.

Для порівняння, перевезення між Європою і Азією, як правило, є дуже складними (через численні перетинів кордону), здійснюються на дуже великих відстанях з використанням, як правило, максимально завантажених автопоїздів, що мінімізують питомі витрати на транспортування [1, с. 30].

Тому, здійснення зовнішньоекономічних логістичних процесів і операцій потребує централізованого управління, а управління потребує періодичної оптимізації при умовах, що змінилися діяльності підприємства або зовнішнього середовища.

Наведемо основні елементи, інтеграція яких потрібна для оптимізації управління логістикою:

планування зовнішньоекономічних логістичних операцій з плануванням діяльності всього підприємства;

інформаційні технології, котрі використовуються в області логістики, з інформаційними технологіями всього підприємства;

операції з міжнародної транспортної логістики поєднані з іншими операціями, що здійснює підприємство;

інформаційні технології з компаніями-партнерами.

Інноваційні підходи і рішення, засновані на застосуванні організаційних перетворень, а також впровадженні сучасних продуктів інформаційно-комунікаційних технологій, є фактором успіху і збереження позицій на конкурентному ринку.

Фахівці говорять про те, що поряд з організаційними змінами, застосування продуктів інформаційно-комунікаційних технологій є суттєвою конкурентною перевагою, яке дозволяє справлятися з зростаючим обсягом виробництва або збуту товарів або послуг, а також розвиватися і розширювати діяльність підприємства.

Тому, інноваційні підходи та організаційні зміни є важливим елементом процесу транспортної логістики підприємств, які здійснюють зовнішньоекономічну діяльність.

Одним з таких інноваційних продуктів є ERP (англ. Enterprise Resource Planning System) - інтегроване програмне забезпечення для управління внутрішніми і зовнішніми ресурсами компанії, яке створює єдине інформаційне поле.

Впровадження системи планування ресурсів підприємства ERP підсилює потік інформації для внутрішніх менеджерів і зовнішніх зацікавлених сторін і покращує корпоративне управління компанії. ERP допомагає не тільки створити повну, точну і своєчасну систему інформаційного потоку, але і виробляти більш стандартну інформацію для внутрішніх і зовнішніх зацікавлених сторін, що робить рівні управління і зацікавлених сторін більш прозорим.

У той же час, впровадження ERP надає точну і своєчасну гарантію інформації. Хоча, не всі компанії однаково готові або зацікавлені в реалізації ERP.

Так, одним з інноваційних продуктів в цій сфері є програма ERP Моноліт. Вона забезпечує вирішення низки взаємопов'язаних транспортно логістичних і облікових завдань:

контролює накопичення витрат на утримання автопарку;

аналізує витрати аутсорсингової транспортної компанії;

планує бюджет витрат на транспорт;

оптимізує роботи рухомого складу (вибір постачальника, транспортних послуг, вибір оптимального маршруту, диспетчеризація завантаження).

З погляду експортерів-відправників вантажів, необхідно, щоб транспортні компанії надавали логістичні послуги, які враховують: - гнучкі тарифи; - невеликі терміни доставки; - забезпечення інформації про доставку; - можливість складувати товар для подальшої доставки; - переадресацію замовлення; - можливість організувати систему стеження за проходженням замовлення. Транспортно-логістичне забезпечення експортної діяльності має бути спрямоване на: - визначення спеціалізованих транспортно-логістичних потреб, стану й динаміки попиту на експедиційні послуги; - оцінку системи транспортно-логістичного обслуговування на відповідність вимогам клієнтури, структурі транспортного попиту, виходячи з тенденцій ринку. - вивчення системи організаційно-економічної взаємодії учасників спеціалізованого транспортно-експедиційного обслуговування перевезень вантажів підприємств.

Підводячи підсумок аналізу, ще раз зазначимо, що ринок транспортно-логістичних послуг в даний час активно розвивається в зв'язку з розширенням господарських зв'язків та міжнародної кооперації. На сьогоднішній день одним з ключових питань, що стоять перед транспортними логістами організацій, що здійснюють зовнішньоекономічну діяльність, є проблема правильного керування транспортними засобами, звикористанням усіх сучасних технологій.

Таким чином, для комплексної оптимізації логічних процесів будь - якого підприємства, в т.ч. і здійснює зовнішньоекономічну діяльність, необхідно враховувати всі загрози і ризики галузі, її слабкі місця, а також застосовувати досягнення століття технологій - різні інформаційні програмні продукти.

Література

1. The Future of the Supply Chain: Emerging Trends and Innovations : Supply Chain Technology News. URL: <https://supplychaintechnews.com/index.php/technology/the-future-of-the-supply-chain-emerging-trends-and-innovations> (Last accessed 14.02.2023).

2. Building the Movement : B Lab website URL: <https://www.bcorporation.net/en-us/movement> (Last accessed 14.02.2023).

УДК 656.072

Д. Д. Радько, Н. Я. Рожко, докт. екон. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АКТУАЛЬНІСТЬ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ УКРАЇНИ

D.D. Radko, N.Y. Rozhko, Dr., Assoc. Prof.

RELEVANCE OF INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPORTATION FOR UKRAINE

Розвиток міжнародних автомобільних пасажирських перевезень в країнах ЄС був значним у останні десятиліття. Європейський Союз встановив спільні правила та стандарти для автомобільного транспорту, що сприяє збільшенню обсягів міжнародних перевезень.

Одним з основних факторів розвитку є вільний рух людей в межах ЄС. Громадяни країн Європейського Союзу можуть подорожувати без віз в інші країни ЄС, що сприяє зростанню туризму та бізнес-подорожей. Це призводить до збільшення попиту на автомобільні пасажирські перевезення між країнами ЄС.

Крім того, розвиток інфраструктури автодоріг у країнах ЄС сприяє зручності та швидкості автомобільних перевезень. Завдяки розширенню та покращенню дорожньої мережі, подорожі стають більш комфортними та швидкими.

Також, разом з розвитком міжнародних автомобільних пасажирських перевезень з'являються й проблеми. Найбільш поширеними з них є затори на автомагістралях та перевантаження доріг. Це може призвести до затримок у поїздках та незручностей для пасажирів.

Однак, уряди країн ЄС активно працюють над вирішенням цих проблем шляхом покращення дорожньої інфраструктури та впровадження технологій "розумних доріг". Такі заходи допомагають зменшити затори та покращити ефективність автомобільних перевезень.

У таблиці 1 представлено пасажирообіг автомобільного транспорту за 2016 - 2021 рр. України та п'яти країн ЄС.

Таблиця 1. Пасажирообіг автомобільного транспорту за 2016 - 2021 рр. України та країн ЄС: Фінляндії, Чехії, Італії, Франції, Німеччини, млн. пас.км [1].

Країна	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Україна	34555	35509	34560	33880	19092	18763
Фінляндія	66422	76002	75961	75861	72061	70760
Чехія	87257	90049	94193	97320	77771	96722
Італія	847244	885458	857727	875911	579844	633684
Франція	853942	860795	858872	851214	677341	769146
Німеччина	1048003	1015350	1013700	996500	866646	846687

Порівнюючи пасажирські перевезення України з іншими країнами ЄС, видно, що пасажирообіг автомобільного транспорту Фінляндії та Чехії більш ніж у 2 рази більший, ніж в Україні, пасажирообіг автомобільного транспорту Німеччини, Франції та Італії більш ніж у 24 рази більший, ніж в Україні (рис. 1).

Україні як майбутньому члену ЄС необхідно збільшувати міжнародні пасажирські перевезення, враховуючи особливості транспортної політики ЄС.

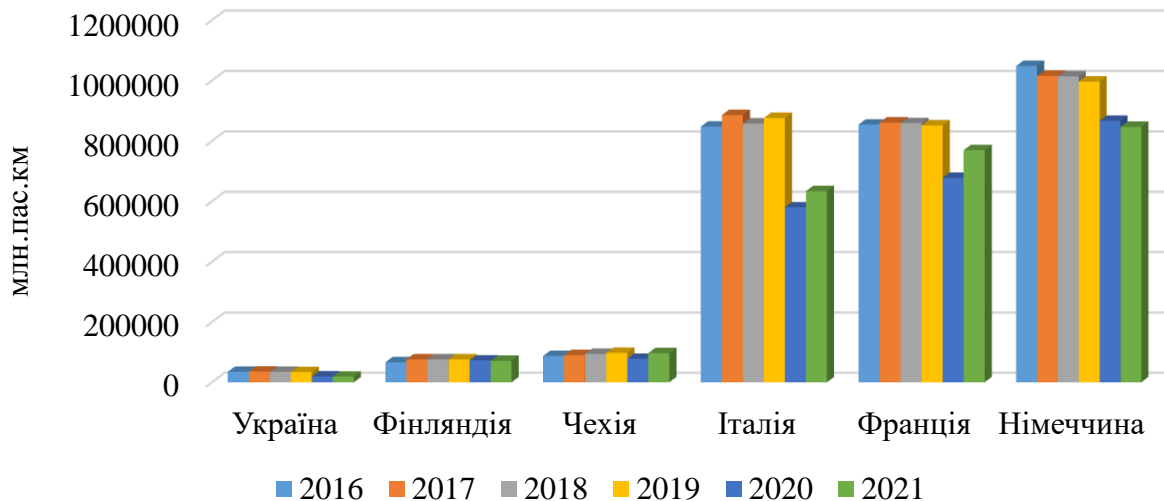


Рисунок 1. Пасажи́рообіг автомобільного транспорту за 2016 - 2021 рр. [1]

Транспортна політика ЄС спрямована на сприяння екологічно чистим, безпечним та ефективним подорожам за допомогою інтегрованих мереж з використанням усіх видів транспорту (наземного, водного та повітряного). Мобільність є фактором економічного і соціального життя. Вільне переміщення людей і товарів через внутрішні кордони є однією з фундаментальних свобод ЄС і його єдиного ринку [2].

Міжнародні автомобільні пасажирські перевезення є актуальними в Україні з кількох причин:

По-перше, зростає потреба у глобальній мобільності. Все більше людей подорожують за кордоном з різних причин, таких як туризм, бізнес чи навчання. Автомобільні перевезення надають їм зручний спосіб переміщення, оскільки можуть бути гнучкі щодо маршруту та графіку.

По-друге, автомобільні перевезення мають важливе значення для зв'язку між Україною та сусідніми країнами, такими як Польща, Словаччина, Угорщина та інші. Вони забезпечують можливість для громадян обох країн перетинати кордон та відвідувати родичів, ділові зустрічі, туристичні подорожі та інші цілі.

По-третє, міжнародні автомобільні пасажирські перевезення мають економічне значення для України. Вони забезпечують робочі місця для транспортних компаній та сприяють економічним зв'язкам між Україною та іншими країнами, сприяють розвитку туристичної індустрії.

Нарешті, міжнародні автомобільні перевезення є зручним та доступним способом для українців подорожувати за кордоном. Вони дозволяють перевозити багаж та особисті речі, а також забезпечують комфорт та приватність пасажирів.

Таким чином, міжнародні автомобільні пасажирські перевезення є актуальними в Україні для забезпечення мобільності, зв'язку та економічного розвитку між країнами.

Література

1. Транспорт України 2022. Статистичний збірник. Державна служба статистики України, Київ, 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/10/zb_Trans_22.pdf – с.92.
2. Транспорт у Європейському союзі: поточні тенденції та проблеми. ECE/TRANS/2019/9. UNEC for Europe. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://unece.org/DAM/trans/doc/2019/itc/ECE-TRANS-2019-9r.docx>.

УДК 621.891

А. Б. Гупка канд. техн. наук, доцент, Д. О. Ковальчук, І. А. Луциків
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОБЛЕМИ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

А. В. Gupka Ph.D. Assoc. Prof, D. O. Kovalchuk, I. A. Lutsyiv
PROBLEMS OF FRICTION AND WEAR OF CAR TIRES

Для ефективного виконання перелічених функцій, автомобільна шина повинна являти собою досить складну конструкцію. Схема контакту між твердим та шорстким покриттям і еластичною шиною показано на рисунку 1. Якщо до еластомеру (шини) послідовно прикласти нормальне та дотичне навантаження, то в місцях дотику (ΔA_{ri}) виникають пружні нормальні реакції: $W = \sum_{i=1}^M \Delta A_i \cdot P_i$

Де P_{ri} – величина тиску на площадці фактичного контакту.

Прикладання тангенціальної сили викликає опір адгезійних сил. $T = \sum_{i=1}^M T_{ri}$

Де T_{ri} – адгезійні сили в кожній точці контакту, $T_{ri} = \tau \Delta A_i$ (τ – питома адгезійна сила тертя).

Після початку руху, крім адгезійного опору переміщенню появляється також деформаційний опір, оскільки відновлення деформації еластомера затримується (в'язка пружність). Дана деформація являє собою гістерезисну складову процесу тертя. Таким чином, сумарна сила тертя автомобільної шини при контакті із дорожнім покриттям рівна. $T = T_{\text{адгезійна}} + T_{\text{гістерезисна}}$

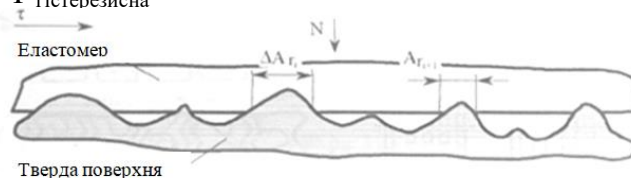


Рисунок 1. Схема утворення сили тертя при контакті автомобільної шини із твердим шорстким покриттям

Із врахуванням вище приведеного формується рисунок протектора автомобільної шини. Головне призначення рисунка полягає в забезпеченні відводу вологи із зони контакту шини з покриттям, при цьому зменшується загальна площа контакту і зменшується ефективне значення коефіцієнта тертя. Під час тормозіння або розгону автомобіля, в передній частині зони контакту проковзування відсутнє, при цьому виникає ковзання в її задній частині. Дані обставини визначають нестабільність сил тормозіння, або розгону і які змінюються в залежності від режиму вільного кочення до режиму ковзання заблокованого колеса, або роботи колеса в режимі тягового ковзання.

Реалізація режиму зчеплення шини колеса із покриттям залежить від швидкості, збільшення якої може повністю виключити зчеплення і викликати режим гідро планування. Якщо при цьому швидкість обертання колеса буде збільшуватись, то може наступити режим динамічного гідро планування. Процес зношування шини автомобіля характеризується наступними механізмами: абразивне зношування, втомне зношування, утворення роликподібних частин і їх відрив від поверхні протектора шини.

Відомо, що зношування виникає в наслідок проковзування в задній частині плями контакту але, як показує досвід, шини поворотної дії зношуються інтенсивніше порівняно із запряженими, де реалізується режими розгону і тормозіння. Таким чином поперечні проковзування мають більш інтенсивний вплив. З метою забезпечення безпеки руху та енерго зберігання розвиваються методи підвищення якості бутадієн-стерольного каучуку, методи підвищення міцності і довговічності металічної та ткенової арматури, а також методи створення оптимального рельєфу протекторів. Одним із важливих напрямків являється вдосконалення системи коліс, тормозних пристроїв, підвищення зносостійкості тормозних дисків, примінення проти заносних 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. Гулка, С.В. Лисенко, Д.О. Великодний / Масштабно-рівневий підхід до аналізу процесів в матеріалах трибоспрязень деталей мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки / Кропивницький : - Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник : Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2017.- Вип. 47 Час. 1. С. 52 - 58 с

УДК 621.891

А. Б. Гупка¹ доцент, к.т.н., В. В. Ляхта¹, В. Я. Рудий¹, О. І. Пришляк²

¹(Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна)

²(ВСП «ТФК ТНТУ», Україна)

Трибологічні принципи безперервного контролю процесів в зоні фрикційного контакту

A. B. Gupka Ph.D. Assoc. Prof, V. V. Lyakhta, V. Ya. Rudy, O. I. Pryshliak
TRIBOLOGY PRINCIPLES OF CONTINUOUS CONTROL OF PROCESSES IN THE AREA OF FRICTION CONTACT

Традиційні методи визначення характеристик зношування пар тертя ґрунтуються на прямому вимірюванні лінійного зношування деталей, що пов'язано з тривалим та трудомістким випробуванням, особливо в умовах нормального зношування. Ці методи не пов'язані з механізмами нормального тертя і відтворюють лише зовнішній кінцевий результат процесу – величину зношення за час випробування. При розв'язанні задач діагностики і прогнозування ресурсу працюючих вузлів тертя необхідно визначити миттєву швидкість зношування. Однак, традиційні методи дозволяють визначити лише середню швидкість зношування під час випробування між двома вимірюваннями. Крім цього, для визначення зношення цими методами необхідно розбирати вузли тертя.

У зв'язку з розвитком структурно-енергетичної теорії тертя і зношування появилась можливість розробляти трибологічні принципи неперервного контролю зношування пар тертя. У відповідності з цією теорією триботехнічні характеристики (сила тертя, швидкість зношування) визначаються властивостями вторинних структур (ВС). При цьому мають місце певні енергетичні співвідношення між роботою тертя і швидкістю зношування для кожного з видів зношування.

У відповідності з теорією запропоновані наступні трибологічні принципи неперервного контролю зношування пар тертя:

структурний принцип; структурно-кінетичний принцип; енергетичний (структурно-енергетичний) принцип.

При цьому контрольованими показниками служать енергетичні параметри тертя і структурно-чутливі характеристики, пов'язані з особливостями контактної взаємодії і структурного стану поверхонь тертя. Структурний принцип полягає в тому, що в процесі тертя контролюють утворення ВС і їх розподілення між спряженими поверхнями тертя. Цей принцип реалізований шляхом використання вентильного ефекту в контактній зоні, що труться, для контролю режиму тертя та поєднання типів ВС.

Встановлено, що вентильний ефект в парі тертя є динамічним ефектом. Ефект спостерігається в діапазоні нормального Мелано-хімічного зношування, причому випрямлений струм направлений від елемента пари тертя з більшою інтенсивністю зношування чи від елемента з I типом ВС.

При контролі режиму тертя через контакт деталей пропускають асиметричний змінний струм і вимірюють результуючу постійну складову струму в ланцюгу. Схема вимірного ланцюга для контролю показана на рис. 1. Вузол тертя 1 включений в електричний ланцюг, який має струмоз'ємник 2, джерело змінного струму і пристрій 3, який реєструє постійну складову струму в ланцюгу. Рекомендовані параметри вимірювального ланцюга наступні: напруга джерела живлення змінного струму 50...200 мВ; напруга джерела постійного струму 10...20 мВ; опір вимірювального ланцюга 50...200 Ом.

УДК 656.073.7

Д. О. Карпик, А. В. Лазар, В. В. Третяк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПРОЦЕСУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Д. О. Karpuk, A. V. Lazar, V. V. Tretyak

THE MAIN PROBLEMS OF THE PROCESS OF INTERNATIONAL CARGO TRANSPORT BY ROAD TRANSPORT AND WAYS TO SOLVE THEM

Частка автомобільних перевезень в загальному обсязі вантажних перевезень зумовлена цілою низкою чинників:

- відносною ефективністю інших видів транспорту,
- розширенням мереж залізниць, трубопроводів або внутрішніх водних шляхів,
- відстанями і топографічними характеристиками країни та іншими факторами .

На сьогоднішній день обсяги автомобільних вантажоперевезень нижче, ніж обсяг автомобільних пасажирських перевезень. У структурі світового вантажообігу на частку автомобільних вантажоперевезень у 2022 році довелося лише 8% (рис. 1.1)

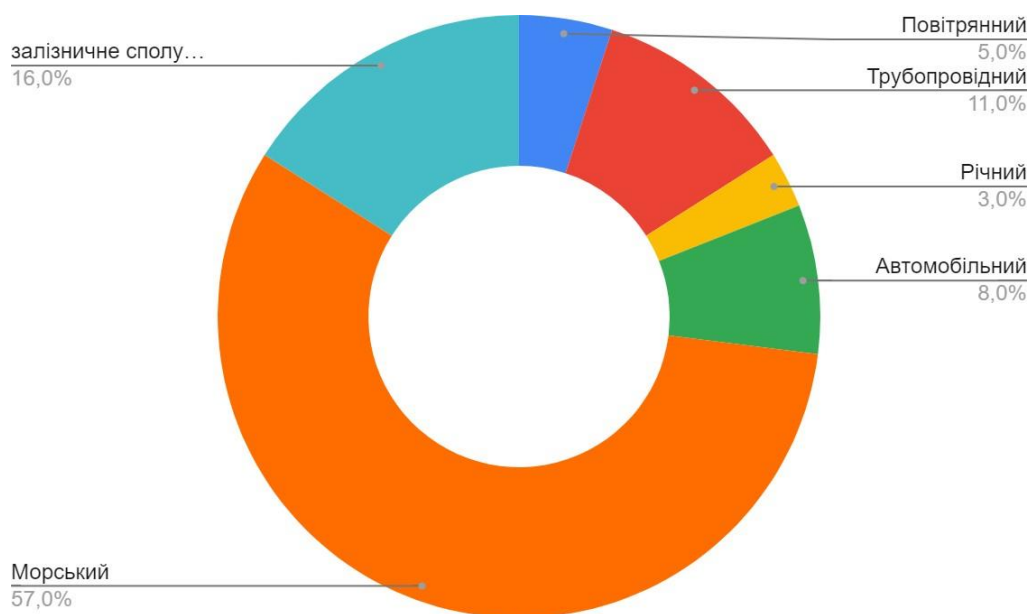


Рисунок 1. Структура світового вантажообігу за 2022р.

Однак варто розуміти, що автомобільний транспорт є ключовим фактором економічного розвитку і інтеграції. Його гнучкість і можливості роблять його незамінним для стратегій розвитку та інтеграційних процесів. Вантажні перевезення автомобільним транспортом мають ряд переваг:

- вони є найбільш гнучким варіантом здійснення транспортування вантажів;
- при необхідності автотранспорт може комбінуватися з іншими видами транспорту, що дозволить здійснити мультимодальне перевезення;
- відносно невисока вартість доставки;
- висока швидкість здійснення перевезення;
- розвиненість і велика щільність автомобільних доріг;
- можливість в режимі реального часу відстежувати місце розташування вантажу і т.д.

Разом з тим, існують певні ризики при перевезенні вантажу автомобільним транспортом:

- на суші великі відстані займають багато часу;
- можливі затримки і збої трафіку через дорожньо-транспортних подій або погодних умов;
- існує ризик пошкодження або крадіжки товару, особливо під час перевезення на великі відстані;
- висока плата за проїзд по дорогах в деяких країнах;
- необхідність вивчення правил дорожнього руху, які в різних країнах можуть відрізнятися і т.д [1, с.49].

При традиційній системі міжнародних перевезень вантажів автомобільних транспортом, коли товари перетинають територію одного або більше держав, митні влади кожної держави застосовують національні заходи контролю та процедури пропуску рухомого складу [2, с.667].

Вони відрізняються в кожній країні, але зазвичай включають в себе перевірку вантажу на національному кордоні і виконання національних вимог. Це призводить до значних витрат, затримок і втручання в роботу міжнародного транспорту.

Розглянемо основні проблеми процесу міжнародних перевезень вантажів автомобільним транспортом та шляхи їх вирішення:

1. Функціонування ринку міжнародних автомобільних вантажоперевезень залежить від діяльності транспортних компаній. Зростання обсягів світової торгівлі сприяє збільшенню числа компаній, залучених до сфери міжнародних перевезень, але не підвищення якості надаваних ними послуг.

Отже, транспортні компанії повинні приділяти багато часу вивчення маршруту перевезення, необхідної документації. Ключовим моментом є гнучкість компанії, її вміння швидко адаптуватися до кожного клієнта. Сучасний просунутий рівень освіти і знань менеджерів також сприятливо відбивається на швидкості і якості обслуговування.

2. Проблеми виникають не тільки через не завжди компетентних дій транспортних компаній: частина ризиків пов'язана з поведінкою клієнтів. Нерідкі ситуації, коли клієнти (як експортери, так і імпортери) вважають, що логістичний оператор вирішить в останній момент всі виниклі питання.

Однак важливі рішення приймаються перевізником заздалегідь. Тому всім сторонам, які беруть участь у перевезенні, необхідно заздалегідь обумовити всі можливі ситуації щодо самого процесу перевезення, а також постійно перебувати в контакті один з одним для оперативного вирішення проблем. Якщо контрагенти працюють вперше і ступінь довіри один до одного невелика, необхідно ретельно підійти до укладення договору і максимально детально описати терміни і умови поставки, вартість перевезення і т.д.

Література

1. Володіна Н.Л. Методи забезпечення якості в логістиці / Н.Л. Володіна // Інноваційна економіка: перспективи розвитку і вдосконалення. - 2016. - №7 (17). - С. 48 - 54.

2. Глушаківа Ю.О. Формування та управління потоками зовнішньоекономічної діяльності підприємства / Ю.О. Глушаківа, А.В. Пахомова // Транспортні системи в глобальній економіці. - 2017. - № 7. - С. 666 - 669.

УДК 656.025

М. Я. Пасько; Р. М. Рогатинський д.т.н., проф.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ У МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

М. Y. Pasko; R. M. Rogatynski Dr., Prof.

TRANSPORTATION OF GOODS IN URBAN DEVELOPMENT

Перевезення вантажів у міській забудові є складною та важливою частиною логістичних процесів. У міських умовах обмежений простір, вузькі вулиці та велика кількість транспортних засобів ускладнює їх рух. Для оптимізації цього процесу деякі міста впроваджують різні стратегії. Це обмеження доступу транспортних засобів у певні години, встановлення спеціальних маршрутів для вантажних автомобілів або створення транспортних терміналів, де великі машини можуть розвантажувати товари, а потім менші автомобілі розвозити їх по місту.

Загалом, ефективне перевезення вантажів у міських умовах потребує поєднання інноваційних технологій, стратегічного планування маршрутів та розвинутої логістичної інфраструктури для забезпечення безперебійності та швидкості доставки вантажів. При цьому для автомобілів із значною колісною базою важливо уникати транспортних розв'язок, перехресть, з'їздів у проїзди, при проходженні яких може відбуватись порушення правил дорожнього руху.

Розглянемо проходження перехрестя автомобілем у вибраній системі координат XOY , з початком O в центрі кола радіусом r_0 , яке обмежує проїзну частину, а вісь Oy якої спрямована в сторону ділянки з мінімальною кривиною траєкторії повороту (до центру перехрестя), рис.1. Прийmemo велосипедну модель автомобіля, в якій замість пар передніх та задніх коліс введемо уявні середні, відповідно, переднє та заднє колеса, які розміщені посередині відповідних мостів, рис.2. Радіус повороту уявного переднього колеса буде R_1 , заднього - R_2 , а кут нахилу уявного переднього колеса до осі автомобіля буде θ . Згідно [1] кривина $k_2 = 1/R_2$ пов'язана з кривиною траєкторії руху переднього уявного колеса $k_1 = 1/R_1$ залежністю:

$$k_2 = \frac{k_1 \cos(\delta_2)}{\cos(\theta_1 - \delta_1)} \quad (1)$$

де, δ_1 та δ_2 - відповідно кути відведення уявних переднього та заднього коліс.

На мінімальних радіусах розвороту швидкість автомобіля і, відповідно, відцентрове прискорення, та кути відведення незначні, отже залежність (1) прийме вид:

$$R_2 = R_1 \cos \theta \quad (2)$$

В технічній характеристиці автомобіля, як правило, задаються такі параметри як база автомобіля W_B , колія автомобіля по зовнішніх крайках задніх шин W_2 та мінімальний діаметр розвороту D , який, згідно рис.2, визначається як $D = 2R_1 + W_B$. Якщо прийняти, що мінімальне значення радіусу повороту R_{min} автомобіля відповідає радіусу кривини траєкторії внутрішнього заднього колеса, то $R_{min} = R_2 - W_2/2$. Із врахуванням (2):

$$R_{min} = \frac{W_2}{2} + \frac{(D - W_2) \cos \theta}{2} \quad (3)$$

Згідно рис.1 значення мінімального радіусу повороту R_{min} обмежується r_0 .

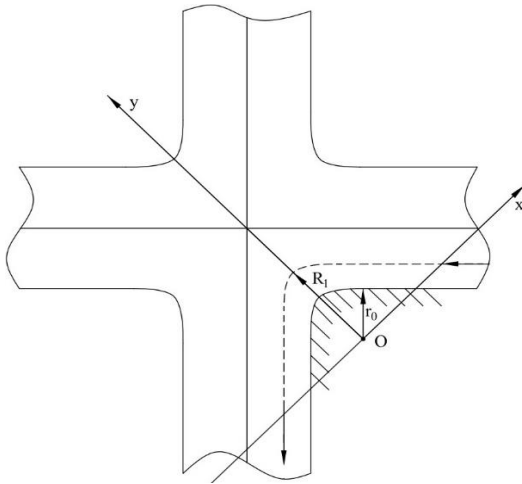


Рисунок 1. Схема до розрахунку мінімального радіусу повороту

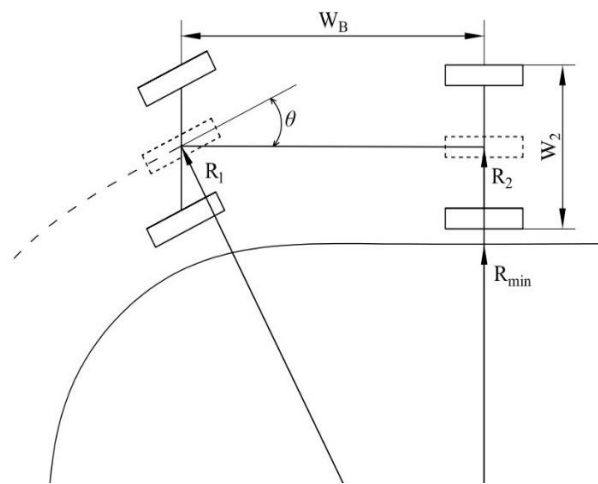


Рисунок 2. Схема повороту автомобіля із застосуванням велосипедної моделі

Кут повороту уявного переднього колеса θ (середини передньої осі) пов'язаний з кривиною k_1 його траєкторії і задається кривиною траси, [2]. Без врахування кутів відведення:

$$\theta = \arcsin \frac{2W_B}{D - W_2} \quad (4)$$

Мінімальний радіус повороту, який забезпечуватиме поворот автомобіля без порушень правил вуличного руху, із врахуванням (3) та (4), буде:

$$R_{min} = \frac{W_2 + \sqrt{(D - W_2)^2 - 4W_B}}{2} \quad (5)$$

При прокладанні маршруту руху автомобіля потрібно вибирати дороги, для яких ширина смуги руху $u > D/2 - R_{min}$. Значення R_{min} уточняють при побудові траєкторії руху задніх коліс в системі координат XOY , рис.1, за методикою, наведеною в [1,2].

Залежність (5) доцільно використовувати при побудові транспортних логістичних маршрутів залежно від рухомого складу автомобілів. Аналіз перехресть та з'їздів міста Тернополя, показав, що автомобілі великої довжини матимуть обмеження на проїзд у щільній міській забудові, зокрема в центральній частині та в старих районах. Враховуючи вказані фактори, раціональним для вантажних перевезень в місті бачиться вибір автомобіля MAN TGL 12.250 [3].

Література:

1. До вибору траєкторії проходження повороту автомобілем / О.Л. Ляшук, Р.М. Рогатинський, І.Б. Гевко, Р.В. Хорошун // Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року. - Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 211-214.
<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/802/1398/2667-1>
2. Моделювання руху автомобіля по криволінійній трасі / Р. М. Рогатинський, Р. В. Хорошун, А. Д. Бобков, Р. Б. Шимків // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — Том I. — С. 81–82.
3. Електронний ресурс https://www.man.eu/ntg_media/media/content_medien/doc/bw_australia_1/TGL_12.250_4X2_BL_CH.pdf

УДК 62-111.3:631.3

О. В. Лапчак, Л. Я. Сенік, Н. Я. Рожко, докт. екон. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ УКРАЇНСЬКОЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

**O. V. Lapchak, L. Y. Senyk N. Y. Rozhko, Doctor of Economic Sciences, professor
MODERN CHALLENGES OF THE UKRAINIAN TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM DURING THE WAR**

Стан логістики на початку повномасштабного вторгнення рф до України був важким. Але про те, що у 2023 році напрямок повільно відновлюється, стає зрозуміло, адже у галузі збільшується кількість пропозицій роботи. Це, звісно, дещо менша динаміка у порівнянні з ринком праці загалом. Утім, вона позитивна.

Ще у лютому 2022 року перед початком повномасштабного вторгнення на Work.ua було майже 6 тис. вакансій, у березні 2022 року їхня кількість стрімко впала у 10 разів, а вже на початку осені 2022 року — досягла позначки у понад 3 тис. Попри продовження війни квітень 2023 року показав, що напрямок логістики відновився на 71%.

Наразі лідерами з пошуку працівників у логістичній сфері є Київська, Львівська, Дніпропетровська та Одеська області. Крім того, напрямок стає актуальним й для прифронтових областей. Зокрема, є приріст за кількістю вакансій у Миколаївській області (22%).



Рисунок 1.1. П'ять посад з найбільшою кількістю ваканій у квітні 2023 року

У перший же день повномасштабної війни в Україні її небо було заблоковано для літаків. Усі українські порти закрилися, що призвело до серйозних збоїв у ланцюзі поставок, адже до повномасштабного вторгнення до 75 % вантажів відправляли морем.

Одна за одною припиняють свою діяльність в Україні міжнародні компанії – Raben Group, CMA CGM, MSC, Hellmann Worldwide Logistics, Hapag-Lloyd і Maersk. Експрес-служба UPS припиняє доставку. Логістичний оператор DSV закриває офіси. Водіїв фізично не вистачає, адже частина з них поміняла кермо на зброю. На час війни уряд дозволяє сідати за кермо вантажівки навіть водіям із посвідченням категорії В.

Внаслідок російського обстрілу горить один із найбільших логістичних центрів в Україні West Gate Logistic, складський комплекс площею 100 тис. квадратних метрів. Також сильно постраждав розподільний центр АТБ у Копиліві – із загальної площі в 35 тис. кв метрів пошкоджено 10 тис. кв. метрів.

Сума прямих збитків, завданих росією українській інфраструктурі, промисловим об'єктам та виробничій логістиці, зростає майже до 50 мільярдів доларів. Такі цифри оприлюднили під час онлайн-форуму “FIT for Ukraine: логістичні хаби та індустріальні парки”. За даними урядового офісу із залучення та підтримки інвестицій UkraineInvest, внаслідок повномасштабної російської агресії в Україні, зокрема, знищено і пошкоджено 22% складських приміщень. І йдеться ж не лише про можливості для зберігання різноманітних товарів для кінцевого споживача. Без якісної та сучасної логістичної інфраструктури (складської і транспортної) неможливе повноцінне повоєнне відновлення виробничого сектору. Відповідно, роботи з відбудови зруйнованих ворогом та створення нових промислових об'єктів мають вестися паралельно з відновленням та модернізацією системи логістики, яка є невід'ємною частиною виробничих ланцюжків.

Нині бізнес адаптувався, переорієнтувався й почав розвивати нові експортні шляхи сухопутними коридорами через країни Європи. Їх умовно можна розділити на два глобальних напрями: західний транспортний коридор на Польщу, Німеччину та Балтійські країни і південний транспортний коридор здебільшого на Румунію. Адаптація – це одна з сутностей логістики, яка не може зупинитися, бо зупинка – це відсутність торгівлі й обміну товарами, практично відсутність споживання, що в сучасному світі дорівнює відсутності життя.

Попри великий шок, який українська транспортно-логістична система пережила на початку війни, вона впоралася з викликом і змогла забезпечити транспортування необхідних товарів як в саму Україну так і далеко за її межі.

Література

1. Київстар Бізнес Логістика в період війни: виклики та рішення. Київ, 2023. Режим доступу: <https://hub.kyivstar.ua/articles/logistyka-v-period-vijny-vyklyky-ta-rishennya>
2. Лісько А., Балицька І. Рік війни: як конфлікт в Україні вплинув на транспортний сектор Європи? Київ, 2023. Режим доступу: <https://trans.info/ua/rik-vijny-yak-konflikt-v-ukrayini-vplynuv-na-transportnyi-sektor-yevropy-328130>
3. Обух В. Логістична складова повоєнного відновлення: підходи та пошук ресурсів. Київ, 2023. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3700927-logisticna-skladova-povoennogo-vidnovlenna-pidhodi-ta-posuk-resursiv.html>
4. Берестенко О. Як логістика адаптувалася до війни. Економічна правда, 2023. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/07/24/702529/>

УДК 629.3

А. Д. Бобков

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ГВИНТОВІ ВСЮДИХІДНІ МАШИНИ

A. D. Bobkov

SCREW ALL-ROAD MACHINES

Однією з найважливіших відмінних рис гвинтових машин є амфібійний тип цих машин. Машини з поворотно-гвинтовим рушієм можуть однаково рухатися як по воді, так і по суші, виходячи при цьому з води на лід і на необладнаний берег (рис. 1). Цей факт робить гвинтові машини універсальним всюдиходом.



Рисунок 1. Загальний вигляд машини з поворотно-гвинтовим рушієм

Випадок виходу з води на лід гвинтової машини є екстремальним режимом роботи двигуна (ротора) машини і потребує дослідження, оскільки більша частина сили тяги припадає на лопать, яка бере участь в зачепленні з твердою опорною основою (льодом). Кількісно оцінити величину тяги, створюваної даною ділянкою лопаті, досить проблематично, тому що інші частини лопаті, які ще занурені у воду, також реалізують тягу, але менш ефективно, тому що несуча здатність води набагато нижче, ніж несуча здатність, наприклад, льоду або снігу.

При проектуванні ротора були детально вивчені конструкції роторів раніше створених машин, а також врахований досвід експлуатації цих машин. Конструкція ротора має ряд відмінних рис в порівнянні з конструкціями, що використовувалися раніше. Перелік конструктивних особливостей, а також прогнозовані переваги/недоліки цих функцій наведено нижче.

Відмінні риси:

1. Двостороння навивка лопатей ротора.

Переваги: Більше секцій лопатей контактують з опорною основою. Таким чином, навантаження від опорної основи розподіляється на більшу площу, і лезо стає менш навантаженим. Оскільки контактних ділянок стає більше, можна реалізувати більше зчеплення. Рух стає більш плавним, поліпшується курсова стійкість, тому що відбувається більш плавна взаємодія ротора з землею.

Недоліки: Додаткове зближення гвинтового леза означає додаткову вагу. Сили опору руху збільшуються, так як збільшується площа зіткнення леза з землею.

2. Чотирьохходова навивка лопаті на носовий конус ротора (рисунок 4).

Переваги: Чотирьохстороннє лезо на носовому конусі збільшує ступінь підйому машини на перешкоду. Для забезпечення підйомності гвинтової машини досить мати хоча б одне лезо на конусному наконечнику, що контактує з перешкодою, тому чим більше навивок на носовому конусі, тим більша ймовірність забезпечення впевненого контакту. Ця функція може виявитися вкрай корисною в тому випадку, якщо машина вийде з води на лід.

При русі машини по місцевості з частими нерівностями (крижані поля, горбисті поля і т. д.) конічна частина ротора неминуче буде відчувати удари. Лезо, приварене до конуса, саме по собі є зміцнювальним елементом, тому чотирьохходове лезо на носовому конусі зміцнить носову частину ротора.

Недоліки: Додаткові витки леза означають додаткову вагу.

3. Каркас внутрішньої міцності.

Переваги: Використання рами всередині ротора дозволяє збільшити жорсткість конструкції ротора, оскільки навантаження, що виникають при русі, будуть поглинатися не тільки оболонкою базового циліндра, але і конічно-силовим каркасом.

Недоліки: Використання в конструкції ротора просторово-силової рами призведе до збільшення маси ротора. Процес виготовлення ротора ускладнюється.

4. Конструкція леза.

Лопать ротора складається з трьох елементів – центрального вертикального гребеня і двох бічних похилих.

У традиційних конструкціях клинок складався всього з двох елементів і виготовлявся наступним чином:

- два гребені були приварені вертикально на певній відстані один від одного;

- потім вертикальні гребені нахилилися;

- нарешті, вгорі приварювали похилі гребені.

Такий підхід досить технологічний, але менш практичний, тому що нахил вертикально зварених гребенів створює внутрішні напруження в лопаті. Лезо стає більш напруженим. Зварний шов у верхній частині клинка схильний до стирання, в результаті чого клинок втрачає свою цілісність, а так як в клинку з самого початку були внутрішні напруження, то похилі грані прагнуть розсунутися, і процес руйнування клинка в цьому випадку наростає вкрай швидко.

Лопатка в конструкції ротора, щоб усунути вище зазначені недоліки, виконана наступним чином:

- в першу чергу зварюється вертикальний гребінь. Зварювання застосовується одночасно з обох сторін для мінімізації деформацій;

- потім одна похила грань лопаті приварюється до базового циліндра;

- на наступному етапі до базового циліндра приварюється ще одна похила грань лопаті;

- на завершальному етапі похилі грані приварюються до вертикального ребра лопаті. Зварний шов наноситься одночасно з двох сторін.

Переваги: Склад і процес виготовлення клинка підвищують загальну міцність і стабільність конструкції леза. Така конструкція леза більш стійка до пошкоджень, викликаних стиранням зварного шва. Навіть після стирання зварного шва на активній поверхні конструкція лопаті буде прагнути зберегти свою форму, оскільки в ній із самого початку відсутні внутрішні напруження. Також дане нововведення значно підвищить ресурс ротора.

Окрім того, зараз є цікавим використання полімерних матеріалів в якості робочих органів лопатей, що забезпечило б плавність ходу та можливість заміни в процесі спрацювання не усього шнекового ролика, а тільки гвинтову частину, виготовлену з покращеного полімеру.

Література

1. Прокат тонколистовий корозійностійкий, жаростійкий і жароміцний. Техніч. умови: ГОСТ 5582-75. — Введ. 01.01.77. — К.: Вид-во стандартів. — 25 с.

2. The concept and methodology of creating the universal lifesaver with rotary-screw mover / M. Krashenninikov [et al.] // Lecture Notes in Electrical Engineering. — 2013. — Vol. 195 LNEE, Issue Vol. 7. — Pp. 477–490.

УДК 656

У. М. Плекан, к.е.н., Д. І. Гайдук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

U. M. Plekan, Ph.D, D. I. Haiduk

USE OF MICROLOGISTICS PERFORMANCE INDICATORS IN A ROAD TRANSPORT COMPANY

Категорія «ефективність мікрологістичної діяльності» змістовно визначається як співвідношення між досягнутим результатом (ефектом від використання логістики) і використаними ресурсами (логістичними витратами). У відповідності до цього, загальним положенням формування методики оцінки ефективності логістичної діяльності автотранспортного підприємства повинно бути те, що остання вимірює відношення отриманого результату від здійснення мікрологістичної діяльності до обсягу витрат для її здійснення. При визначенні ефективності мікрологістичної діяльності використовують широкий перелік відомих оцінних показників та коефіцієнтів, які пристосовують для вирішення зазначеного завдання – оцінки ефективності мікрологістичної діяльності автотранспортного підприємства.

Серед науковців немає єдиної думки щодо оптимальної кількості метрик, які б дозволяли ефективно оцінювати роботу мікрологістики та забезпечувати достатньо інформації для адаптації логістичної стратегії підприємства. Використання багатьох оціночних показників вважаємо недоцільним, адже це може перевантажити інформаційну систему автотранспортного підприємства. Такий підхід ускладнює процес своєчасного аналізу, затримує прийняття ефективних логістичних рішень та збільшує витрати на управління логістичною діяльністю. Цілеспрямований підбір показників має базуватися на їх взаємодоповнюваності та інтегрованості для оцінювання результативності та ефективності логістичних процесів.

Задля підвищення ефективності використання показників мікрологістичної діяльності необхідно:

- встановити чіткі критерії для вибору найбільш важливих показників, які надають корисну інформацію для оцінки ефективності;
- забезпечити, щоб кількість показників не перешкоджала аналізу, але в той же час надавала достатньо інформації для обґрунтованих рішень;
- застосовувати сучасні технології для ефективного аналізу великих обсягів даних без перевантаження системи;
- здійснювати регулярний моніторинг і оцінку показників, щоб забезпечити їх актуальність і відповідність мінливим зовнішнім факторам;
- залучати експертів в галузі логістики для визначення найважливіших показників та визначення впливу на загальну ефективність діяльності підприємства;

Такий підхід допоможе уникнути інформаційного перенасичення та сприятиме швидшому та точнішому прийняттю логістичних рішень.

Вважаємо важливим і доцільним використання узагальненого показника ефективності логістичної діяльності для автотранспортного підприємства. Експерти в області логістики рекомендують застосовувати цей показник як ключовий індикатор для оцінки ефективності логістичних операцій, оскільки він надає важливу інформацію, необхідну для економічного обґрунтування стратегічних логістичних рішень і є відображенням загальної ефективності мікрологістичної діяльності підприємства.

УДК 656.13

У. М. Плекан, к.е.н., В. І. Генгалю

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

U. M. Plekan, Ph.D, V. I. Henhalo

FEATURES OF PASSENGER TRANSPORTATION ORGANIZATION IN SUBURBAN CONNECTION

Організація приміських пасажирських перевезень відрізняється від міських за низкою характеристик, які мають бути враховані при плануванні маршрутів, виборі транспортних засобів та їх експлуатації. Пасажирський потік у приміських зонах охоплює не тільки щоденні поїздки по роботі, освітніх або культурно-побутових цілей, але й сезонні масові переїзди громадян під час вихідних для відпочинку за містом. Також жителі приміських районів часто використовують такі автобусні маршрути для досягнення міських центрів, щоб відвідати адміністративні установи, магазини та культурні заклади.

Отже, на відміну від міських умов, де попит на пасажирські перевезення часто знижується у вихідні, у приміських зонах він може значно зростати. Це пов'язано з тим, що багато людей використовують приміські маршрути для відпочинку за містом у вихідні дні. Також, оскільки тарифи за проїзд на приміських маршрутах змінюються в залежності від відстані поїздки, це створює певні труднощі у зборі платежів та формуванні звітності щодо обсягів перевезень.

Попередні аналізи виявили, що приміські автобусні маршрути можна класифікувати за типами формування пасажиропотоків наступним чином:

1. Маршрути, які в основному використовуються мешканцями приміських районів для доїзду до роботи у місті. Ці маршрути характеризуються регулярністю та стабільністю протягом року. Зазвичай, їхні початкові та кінцеві зупинки розташовані біля основних зупинок міського транспорту або на в'їздах/виїздах з міста, іноді з порушенням правил. Оплата за проїзд здійснюється безпосередньо у салоні автобуса.

2. Маршрути, які часто використовують власники дач у прилеглих до міста районах. Для багатьох з них автобус є єдиною можливістю дістатися до дачі, особливо в умовах відсутності особистого транспорту чи залізничного сполучення. Ці перевезення мають сезонний характер із піком від квітня до листопада. Особливістю цих маршрутів є значний обсяг перевезення багажу, включаючи садовий інвентар, рослини, врожай тощо. Оплата за проїзд також здійснюється у салоні автобуса.

3. Маршрути, які поєднують характеристики перших двох типів. На таких маршрутах одні пасажирів використовують автобус для робочих поїздок, інші – для культурно-побутових потреб. Це може призводити до конфліктів між різними групами пасажирів. Попит на перевезення на цих маршрутах залишається стабільним протягом осені та зими, зростаючи в літні місяці.

Такий поділ допомагає більш ефективно планувати роботу автобусних маршрутів, враховуючи різні потреби та очікування пасажирів, а також сприяє розумінню специфіки роботи транспортних компаній у різних умовах.

Література

1. Кристопчук М. Є., Лобашов О. О. Приміські пасажирські перевезення: навчальний посібник. Х.: НТМТ, 2012. 224 с.

2. Peter White. Public Transport: Its Planning, Management and Operation. 5-th ed. L. : Routledge, 2009. 226 p.

УДК 656

У. М. Плекан, к.е.н., А. М. Гарасівка

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АМОРТИЗАЦІЯ АВТОЦИСТЕРН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РІДИННИХ ВАНТАЖІВ

У. М. Plekan Ph.D, A. M. Harasivka

DEPRECIATION OF TANKER TRUCKS FOR LIQUID CARGO TRANSPORTATION

Амортизація автоцистерни – це процес поступової втрати її вартості протягом періоду експлуатації через фізичне зношення, технічне застаріння та зношування внаслідок її використання для перевезення рідинних вантажів. Цей процес відображається в фінансових звітах компанії і відіграє важливу роль у визначенні справедливої вартості та оптимізації управління транспортним парком. Існує кілька методів визначення амортизації, але найбільш поширеним є прямолінійний метод та метод зменшення залишкової вартості. В обох випадках базовими факторами є вартість автоцистерни та термін її служби.

При застосуванні прямолінійного методу використовується формула:

Амортизація = Вартість - Залишкова вартість / Термін служби

де: «Вартість» – вартість автоцистерни.

«Залишкова вартість» – припустима вартість автоцистерни в кінці її терміну служби.

«Термін служби» – приблизний час використання автоцистерни до виведення з експлуатації.

При застосуванні методу зменшення залишкової вартості (методу подвійного відсотка) використовується формула:

Амортизація = (Вартість – Залишкова вартість) × (Відсоток амортизації)/100%

Відсоток амортизації визначається керівництвом компанії.

Обираючи між зазначеними методами, важливо враховувати внутрішні політики бухгалтерії та фінансів компанії, а також законодавство, яке може встановлювати конкретні вимоги до методів розрахунку амортизації. Крім того, рекомендується консультиватися з фахівцями у сфері бухгалтерії та фінансів для визначення найбільш підходящого методу для конкретної ситуації.

Амортизація автоцистерн є ключовим фактором у фінансовому плануванні та управлінні транспортним парком компанії. Обрання оптимального методу розрахунку амортизації (прямолінійний чи метод зменшення залишкової вартості) може суттєво впливати на фінансові показники підприємства. Розрахунок амортизації дозволяє адекватно відобразити зношення транспортних засобів та створити резерви для їхнього оновлення. Крім того, накопичувальна уцінка вказує на рівень експлуатації автоцистерни та може служити індикатором потреби в регулярному технічному обслуговуванні чи відновленні певних елементів. Забезпечення правильного розрахунку амортизації є важливим елементом фінансової стратегії, спрямованої на ефективне використання транспортних ресурсів та підтримання стійкості транспортно-логістичних систем підприємства.

Література

1. Протасова Н. Методи нарахування амортизації: що краще обрати. Все про бухгалтерський облік. 2012. № 27.
2. Осіпчук Г. С. Система первинного обліку амортизації як джерела відтворення основних засобів підприємства. Вісник ЖНАЕУ. 2011. № 1, т. 2. С. 343–355.

УДК 629.331

І. Б. Сіправський, М. П. Магега, К. Ю. Стаськів

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ШИН ПІД ЧАС ЗМІНИ НАПРЯМУ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

I. B. Sipravskeyi, M. P. Magega, K. Y. Staskiv

RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF TIRE BRAKING DURING CHANGES IN THE DIRECTION OF VEHICLE MOVEMENT

Дослідження ефективності гальмування шин в умовах зміни напрямку руху транспортного засобу є актуальною та важливою задачею. Перспективи покращення безпеки дорожнього руху та ефективності транспортних засобів невіддільні від розуміння та оптимізації взаємодії між гальмами та шинами в умовах маневрів та змін напрямку руху, адже динаміка транспортного засобу під час зміни напрямку руху є складним процесом, де ефективність гальмування відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки та стійкості.

Метою цього дослідження є аналіз та оцінка ефективності гальмування шин під час зміни напрямку руху транспортного засобу з урахуванням різноманітних факторів, таких як швидкість, стан дороги, інтенсивність гальмування, динаміка зміни напрямку руху та інші.

Дослідження базується на проведенні експериментів за допомогою комп'ютерного моделювання для ретельного аналізу цього процесу, розглядаючи різноманітні впливи.

Вплив швидкості на ефективність гальмування:

Аналізуючи отримані результати, ми визначили, що швидкість транспортного засобу має значущий вплив на ефективність гальмування під час зміни напрямку. Висока швидкість призводить до збільшення гальмівного шляху та може впливати на шини та погіршення стійкості транспортного засобу.

Врахування стану дороги при гальмуванні:

Стан дороги виявився суттєвим фактором, що впливає на зчеплення шин з дорогою та, відповідно, на ефективність гальмування. Мокра або обледеніла дорога призводить до зменшення тяги та подовження гальмівного шляху.

Динаміка зміни напрямку та гальмівний шлях:

Динаміка зміни напрямку руху впливає на розподіл сил гальмування між передніми та задніми колесами. Оптимальне керування цим процесом може покращити загальну стійкість транспортного засобу.

Взаємодія гальм та системи керування:

Ефективність гальмування шин під час зміни напрямку також залежить від роботи систем керування, таких як ABS (антиблокувальна система). Впровадження сучасних технологій може сприяти підвищенню ефективності гальмування та загальній безпеці транспортного засобу під час зміни напрямку руху.

Отже, можемо зробити висновок, що тематика дослідження ефективності гальмування шин під час зміни напрямку руху транспортного засобу виявила значущі фактори, які впливають на цей процес. Розуміння цих взаємодій важливе для розробки й удосконалення систем безпеки та динаміки транспортних засобів. Дані з експериментів та моделювання надають цінний внесок у сучасну науку про автомобільні технології та безпеку дорожнього руху.

УДК 656

О. В. Лиса

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

БЕЗПОВІТРЯНІ ШИНИ – ПОКРИШКИ МАЙБУТНЬОГО

О. V. Lysa

AIRLESS TIRES ARE THE TIRES OF THE FUTURE

Сьогодні багато виробників продовжують розробку власних безповітряних шин. Першою на цей ринок увійшла компанія Мішлен, яка інвестувала велику суму у проект створення шин за безповітряною технологією.

Спочатку такі колеса використовувалися у сільському господарстві і для оснащення військової техніки. Але протягом наступних років розробники працювали над удосконаленням безповітряних моделей. Деякі бренди заявили, що вже у наступному році з'являться легкові покоришки.

Сучасні безповітряні шини значно відрізняються від тих, що пропонували виробники ще декілька років тому. Вони витриваліші, довговічніші та створені з екологічної сировини – перероблених матеріалів із мінімальним включенням токсичних компонентів.

Безповітряні покоришки мають ряд переваг перед шинами з пневматичною конструкцією. Вони виготовлені з міцного, але при цьому дуже еластичного полімеру. Тому немає необхідності стежити за рівнем тиску чи хвилюватися за проколи, що зменшує необхідність технічного обслуговування. Незважаючи на те, що елементи шин м'які та пластичні, вони витримують великі навантаження та залишаються цілісними під впливом ударів, абразивного зносу та погодних факторів. Деякі конструкції посилені за допомогою арамідних волокон. Вони рівномірно стираються і можуть прослужити кілька років. Також до переваг таких коліс можна віднести - м'яке подолання перешкод. Приїжджаючи на камінь або яму, колесо буквально поглинає нерівність за рахунок зміни первісної форми (рис. 1). Безповітряні колеса мають невелику вагу, що сприяє значній економії палива.



Рисунок 1. Автомобіль з безповітряними шинами

Існує декілька типів безповітряних шин. Перший - закритого типу, які зовні майже не відрізняються від сучасних пневматичних. Другий - відкритого типу з розтяжним хомутом по краю шини. Усередині них розташовані спиці з термопластичної гуми, які послідовно закріплені на маточині. Протектор виготовлений з цього ж матеріалу і каучуку. Автомобільні експерти вважають, що майбутнє саме за відкритими шинами.

Варто зазначити, що існують недоліки безповітряних коліс. Першим вагомим недоліком є сильна вібрація кузова при русі. Такі колеса більш шумні і поступаються комфортом традиційними колесам. Другим недоліком є низька вантажопідйомність.

За словами Мішлен, вони планують виготовляти шину за допомогою 3D-принтера.

У Hankook заявляють, що було створено нову конструкцію взаємопов'язаних спиць, що імітує клітинну структуру живих організмів, щоб ефективно поглинати удари та витримувати навантаження під час перевезення важких вантажів. (рис. 2)



Рисунок 2. Безповітряна шина Hankook

За задумом розробників, багатошарова 3D-конструкція забезпечує хороші амортизаційні властивості, а використання шестикутних та чотирикутних елементів різної жорсткості збільшує вантажопідйомність. Шини також мають С-подібний увігнутий профіль, покликаний збільшувати пляму контакту і підвищувати рівень безпеки, а рисунок протектора з елементами у вигляді сот розроблено з урахуванням того, що платформа здатна рухатися в будь-якому напрямку.

В університеті міста Боулінг-Грін (Огайо, США) були проведені польові випробування безповітряних шин і перші отримані результати були позитивними в плані того, що шини повільно зношуються, ефективно гальмують та зменшують вібрації.

Отже, інноваційна конструкція безповітряних шин привела покращення експлуатаційних характеристик, при збереженні її високих екологічних характеристик. Оскільки їх конструкція не передбачає накачування повітрям – до мінімуму зводиться необхідність технічного обслуговування і усунуто можливість проколів шин. Також перевезення на безповітряних шинах можуть дозволити знизити імовірність ДТП, обумовлених раптовим руйнуванням пневматичного колеса.

Література

1. Інфошина: веб-сайт. URL: <https://infoshina.com.ua/uk/info/stati/k-2024-godu-v-massovoe-proizvodstvo-budut-zapusheny-bezvozdushnye-shiny.html> (дата звернення: 28.11.2023)
2. Інфошина: веб-сайт. URL: <https://infoshina.com.ua/uk/info/stati/bezvozdushnye-shiny-mogut-stat-alternativoj-pnevmaticheskoy-rezine.html> (дата звернення: 28.11.2023)
3. Виробники продовжують розробку безповітряних шин: веб-сайт. URL: <https://ua.motofocus.eu/news/42375,%d0%b2%d0%b8%d1%80%d0%be%d0%b1%d0%bd%d0%b8%d0%ba%d0%b8-%d0%bf%d1%80%d0%be%d0%b4%d0%be%d0%b2%d0%b6%d1%83%d1%8e%d1%82%d1%8c-%d1%80%d0%be%d0%b7%d1%80%d0%be%d0%b1%d0%ba%d1%83-%d0%b1%d0%b5%d0%b7%d0%bf> (дата звернення: 28.11.2023)

УДК 621.8

М. Г. Левкович, к.т.н., доцент; Д. В. Міронов, к.т.н.; Р. В. Квасніцький; А. В. Цвігун; І. Р. Климчук; А. І. Ільчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНТЕРВАЛІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧНОГО
СТАНУ**

M. H. Levkovich, Ph.D., Assoc. Prof; D. V. Mironov, Ph.D.; R. V. Kvasnic"kyj; A. V. Cvihun; I. R. Klymchuk; A. I. Il"chuk

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OPTIMIZING VEHICLE MAINTENANCE
INTERVALS USING CURRENT TECHNICAL CONDITION OF A VEHICLE**

У галузі автомобільного транспорту однією з важливих задач є задача оцінки ступеню зносу та старіння вузлів автомобілів. Традиційна система технічного обслуговування використовує фіксовані інтервали між технічними оглядами і ремонтами транспортних засобів, що не враховує зменшення ресурсу автомобіля з часом. Тому необхідність оптимізації інтервалів технічного обслуговування транспортних засобів для підвищення безпеки та зниження експлуатаційних витрат є досить критичним питанням, яке вимагає пошуку нових підходів до його вирішення.

Зі збільшенням пробігу та терміну служби автомобіля частота відмов окремих вузлів зростає, а час між відмовами скорочується. Це призводить до збільшення трудомісткості технічного обслуговування, а також тривалості простоїв, що, в свою чергу, зумовлює підвищення експлуатаційних витрат та зниження рівня безпеки руху. Враховуючи ці фактори, оптимізація інтервалів технічного обслуговування стає важливим завданням для підвищення ефективності та надійності експлуатації автотранспорту. Традиційний підхід до технічного обслуговування, який базується на фіксованих інтервалах між процедурами, не враховує індивідуальний стан кожного автомобіля. Такий підхід може бути неефективним, оскільки він не враховує інтенсивність експлуатації, умови використання автомобіля та інші фактори, які впливають на знос вузлів транспортного засобу. Індивідуальне планування, яке враховує ці аспекти, може забезпечити більш точне визначення оптимальних інтервалів для технічного обслуговування.

Для вирішення даного питання пропонується впровадження системи діагностики з підвищеною частотою, яка дозволить більш точно визначити стан автомобіля та необхідність проведення технічного обслуговування. Система планово-попереджувального ремонту, яка базується на аналізі поточних даних про стан автомобіля, може забезпечити своєчасне виявлення та усунення потенційних несправностей, перш ніж вони призведуть до серйозних відмов. Такий підхід може істотно знизити вартість ремонту та тривалість простоїв, а також забезпечити вищий рівень безпеки транспортного засобу.

З метою обґрунтування методики раціонального регулювання частоти технічного обслуговування досліджено залежності скорочення часу між відмовами вузлів транспортних засобів і ступенем зменшення їх ресурсу. При цьому враховувався час між відмовами окремих вузлів і повторюваністю відмов. На основі обробки статистичних даних виведено регресійну залежність частоти відмов $f(l)$ однотипних транспортних засобів від їх пробігу l :

$$f(l) = 0,384e^{0,00186l} \quad (1)$$

Для оцінки частоти «превентивних» відмов, що супроводжуються випереджувальними ознаками, виведено регресійну залежність частоти $k(l)$ відмов від пробігу l транспортного засобу:

$$k(l) = 0,33e^{0,00186l} \quad (2)$$

Крім того, враховуючи, що обидві залежності $f(l)$ і $k(l)$ є нелінійними, додатково визначено тип залежності регламентованого часу роботи $t(l)$ до планового технічного обслуговування від пробігу l транспортного засобу, за якою пропонується регулювати періодичність проведення ремонтних заходів:

$$t(l) = 0,00572l^2 - 0,057l + 17,1 \quad (3)$$

Значну роль у запропонованій системі діагностики відіграє комп'ютеризація та автоматизація процесу обслуговування. Використання бортових комп'ютерних систем і датчиків дозволяє збирати детальну інформацію про стан різних систем та агрегатів автомобіля. Ці дані можуть бути використані для визначення оптимальних інтервалів між процедурами технічного обслуговування, що враховують не тільки загальний пробіг та вік автомобіля, але й специфіку його використання. Також важливо враховувати, що оптимізація технічного обслуговування повинна бути адаптивною та гнучкою, здатною швидко реагувати на зміни у стані автомобіля та його експлуатаційних умов. Це означає, що система повинна бути налаштована таким чином, щоб максимально використовувати наявну інформацію для прийняття рішень про технічне обслуговування, враховуючи поточний стан автомобіля, його історію експлуатації, а також передбачувані умови використання. Це дозволить створити комплексну картину, яка враховує не тільки технічний стан автомобіля, але й зовнішні фактори, що впливають на його експлуатацію.

Впровадження розробленої методики оптимізації періодичності технічних робіт не лише підвищить безпеку і надійність транспортних засобів, але й забезпечить більш ефективне використання ресурсів, знижуючи загальні експлуатаційні витрати. Використання передових технологій та інноваційних підходів у сфері обслуговування автотранспорту стає не тільки важливим інструментом управління та оптимізації, але й ключовим фактором у забезпеченні сталого розвитку транспортної інфраструктури.

Література

1. Lyashuk, O., Levkovych, M., Stashkiv, M., Pastukh, O., Martyniuk, V., Mironov, D., Rabe, M., & Vovk, Y. (2023). Innovative stress analysis and machine learning forecasting for semi-trailer truck body durability. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 8(2), 43-57. doi:10.14254/jsdtl.2023.8-2.3.
2. Sokil Bogdan, Lyashuk Oleg, Sokil Mariya, Vovk Yuriy, Lebid Iryna, Hevko Ivan, Levkovych Mykhaylo, Khoroshun Roman, Matviyishyn Anatoliy. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. *Žilinská univerzita v Žilíně*, B 247-B258. ISSN 1335-4205.
3. Інтеграція технічної експлуатації автомобілів в структури і процеси інтелектуальних транспортних систем: монографія / В. П. Волков, В. І. Матейченко, О. Я. Ніконов та ін.: під ред. В. П. Волкова. -Донецьк: «Ноулідж», 2013. -398 с.
4. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. -К.: Держстандарт України, 2011. –28 с.

УДК 621.8

М. Г. Левкович, к.т.н., доцент; Д. В. Міронов, к.т.н.; Д. М. Козак; Р. Л. Цяпало;
В. А. Кутікін

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЗАЛИШКОВОГО КИСНЮ У ВИХЛОПНИХ ГАЗАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХАРАКТЕРУ МІСЦЕВОСТІ

М. Н. Levkovich, Ph.D., Assoc. Prof; D. V. Mironov, Ph.D.; D. M. Kozak;
R. L. Syapalo; V. A. Kutikin

METHOD OF ANALYSIS OF RESIDUAL OXYGEN IN EXHAUST GASES OF VEHICLES DEPENDING ON THE TYPE OF THE LOCATION

У процесі роботи бензинового двигуна відбувається складний процес перетворення енергії, коли паливо і повітря в циліндрі реагують. Під час цієї реакції, органічні компоненти палива поєднуються з киснем, що призводить до створення нових хімічних сполук, які потім вивільняються у атмосферу. Вихлопні гази містять як безпечні для навколишнього середовища речовини (азот, вуглекислий газ, водяна пара, кисень), так і шкідливі компоненти (чадний газ, вуглеводні, оксиди азоту). Для зменшення шкідливого впливу на довкілля важливим є покращення процесу горіння паливно-повітряної суміші в циліндрах двигуна та підвищення ефективності систем очистки вихлопних газів.

Для досягнення ідеального процесу згоряння паливно-повітряної суміші в двигуні критично важливим є точне балансування між кількістю палива, що подається форсунками, та обсягом повітря, яке надходить через впускний колектор. Ідеальне співвідношення, відоме як стехіометричне (близько 14,7 частин повітря до 1 частини палива), досягається, коли коефіцієнт надлишку повітря дорівнює приблизно одиниці. Відхилення від цього співвідношення впливає на ефективність споживання палива та склад вихлопних газів. Електронний контрольний блок двигуна відіграє ключову роль у регулюванні цього балансу через процес, званий «лямбда-регулюванням», заснованим на даних з датчика кисню (лямбда-зонду). Цей датчик вимірює залишковий кисень у вихлопних газах та видає сигнали напруги, що коливаються від 0,04 до 1,0 вольт, відображаючи зміни в складі паливно-повітряної суміші. Високі рівні напруги (0,65...1 В) вказують на збагачену суміш з низьким вмістом кисню, тоді як нижчі напруги (0,04...0,05 В) сигналізують про збіднену суміш з вищим вмістом кисню.

Ця робота має на меті дослідження змін у концентрації залишкового кисню в вихлопних газах, вимірюваних за допомогою датчика кисню з діоксиду цирконію, в залежності від характеру місцевості відносно рівня моря.

Вихідна напруга кисневого датчика, яка змінюється відповідно до різниці рівнів кисню між вихлопними газами та атмосферним повітрям, може бути описана за допомогою закону Нернста, що виражається відповідною формулою:

$$E = \frac{RT}{4F} \ln \left(\frac{P_o}{P_x} \right),$$

де E – вихідна напруга датчика кисню; $R = 8,314$ Дж/(К-моль) – газова постійна; T – абсолютна температура; $F = 96485,3365$ Кл/моль – постійна Фарадея; P_o – парціальний тиск кисню в атмосфері (мм рт. ст.); P_x – парціальний тиск залишкового кисню у вихлопних газах (мм рт. ст.).

Для вимірювання робочої температури датчика кисню використовується абсолютна температура T , яка також відповідає температурі вихлопних газів. Парціальний тиск кисню в атмосфері P_o змінюється залежно від висоти над рівнем моря, оскільки зі зростанням висоти тиск і щільність повітря знижуються. Парціальний

тиск кисню у відпрацьованих газах P_x залежить від складу паливно-повітряної суміші, який контролюється через лямбда-регулятор.

Це дослідження зосереджене на визначенні концентрації кисню у вихлопних газах, яка залежить від парціального тиску кисню в газовій суміші. Виконуючи перетворення формули, отримано парціальний тиск залишкового кисню у вихлопних газах при різних висотах над рівнем моря:

$$P_x = P_o \cdot e^{-\frac{4FE}{RT}}$$

де e – ірраціональна константа (число Ейлера), рівна приблизно 2,72. Підставляючи числові дані констант отримаємо в результаті формулу:

$$P_x = P_o \cdot e^{-465111\frac{E}{T}}$$

Цей вираз може бути використаний для оцінки парціального тиску залишкового кисню в вихлопних газах автомобіля як функції висоти, враховуючи відомі значення сигнальної напруги, що генерується датчиком кисню, та температури вихлопних газів. Під час експлуатації автомобіля в горах або високогірних умовах, зі збільшенням висоти, зменшується кількість повітря, що вступає в реакцію з паливом через падіння тиску та щільності повітря, що призводить до зниження парціального тиску кисню. В таких умовах паливно-повітряна суміш стає більш збагаченою, тобто $\lambda < 1$.

Кисневий датчик виконує корекцію, враховуючи висоту над рівнем моря, визначаючи концентрацію залишкового кисню в вихлопних газах і порівнюючи її з концентрацією кисню в атмосфері. На основі цього сигналу електронний блок управління двигуном коригує паливно-повітряну суміш, доводячи її до оптимального рівня, зменшуючи подачу палива через форсунки для досягнення співвідношення близького до 14:1, або λ близького до 1. Це призводить до зниження витрат палива і викидів шкідливих речовин, таких як CO і CH, у вихлопних газах у порівнянні з експлуатацією автомобіля на рівнинній місцевості, хоча при русі вгору витрати можуть бути вищими.

Література

1. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту, Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, № 2 (21), с.135-144, 2023.
2. Che, M., Wong, D., Lum, K. M., & Wang, X. (2021). Interaction behaviour of active mobility users in shared space. *Transportation research part A. Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 153(C), 52–65. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.08.017>.
3. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія [Текст]: Підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П.Марченка. - Харків: НТУ «ХПР», 2008. – 488 с.
4. Коденцев В.Й., В`язовський І.К., Онопрієнко І.С. Двигуни внутрішнього згоряння. – К.: Вища школа, 1974. – 271 с.

УДК 621.8

Д. В. Міронов, к.т.н.; К. Ю. Стаськів; А. І. Ільчук; Р. Л. Цяпало
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ

D. V. Mironov, Ph.D.; K. Yu. Stas''kiv; A. I. Il''chuk; R. L. Cyapalo
DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES USING A GENERALIZED QUALITY INDICATOR

Дослідження причин дорожньо-транспортних пригод (ДТП) часто вимагає аналізу технічного стану транспортного засобу та ідентифікації можливих несправностей його вузлів, які могли спричинити аварію. Оцінка технічного стану в контексті розслідувань ДТП включає врахування різних критеріїв, що варіюються за значенням та розмірністю. Це комплексне завдання, оскільки технічний стан автомобіля охоплює багато часткових параметрів, таких як стан ходової частини, гальмівної системи, елементів зовнішньої конструкції авто. Різні параметри оцінюються за різними одиницями виміру – як якісними, так і кількісними.

Загальна оцінка технічного стану автомобіля є багатокритеріальним завданням, що вимагає від судового експерта використання спеціальних математичних методів для інтегральної оцінки. Один із підходів до розв'язання цієї задачі полягає у використанні методів теорії нечітких множин, а саме методів побудови функцій бажаності. Зокрема, може бути застосована узагальнена функція бажаності Харінгтона, яка широко використовується в аналізі результатів експериментальних досліджень. Ця функція дозволяє перетворити значення показників, виміряних в різних одиницях (включаючи якісні та кількісні дані), у єдину безрозмірну шкалу бажаності.

У рамках апробації методики оцінки технічного стану транспортного засобу під час судової експертизи було проведено перетворення різних показників стану вузлів легкового автомобіля категорії М1 в часткові функції бажаності. На основі цих даних було розраховано інтегральний узагальнений показник бажаності D . При цьому виходили з припущення, що існує лінійна залежність між кожним контрольованим параметром і відповідною частковою функцією бажаності. Таким чином, мінімальне допустиме значення параметра відображалось як найменший рівень бажаності, тоді як оптимальне значення параметра відповідало найвищому рівню бажаності d .

Таблиця 1. Базові значення функцій бажаності і відповідні значення контрольованих параметрів

Вид контрольованого параметра	Значення контрольованого параметра	Значення часткової функції бажаності	Бажаність значення параметра
Сумарний кутовий зазор, u_1 , град	1	0,8	добре
	10	0,2	погано
Максимальне зусилля, u_2 , Н	1	0,8	добре
	13	0,2	погано
Стан рульових тяг, u_3 , б/р	справні	0,8	добре
	несправні	0,2	погано
Тиск повітря в шинах, u_4 , bar	2,3	0,8	добре
	1,9	0,2	погано
Висота рисунку протектора, u_5 , мм	3,2	0,8	добре
	1,6	0,2	погано
Стан шин, u_6 , б/р	без пошкоджень	0,8	добре

	з пошкодженнями	0,2	погано
Коефіцієнт зчеплення, y_7 , б/р	0,8	0,8	добре
	0,2	0,2	погано

Отримано залежності часткових функцій бажаності від нормативних значень контрольованих параметрів легкового автомобіля:

$$d_1 = \exp[-\exp(-1.72 + 0.22 \cdot y_1)], \quad (1)$$

$$d_2 = \exp[-\exp(-1.665 + 0.165 \cdot y_2)], \quad (2)$$

$$d_3 = \exp[-\exp(0.476 - 1.976 \cdot y_3)], \quad (3)$$

$$d_4 = \exp[-\exp(y'_4)^{0.922}], \quad (4)$$

$$d_5 = \exp[-\exp(2.459 - 1.235 \cdot y_5)], \quad (5)$$

$$d_6 = \exp[-\exp(0.476 - 1.976 \cdot y_6)], \quad (6)$$

$$d_7 = \exp[-\exp(y'_7)^{0.875}] \quad (7)$$

Фрагмент масиву значень контрольованих параметрів п'яти легкових автомобілів категорії М1 марок ВАЗ 2107, ВАЗ 2108, ВАЗ 2109 (2 одиниці) та ВАЗ 2121, отриманих в результаті проходження ТО і діагностики транспортних засобів, приведені в табл. 2. За виразами (1-7) ці значення перераховані в часткові функції бажаності d (табл. 3). Розраховані вагові коефіцієнти α для кожного з критеріїв, з урахуванням яких обчислено узагальнену функцію бажаності D .

Таблиця 2. Значення контрольованих діагностичних параметрів легкових автомобілів

№	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	9,00	10,00	справні	2,30	3,20	б/п	0,75
2	10,00	4,00	несправні	2,00	3,00	б/п	0,6
3	5,00	6,00	справні	2,00	2,80	б/п	0,5
4	6,00	11,00	несправні	2,20	2,50	з/п	0,65
5	4,00	10,00	справні	1,90	1,70	з/п	0,25

Таблиця 3. Функції бажаності

	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	D	
α	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08		
1	0,273	0,373	0,718	0,800	0,799	0,718	0,785	0,744	добре
2	0,199	0,693	0,338	0,464	0,750	0,718	0,687	0,592	задов.
3	0,584	0,601	0,718	0,464	0,692	0,718	0,611	0,631	добре
4	0,512	0,313	0,338	0,711	0,587	0,338	0,713	0,365	погано
5	0,649	0,373	0,718	0,200	0,239	0,338	0,245	0,358	задов.

В результаті проведеного дослідження було обґрунтовано застосування узагальненої функції Харінгтона як функції бажаності для аналізу показників технічного стану транспортних засобів у контексті судової експертизи. Цей підхід включає використання числової шкали бажаності з психофізичними градаціями, яка дозволяє оцінювати часткові показники стану різних вузлів автомобілів. Також вона є ефективною для визначення узагальненого інтегрального показника технічного стану транспортного засобу, дозволяючи отримати об'єктивну оцінку його стану на основі різних параметрів.

Література

1. Harrington E. C. – The desirability function. *Industrial Quality Control*. 1965. V. 21(10). P. 124.
2. Д. В. Міронов Удосконалення системи ТО і Р обладнання тягових підстанцій з використанням узагальнених критеріїв, *ЕНЕРГЕТИКА: економіка, технології, екологія*, № 3 (41), с.107-116, 2015.
3. Галаса П.В. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод [Текст]: Посібник для спеціалістів та водіїв-аматорів / П.В. Галаса, В.Б. Кисельов, А.С. Куйбіда та ін.; під заг. ред. П.В. Галаси; Український центр післяварійного захисту «ЕКСПЕРТ-СЕРВІС». — К., 1995. — 190 с.: іл.
4. Експертизи у судовій практиці / [Арсенюк Т. М., Беляк Ю. М., Бояров В. І. та ін.]; за заг.ред. В. Г. Гончаренка. – К. : Юрінком Інтер, 2004. – 388 с.

УДК 629.792

В. І. Шум'як, В. В. Мартинюк, М. Р. Чорний

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЯ ІЗ ДОСЛІДЖЕННЯМ ЇХ ПАРАМЕТРІВ

V. I. Shumyak, V. V. Martyniuk, M. R. Chorny

TECHNOLOGIES OF RESTORATION OF CAR BODY PARTS AND RESEARCH OF THEIR PARAMETERS

Корпусні деталі автомобіля є одними з найважливіших компонентів, що забезпечують міцність, надійність і безпеку транспортного засобу. Вони піддаються дії різних факторів, що призводять до їхнього зносу та руйнування. Відновлення корпусних деталей автомобіля є складним і трудомістким технологічним процесом який допоможе збільшити час експлуатації даної деталі.

Метою даної роботи є дослідження параметрів корпусних деталей автомобіля після їхнього відновлення.

Вартість відновлення корпусних деталей автомобіля є значно нижча, ніж вартість придбання нових деталей. Таким чином можна сказати, що дослідження параметрів корпусних деталей автомобіля після їхнього відновлення є актуальним і має практичне значення.

Для відновлення корпусних деталей автомобіля пропонуємо використовувати газополум'яне напилення, так, як це технологія, яка дозволяє наносити металевий шар на поверхню деталі за допомогою струменя стисненого газу, що переносить розплавлений метал. Дана технологія широко застосовується для відновлення корпусних деталей автомобілів і має свої переваги у порівнянні з іншими технологіями. Вартість застосування технології буде нижчою від вартості заміни.

Газополум'яне напилення широко застосовується при ремонті корпусних деталей автомобілі, дозволяє швидко здійснити відновлення пошкодженого шару деталі. Також дана технологія може забезпечувати високу міцність та зносостійкості і відновлення до початкових характеристик.

При застосування відновлення деталей порошковим напиленням ми отримуємо великий спектр різних металів та сплавів, що дозволяє підібрати оптимальний матеріал для відновлення кожної деталі.

Особливо актуальною технологія газополум'яного напилення є для відновлення деталей, що мають складну форму. У таких випадках механічна обробка може бути неможлива або економічно недоцільна. Газополум'яне напилення дозволяє відновити такі деталі без зміни їхньої форми.

Дослідження застосування даної технології показало, що використання технології газополум'яного напилення дає можливість також обирати якими показниками володітиме поверхня, так як різновид порошків, які використовуються є дуже великим. За допомогою напилення можна збільшити чи зменшити параметри поверхні, яку відновлюємо.

Таким чином можна зробити висновок, що відновлення корпусних деталей автомобіля є складним і трудомістким процесом, який вимагає високих затрат часу та енергії, однак він дозволяє значно заощадити кошти, порівняно з покупкою нових деталей. Застосування технології газополум'яного напилення є ефективним методом відновлення корпусних деталей автомобілів, що має ряд переваг перед іншими методами.

УДК 629.792

Я. В. Підлісний, А. І. Натуркач, С. І. Радь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ДОСЛІДЖЕННЯМ ЙОГО СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Y. V. Podlisnyi, A. I. Naturkach, S. I. Rad

THE TECHNOLOGY OF REPAIRING CAR ENGINE PARTS WITH THE STUDY OF ITS POWER CHARACTERISTICS

Ремонт деталей двигуна автомобіля є складним процесом який включає в себе значну підготовку та витрату енергії. Застосування сучасних технологій ремонту деталей двигуна автомобілів є потрібним елементом для забезпечення надійності, ефективності та тривалого терміну служби транспортних засобів.

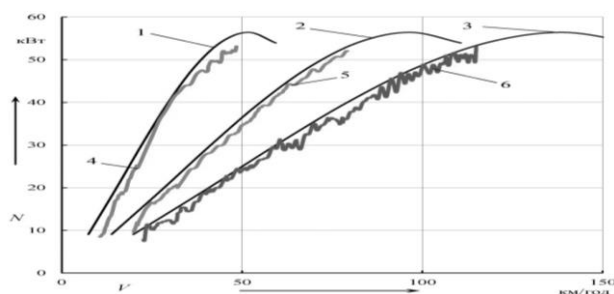
Деталі двигуна піддаються впливу високих температур, тиску та агресивних середовищ. Застосування сучасних технологій ремонту дозволяє відновити структуру матеріалів, забезпечуючи їхню стійкість до умов експлуатації.

Основними пошкодженнями які виникають при роботі двигуна це поява тріщин або інших пошкоджень, що не можуть бути усунені при поточному ремонті. І такі пошкодження деталей можна виправити наступними методами:

- Наплавлення яке передбачає нанесення нового шару металу на поверхню деталі для усунення зношування або інших дефектів;
- Зварювання дозволяє відновити цілісність деталі при наявності тріщин або інших пошкоджень.

Для дослідження силових характеристик двигуна автомобіля пропонуємо застосувати порівняння результатів з механічного та теоретичного методу. Механічний методу який передбачає вимірювання крутного моменту двигуна, потужності двигуна на стенді із застосуванням спеціального динамометричного стенду. Динамометричний стенд дозволяє вимірювати крутний момент і частоту обертання двигуна, а на основі цих даних обчислювати потужність двигуна.

При проведенні порівняння двох методів ми отримали наступні результати зображені на рисунку 1.



Графіки 1, 2, 3 – теоретичні криві потужності двигуна автомобіля на 1-ій, 2-ій та 3-ій передачах; 4, 5, 6 – експериментальні криві потужності двигуна автомобіля відповідно на 1-ій, 2-ій та 3-ій передачах

Рисунок 1. Порівняння результатів механічного та теоретичного методів

Результати даного дослідження показали, що із використанням сучасних технологій ремонту ми маємо можливість повністю відновлювати працездатність деталей автомобіля що і підтверджує наш експеримент.

УДК 656

В. А. Бабій¹; В. І. Гащин²; М. В. Бабій², канд. техн. наук

(¹Національний університет «Львівська політехніка», Україна)

(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ

V. Babii; V. Hashchyn; M. Babii, Ph.D.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATED SYSTEMS TRAFFIC MANAGEMENT

Системи штучного інтелекту (ШІ) дедалі розвиваються на вищому рівні, їх надійність стає високою і тому сфера застосування розширюється. Таким системам «доручають» управляти на відповідальних ланках забезпечення виробничих процесів та побуту людини.

Штучний інтелект значно може допомогти людині у вдосконаленні систем автоматизованого керування дорожнім рухом для забезпечення сталого розвитку міст.

Як відомо, у сучасних містах є значний ріст населення, що збільшує кількість автомобільного транспорту. Це в свою чергу викликає проблеми підвищення інтенсивності руху на вуличній мережі, значне забруднення повітря, шум і т.д. Використання ШІ в системах керування дорожнім рухом може допомогти вирішити ці проблеми та сприяти сталому розвитку міст.

З допомогою таких систем досить просто аналізувати величезні обсяги даних про дорожній рух і прогнозувати та оптимізувати переміщення транспортних засобів в реальному часі. Це означає, що рішення приймається у конкретній ситуації за вихідними даними, які є на цей момент часу. Такий підхід допоможе зменшити затори, а відповідно і витрати пального та скоротити викиди шкідливих речовин у повітря.

Крім того, ШІ може виявляти аварійні ситуації на дорозі та реагувати на них швидше, ніж це може зробити людина. Набір бази даних щодо виникнення аварійних ситуацій чи аварій дозволить прогнозувати потенційно небезпечні ситуації та приймати миттєве рішення щодо їх запобігання.

У сфері громадського транспорту значний ефект спостерігається в аналізі даних про його використання та розробці оптимальних маршрутів і розкладів, що робить громадський транспорт більш доступним та зручним для мешканців міст.

Автоматизовані системи керування, побудовані на базі ШІ, можуть допомогти знизити витрати на управління дорожнім рухом та обслуговування інфраструктури міста. Наприклад, у системах освітлення та сигналізації на дорогах, забезпечують їх роботу лише там, де це необхідно. Це зменшує споживання енергії, підвищує ресурс освітлювальних приладів тощо.

Загалом, ШІ відкриває нові можливості для покращення управління дорожнім рухом, забезпечуючи безпеку, екологічну чистоту і комфорт для їхніх мешканців, аналіз даних та прогнозування на основі таких систем допомагає містам розробляти довгострокові плани розвитку інфраструктури, спрямовуючи на збереження ресурсів та забезпечення сталого розвитку.

Література

1. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., Chernii, V. 2021. Improving the efficiency of the road organization traffic at an unregulated crossroads. *Transport Development*, 1(8), 125-13.
2. Кашканов А. А. Безпека руху автомобільного транспорту : навчальний посібник / А. А. Кашканов, О. Г. Грисяк. Вінниця : ВНТУ, 2005. 177 с.

УДК663.17

О. І. Попович¹, І. І. Любачівський², В. Ю. Стасюк²

(¹Тернопільський НДЕКЦ МВС, Україна)

(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПЕРІОДИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТУ В МІСЬКИХ УМОВАХ

О. І. Popovych, I. I. Liubachivskyi, V. Yu. Stasiuk

VEHICLE TRAFFIC PERIODS IN CITY CONDITIONS

Фаза міського руху включає режими роботи двигуна автомобіля на холостому ході при зупинці транспортного засобу, прискорення автомобіля, його рух з постійною швидкістю і режими уповільнення. Прийнята в циклі динаміка заснована на узагальненні характеру руху транспортного засобу в конкретних умовах експлуатації.

Відомо, що у великих містах темпи зростання автопарку значно перевищили збільшення пропускної здатності міської дорожньої мережі, в результаті чого динаміка руху в мегаполісах істотно змінилася. Оцінити паливно-економічні параметри ТЗ можна, записавши витрати палива в різних дорожніх умовах, характеризуючи їх, в свою чергу, середньою швидкістю руху транспортного засобу. Звичайно, одне і те ж значення середньої швидкості транспортного засобу може бути зафіксовано при різних умовах руху, тому експериментальні точки повинні мати розкид.

Розрахунок витрати палива при русі транспортного засобу відповідно до закону зміни швидкості руху в часі заснований на балансі потужності, тобто рівності суми потужностей, витрачених на подолання опору тертя коліс, аеродинамічного опору і подолання інерційних сил при розгоні автомобіля, потужності, що розвивається двигуном, з урахуванням втрат в трансмісії.

Роботи, що виконуються двигуном транспортного засобу в циклі:

$$A_{т.з} = \sum_{i,j=1}^{i,j} N_{e_{ij}} \Delta t, \quad (1)$$

де $N_{e_{ij}}$ – середня ефективна потужність двигуна транспортного засобу в ij -й навантажувально-швидкісній зоні;

Δt – крок часу обчислення.

При аналізі міського водіння, можна вважати, що неадекватність моделі зростає зі збільшенням внеску міського водіння, що, ймовірно, пов'язано з неправильною динамікою руху, прийнятою в міській фазі. Зниження середньої швидкості руху транспортного засобу за рахунок збільшення часу холостого ходу (збільшення часу роботи двигуна на мінімальних стійких холостих обертах), як на стандартному швидкісному режимі, так і на більш низьких оборотах, не призводить до значного збільшення витрати палива на ходу.

Література

1. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : КВІЦ, 2004. – 174 с: іл.

2. Соловйова О. О. Загальний курс транспорту : навч. посібник / О. О. Соловйова, І. І. Висоцька, І. М. Герасименко. – К. : НАУ, 2019. – 244 с.

3. Сохацький А. В., Трофімов О. В., Фірсов О. Д. Динаміка автомобільних та інших транспортних засобів. Ч. 1. Тягово-швидкісні властивості автотранспортних засобів. Паливна економічність : навч. посібник / А. В. Сохацький, О. В. Трофімов, О. Д. Фірсов. – Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2018. – 56 с.

УДК663.17

Ю. І. Пипко¹, М. Г. Левкович², А. В. Сімора²,

(¹Тернопільський НДЕКЦ МВС, Україна)

(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Yu. I. Pipko, M. H. Levkovich, A. V. Simora

ANALYSIS OF HYDROMECHANICAL TRANSMISSION CONTROL SYSTEMS

Гідромеханічні трансмісії в порівнянні з найбільш поширеними механічними трансмісіями можуть значно підвищити ефективність транспортного засобу, але для цього вона повинна бути оснащена системою автоматичного керування (САК).

Основним завданням САК є оптимальна координація режимів роботи двигуна і трансмісії транспортного засобу. Крім того, САК повинна забезпечувати високі якісні показники процесів функціонування механізмів, особливо в перехідних режимах, викликаних перемиканням передач. Важливою вимогою до контролю являється забезпечення безперервної подачі на провідні колеса транспортного засобу в будь-яких умовах руху. Для цього перемикання передач необхідно, щоб проходило не перериваючи потік потужності. Система також повинна захищати двигун і трансмісію від перевантажень, знижуючи динамічні навантаження при перемиканні передач до мінімуму, і виключати нештатні режими роботи двигуна і механізмів трансмісії.

На сучасному етапі розвитку автомобілебудування найбільш перспективним напрямком автоматизації управління є використання електронних систем. Електронний блок керування формує керуючі сигнали перемикання передач, блокування гідротрансформатора, управління режимами роботи двигуна при перемиканні передач. Крім того, він контролює процес включення і виключення зчеплення, забезпечуючи виконання вимог, зазначених вище. Так як муфти управляються гідравлічним приводом, то носієм кінцевого сигналу системи управління є робоча рідина. Отже, керуючі сигнали, що генеруються електронним блоком, повинні бути посилені і змінені за своєю фізичною природою. Вирішення цієї проблеми забезпечується застосуванням електрогідравлічних приводів для управління зчепленням.

Фіксація моменту повного заповнення порожнини фрикційного гідроциліндра «потокком» має ще одну важливу перевагу в порівнянні з іншими методами. Такі механізми дозволяють знизити рівень стрибка тиску рідини в момент повного заповнення гідроциліндра зчеплення за рахунок зниження жорсткості системи за рахунок вивільнення додаткового обсягу рухомим підпружиненим золотником.

Для того щоб зафіксувати момент закінчення заповнення гідроциліндра зчеплення і подати сигнал на початок регулювання тиску в гідроциліндрі зчеплення, в рекомендованих механізмах використовувалися два принципи, - «за тиском» і «за потоком». Ці принципи найчастіше використовуються у світовій практиці автомобілебудування, добре розвинені і забезпечують високу ефективність управління.

У приводі керування зчепленням розміщений проточний клапан. В якості приладу для виявлення закінчення заповнення гідроциліндра муфти зчеплення використовується індикатор заповнення, в якому підпружинена тарілка, яка реагує на падіння потоку в живильній магістралі тертя і замикає електричний контакт, що передає інформаційний сигнал. Індикатор наповнення, крім виявлення моменту початку етапу регулювання тиску, виконує ще й функцію механізму плавного

включення зчеплення, що знижує стрибок тиску в живильній магістралі в момент зупинки поршня зчеплення.

Привід за принципом роботи «визначення тиску» також виконаний вищевказаною схемою, недоліком такого привода є те, що складно налаштувати показник тиску на запис різних рівнів тиску. Так як зчеплення мають різні параметри, такі як жорсткість поворотних пружин, обсяг гідроциліндра зчеплення, необхідно регулювати рівень фіксації тиску для кожного зчеплення.

Замість індикатора тиску застосовують електронний датчик тиску мембранного типу. Цей датчик дозволяє змінювати налаштування тиску відкриття і значно менший, ніж показник тиску в попередньому.

Як правило привід управління муфтою складається з регулятора тиску і датчика тиску. Вхід механізму управління зчепленням з'єднаний гідро лінією з джерелом подачі робочої рідини під тиском (гідронасосом з переливним клапаном), а випуски з'єднані гідравлічними лініями з гідроциліндром зчеплення і з гідро баком відповідно.

Регулятор тиску складається з електрогідравлічного пілотного клапана і регулятора-розподільника. Клапан виконаний у вигляді електрогідравлічного пропорційного клапана, який складається з пропорційного соленоїда і трьохлінійного багатопозиційного гідро регулюючого клапана. Регулятор-розподільник являє собою чотирьох лінійний багатопозиційний гідравлічний апарат золотникового типу.

При включенні на першому етапі наповнення гідроциліндра тертям протягом певного часу $t_{\text{запл1}}$ видає електричний керуючий сигнал на обмотку електромагніту пропорційного клапана, струм якого максимальний $I_y = I_{y\text{макс}}$. У свою чергу, золотник регулятора-розподільника, реагуючи на силу тиску робочої рідини в порожнині управління, переміщається в положення, при якому з'єднує гідролінію з вихідною гідролінією. Тиск в гідромагістралі також буде пропорційно величині струму в обмотці соленоїда пропорційного клапана. Для визначення цього взаємозв'язку використовується рівняння рівноваги золотника регулятор-розподільник:

$$p_{13}A_{\text{л}} = p_6A_{\text{пр}} + c_{\text{пр}}\Delta_{\text{пр}} + F_{\text{пер}} \quad (1)$$

де p_{13} – тиск робочої рідини в керуючій порожнині;

p_6 – тиск робочої рідини в порожнині зворотного зв'язку;

$A_{\text{л}}$, $A_{\text{пр}}$ – площа лівого і правого кінців золотника;

$c_{\text{пр}}$, $\Delta_{\text{пр}}$, $F_{\text{пер}}$ – коефіцієнт жорсткості, деформація і сила попереднього натягу пружини віддачі.

Якщо виразити з рівняння (1) тиск в порожнині зворотного зв'язку p_{17} , то отримаємо наступну залежність:

$$p_6 = \frac{p_{13}A_{\text{л}} - c_{\text{пр}}\Delta_{\text{пр}} - F_{\text{пер}}}{A_{\text{пр}}} \quad (2)$$

З виразу (2) видно, що величина тиску в порожнині зворотного зв'язку, а отже, і у вихідній гідравлічній лінії, є функцією тиску в регулюючій порожнині $p_6 = f(p_{y13})$, що представляє собою лінійну залежність від величини струму в обмотці електромагніту пропорційного вентиля.

Література

1. Мельничук, С. В. Гідравлічні системи автомобіля: навч. посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 294 с.: іл.
2. Калашник Є. Електронно керовані гідромеханічні коробки зміни передач в пасажирських автомобілях з тепловими двигунами. – Кондор, 2022. – 140 с.
3. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. посібник / Є.Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. – Львів : Афіша, 2004. – 492 с.

УДК 629.1-46

В. В. Бурак; М. Я. Сташків, к.т.н., доцент.

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

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МІСЬКИХ ТРОЛЕЙБУСНИХ МАРШРУТАХ

V. V. Burak; M. Ya. Stashkiv, Ph.D., Assoc. Prof.

IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL PROCESSES IN URBAN TROLLEYBUS TRANSPORTATION ROUTES

Завдяки стрімкому технологічному прогресу та впровадженню новітніх інновацій, міські пасажирські перевезення в Західній Україні перебувають на шляху постійного удосконалення. Розвиток електричних транспортних засобів, впровадження "розумних" технологій управління та оптимізація маршрутів – лише деякі з ініціатив, спрямованих на підвищення якості послуг та зменшення викидів від транспорту.

Аналіз сучасних транспортних технологій у міських пасажирських перевезеннях Західної України відображає активний пошук нових, більш ефективних та сталих рішень, спрямованих на поліпшення якості життя мешканців та створення більш комфортного та екологічно чистого середовища у містах.

Мета цього дослідження полягає у виявленні можливостей для підвищення ефективності та покращення якості пасажирських перевезень.

Сучасна транспортна система міста стикається з рядом викликів, пов'язаних зі зростанням попиту на транспортні послуги та підвищенням вимог до комфорту, швидкості та екологічної чистоти. У цьому контексті троллейбусні маршрути є важливою складовою системи громадського транспорту, і необхідно постійно вдосконалювати їх функціонування.

Однією з ключових ініціатив удосконалення є впровадження "розумних" технологій управління, які дозволяють оптимізувати маршрути, регулювати рух та забезпечувати точність розкладів. Використання систем GPS та аналітики даних дає можливість відстежувати рух троллейбусів у реальному часі та адаптувати маршрути до попиту пасажирів.

Напрямки покращення також включають в себе розробку мобільних додатків для пасажирів, що надаватимуть реальну інформацію про розклади, оптимальні маршрути та можливі затримки. Це сприятиме зручності та доступності інформації для користувачів громадського транспорту.

У покращенні організаційних процесів перевезень на міських троллейбусних маршрутах, важливо звернути увагу і на економічні показники. Впровадження ефективних технологій управління може призвести до зменшення витрат на експлуатацію транспорту через оптимізацію маршрутів, зниження витрат на електроенергію та підвищення загальної продуктивності перевезень.

Більш ефективна експлуатація міських троллейбусних маршрутів може відобразитися на підвищенні фінансової стабільності транспортних підприємств, забезпечуючи оптимізацію витрат і підвищення доходів, що в свою чергу може сприяти загальному економічному зростанню та розвитку міста.

Впровадження новітніх технологій у міських пасажирських перевезеннях Західної України сприяє покращенню якості транспортних послуг, забезпечуючи більш ефективний рух та зменшення викидів, що відповідає вимогам сталого розвитку та підвищує комфортність міської інфраструктури.

Література

1. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / Бабій М.В., Бабій А.В., Матвіїшин А.Й. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 "Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу", Харків, 2016. – С. 232–236.
2. Далека В. Х. Ресурсозбереження – головна стратегія сталого розвитку міських пасажироперевезень. Коммунальное хоз-во городов. Вып. 36. К.: Техніка, 2002. С. 449-453.
3. Закон України «Про міський електричний транспорт»: від 29.06.2004 № 1914-IV. Відомості Верховної Ради України.

УДК 629.3

В. О. Тесля, к.т.н.; А. І. Шаблій

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В М. ТЕРНОПІЛІ

V. O. Teslia PhD, A. I. Shablii

PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC TRANSPORT IN TERNOPOL

В сучасному світі, коли питання екології стає все більш актуальним, розвиток електротранспорту визнається одним із ключових напрямків для зменшення викидів та покращення якості навколишнього середовища. Місто Тернопіль, в силу свого географічного положення та активного міського руху, не залишається осторонь цього тренду, проявляючи зростаючий інтерес до впровадження електромобільності.

Ще з кінця ХХ століття в світі активно розроблялися електричні транспортні засоби, але лише останнім часом вони стали доступними для широкого споживача завдяки вдосконаленню батарейних технологій та підвищенню їхньої ефективності. Такі тенденції взяли верх і в Україні, зокрема в Тернополі.

Зараз місто активно працює над створенням інфраструктури для зручного використання електротранспорту. Розширюються мережі зарядних станцій, які встановлюються на парковках, торгових центрах та на інших популярних місцях. Це дозволяє власникам електромобілів легко та швидко заряджати свої автомобілі, забезпечуючи зручність і надійність електротранспорту.

Однією з ключових переваг електротранспорту є його екологічна чистота. Велика кількість забруднюючих речовин, що виділяються традиційними автомобілями, відсутня у випадку користування електромобілями, що сприяє покращенню якості повітря в місті та зниженню ймовірності хвороб серцево-судинної системи та захворювань дихальних шляхів.

Ще однією важливою перевагою є економія на паливі. Вартість електроенергії для зарядки електромобіля значно нижча, ніж витрати на бензин чи дизельне паливо. Це може зменшити витрати власників транспортних засобів та внести свій внесок в зниження економічних витрат сімей.

Проте, на шляху розвитку електротранспорту в Тернополі стоять певні виклики. Одним із них є необхідність подальшого вдосконалення інфраструктури та розвитку мережі зарядних станцій. Також важливо враховувати електробезпеку та якість енергопостачання, щоб забезпечити надійну роботу електротранспорту та уникнути можливих аварій.

Узагальнюючи, електротранспорт в м. Тернопіль має перед собою обіцяючі перспективи розвитку. Заходи з покращення інфраструктури, стимулювання використання електротранспорту та підвищення екологічної свідомості можуть визначити майбутнє міської мобільності та забезпечити стаłe покращення якості життя мешканців.

УДК 621.436

М. В. Пона С. Я. Пришляк С. Ю.Тарар; Р. В. Хорошун; Л. М. Слободян, к.т.н.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ АМОРТИЗАТОРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

M. V. Pona; S. YA. Prishlyak; S. Yu. Tarar; R. V. Khoroshun; L. M. Slobodian, Ph.D.
**STAND FOR RESEARCHING WORKING PARAMETERS OF CAR SHOCK
ABSORBERS**

До експлуатаційних характеристик підвіски колісних транспортних засобів (КТЗ) малої та середньої вантажності, що експлуатуються за складних умов, ставляться жорсткі вимоги.

Для оцінки параметрів роботи амортизаторів розроблено спеціальний стенд (рис. 1), конструкція якого дозволяє виконувати дослідження за наближених до експлуатаційних умов. У конструкції стенду передбачено можливість регулювання з



Рисунок 1. Стенд для оцінки експлуатаційних параметрів амортизаторів: 1 – нижнє кріплення амортизатора; 2 – амортизатор; 3 – верхнє кріплення амортизатора; 4 – динамометричний механізм; 5 – стійки; 6 – кожух понижаючого механізму; 7 – коромисло; 8 – шатун; 9 – привід стенду; 10 – вимикач; 11 – корпус

зменшувались на 1,2 кг. Під час аналізу амортизатора після проходження значної дистанції, не було виявлено помітних змін у зовнішньому вигляді сайлентблоків, а також розмірних відхилень між правим та лівим амортизаторами. Не було виявлено також витoku рідини з баків. Виміри зносу деталей здійснювали за допомогою спеціально розробленого інструменту з циліндричним зондом та мікрометром МК 25-1. Оцінка змін технічного стану звичайного сайлентблока визначалася через відсоток розрушення поверхні гумової вставки, тоді як для сайлентблока, запропонованого в наборі для ремонту, – через величину переміщення болта затискання металевої вставки для врівноваження виникаючого зазору в з'єднанні підшипника. При досягненні

врахуванням висоти амортизаторів Дослідження робочих параметрів амортизаторів виконували за температури $+17^{\circ}\div 20^{\circ}\text{C}$ та при повному охолодженні амортизаторів перед кожним дослідом. Експериментальні залежності зусилля стиску рідинного амортизатора (рис. 2) свідчать про те, що при тривалій рідина у ньому нагрівається та стає менш в'язкою, що сприяє її швидшому перетіканню через клапани. Через 15 хвилин роботи амортизатора зусилля зменшується на 0,5 кг. Аналогічну закономірність отримали при дослідженні рідинного амортизатора за умов розтягу (рис. 3). Через 15 хвилин роботи амортизатора спостерігали зменшення зусилля розтягу на 0,7 кг. Дослідження газо-рідинного амортизатора на розтяг та стиск (рис. 4 та рис. 5) свідчать, що після 15 хвилин його роботи зусилля

пробігу в 130 тис. км сталася поривка гумової вставки сайлентблока правого амортизатора, і знос у місці з'єднання досяг 1,5 мм.

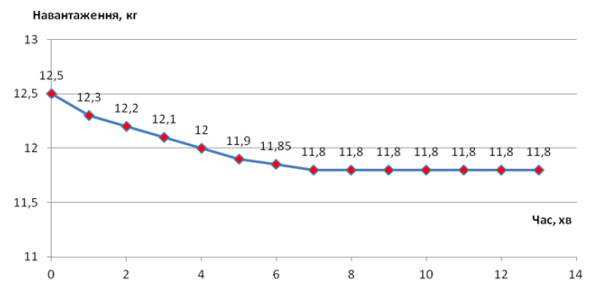
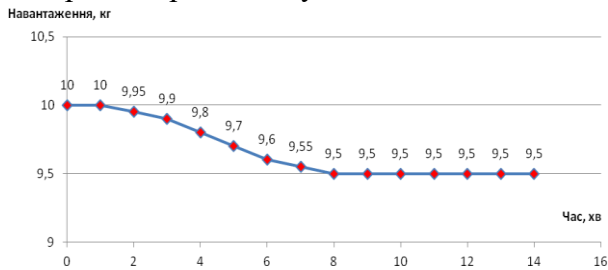


Рисунок 2. Графік залежності зусилля стиску від часу (рідинний амортизатор)

Рисунок 3. Графік залежності зусилля розтягу від часу (рідинний амортизатор)

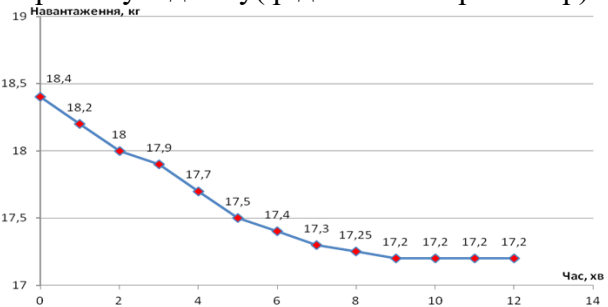
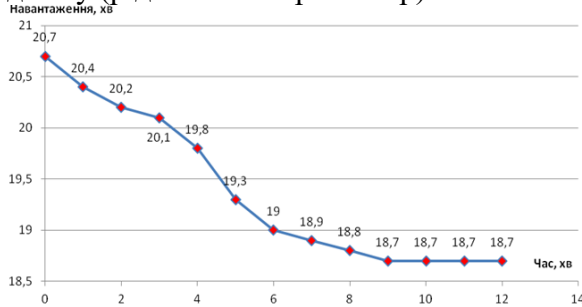


Рисунок 4. Графік залежності зусилля стиску від часу (газо-рідинного амортизатора)

Рисунок 5. Графік залежності зусилля розтягу від часу (газо-рідинного амортизатора)

Це зробило подальше використання неможливим. Знос з'єднань сайлентблоків лівого та правого амортизаторів із наборами для ремонту показано на рисунку 6.

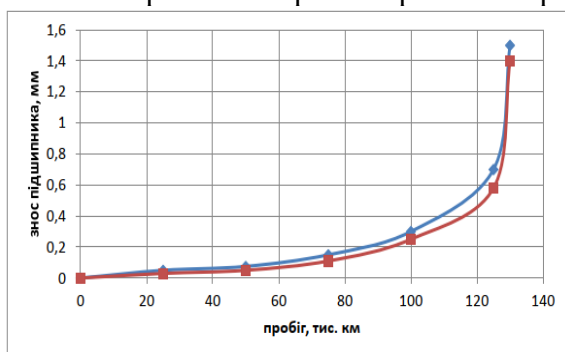


Рисунок 6. Діаграми варіацій технічного стану сайлентблоків правого та лівого амортизаторів залежно від пробігу авто

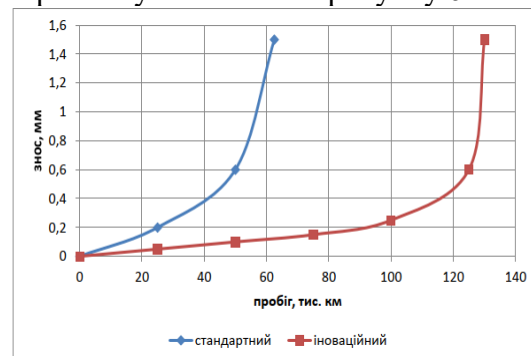


Рисунок 7. Діаграми варіацій технічного стану сайлентблоків правих амортизаторів залежно від пробігу транспортного засобу: 1 - звичайний правий, 2 - модернізований правий

Через те, що зазвичай правий амортизатор піддається більшому зносу ніж лівий через кілька несприятливих факторів, таких як поперечні нерівності на дорозі, виїзд правого колеса на обочину тощо, аналіз зносу стандартних та інноваційних сайлентблоків зосереджувався переважно на правому амортизаторі. Порівняльний аналіз варіацій стандартних та модифікованих сайлентблоків правих амортизаторів (найменш тривалого терміну служби) залежно від пробігу авто показано на рис.7. Встановлено, що звичайний амортизатор в середньому працює до відмови 68-70 тис. км. Термін служби автомобілів із наборами для ремонту варіювався від 115 до 130 тис. км.

Порівняння діаграм для звичайних та удосконалених правих амортизаторів показує, що знос усіх амортизаторів залежить від пробігу, але граничний знос модернізованих амортизаторів настає значно пізніше. Тривалість служби пропонованих сайлентблоків амортизатора в 1,5...2 рази більша, ніж у звичайних.

УДК 621.436

А. С. Шимків; А. В. Огар; М. О. Музика; А. А. Демко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

A. S. Shimkiv; A. V. Ogar; M. O. Music; A. A. Demko

STAND FOR RESEARCH DIAGNOSTIC PARAMETERS OF PASSENGER CARS.

Машинобудівна промисловість має багатогалузеву структуру і практично в кожній галузі використовуються гальмівні механізми. З огляду на те, що в останні роки в нашій країні, як і Європі та світі загалом, стрімко підвищуються вимоги до безпеки руху транспортних засобів в контексті постійного зростання чисельності парку автомобілів зумовленого збільшенням обсягів перевезень пасажирів і вантажів – проблема забезпечення безпеки руху автотранспортних засобів є виключно актуальною. Останнім часом змінилися показники оцінки гальмівних властивостей автомобілів, нормативні значення їх тепер стали жорсткішими. В свою чергу



Рисунок 1. Стенд для дослідження діагностичних параметрів легкових автомобілів

ефективність гальмування визначається як конструктивними особливостями, так і експлуатаційними характеристиками вузлів.

Розроблений і виготовлений стенд (рис.1) для дослідження діагностичних параметрів кермових та гальмівних властивостей автомобіля, а також для перевірки та аналізу підшипників. Для аналізу віброакустичних характеристик кулькового підшипника було реалізовано декілька фаз експерименту. На першому етапі, підшипник 306 обробляли мастилом №158. Використовуючи аудіо сенсори та комп'ютерне обладнання із відповідними програмами, здійснювався запис аудіофайлів. Після відключення

апаратури, виконувалося її часткове демонтажування для заміни підшипників на ті, що містили інше мастило. Наступною кроком був повторний пуск обладнання з підшипниками, змазаними мастилом ЛІТОЛ-24, і реєстрація нових аудіофайлів.

Тестування на другій фазі виконувались у спосіб, подібний до того, що застосовувався для мастила №158. Здійснено кілька серій записів аудіофайлів, які відображають роботу підшипників із використанням різних видів мастил. Потім, використовуючи програми GoldWave та Spectrogram 16, було проведено детальний аналіз цих записів.

На основі даного стенда проведено дослідження визначення залежності тисків в рульовій рейці та визначення гальмівного шляху при різному дорожньому покритті. Вивчення аудіофайлів, в яких застосовувались різноманітні види мастил, дозволило виявити зміни у віброакустичних характеристиках на початковій стадії дослідження (після 100 годин експлуатації) та у момент критичного зношування підшипника (після 1000 годин роботи). У дослідженні застосовувався електронний мікрофон, який

працює на принципах схожих із конденсаторними мікрофонами, використовуючи статичну електретну пластину як нерухому частину конденсатора та джерело сталого електричного поля. На рис.2-4 представлені графіки звукових діагностичних показників для підшипників з мастилами №158 та ЛІТОЛ 24 при навантаженні на підшипник 20 кг.

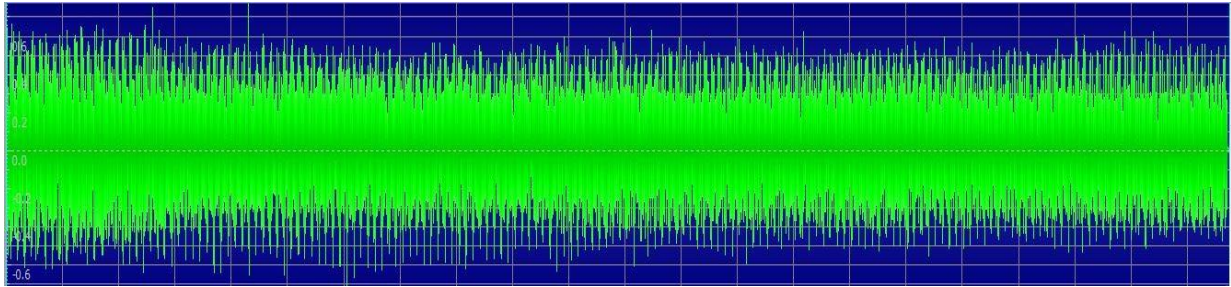


Рисунок 2. Графік звукових діагностичних характеристик із використанням мастила №158, навантаження 20 кг.

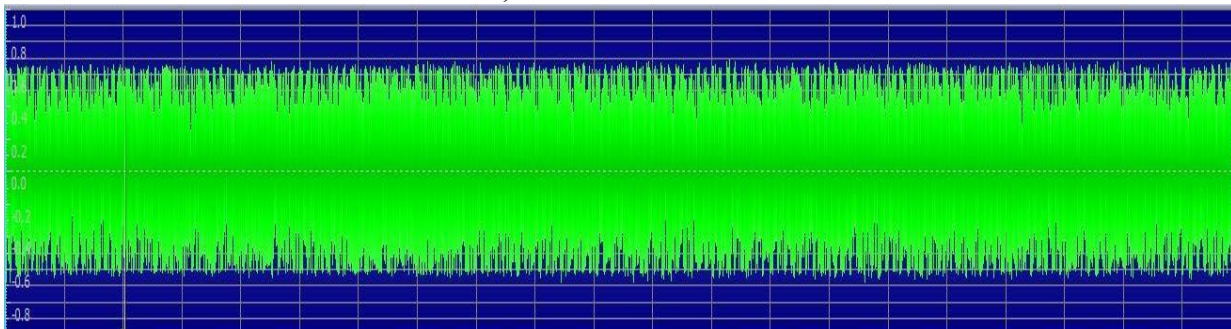


Рисунок 3. Графік акустичних діагностичних параметрів з використанням мастила ЛІТОЛ-24, навантаження 20 кг.

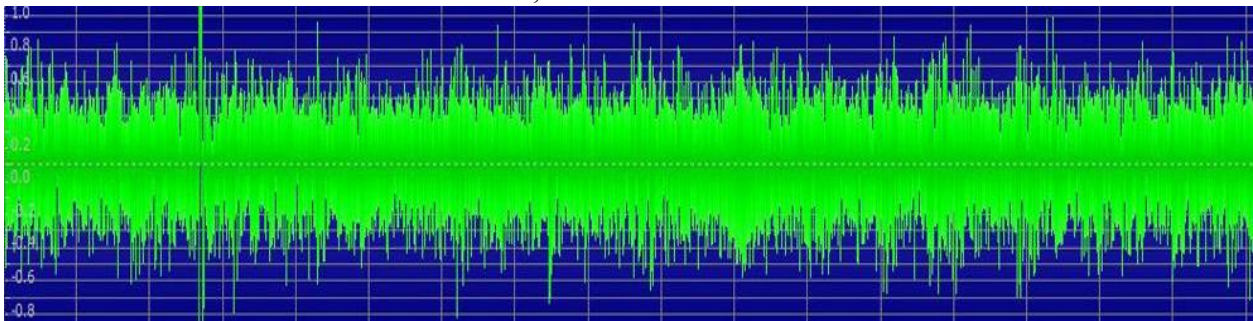


Рисунок 4. Графік випробувального стенду для тягових та динамічних характеристик.

Дані графічні залежності дозволяють візуально оцінити рівень зносу тестованого підшипника та як він залежить від типу мастила та величини прикладеного навантаження.

Література

1. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / О.А. Лудченко // – К.: Знання-Прес, 2003. 216 с.
2. <http://avtosovet.com.ua/remontavto/rulove-keruvannya-avtomobilya-sxema-pristrij-roboti-nespravnosti>.

УДК 622.822

С. С.Пиріжок; Р. М.Войціх; П. Р. Вовчук; Т. Б. Пиндус
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОВАНОГО ДВИГУНА НА СТИСЛОМУ ПРИРОДНОМУ ГАЗІ

S.S. Pirozhok; R.M. Voitsykh; P. R. Vovchuk; T.B. Pyndus
**INVESTIGATION THE CHARACTERISTICS OF COMPRESSED NATURAL
GAS TURBED ENGINE**

Паливо, як основний компонент для роботи моторів, що спалюють паливо всередині, відіграє ключову роль у генерації енергії. Зі зростанням кількості людей на планеті, потреба у цьому паливі також зросла. Водночас, такі мотори сприяють екологічним проблемам, викидаючи шкідливі речовини у атмосферу. Це підкреслює необхідність шукати альтернативні, більш чисті джерела енергії для зменшення негативного впливу на довкілля. Оптимізація викидів призвела до зниження загальної продуктивності двигуна. Завдяки високому октановому числу та стійкості до детонації, метан перевершує бензин, дозволяючи двигунам на природному газі працювати з вищими ступенями стиснення, що сприяє поліпшенню ефективності. Гібридний турбонаддувний двигун, що працює на обох видах палива - метані та бензині - відкриває нові можливості, щоб об'єднати переваги метану, зменшуючи його недоліки.

Виявлено, що двигуни на стисненому природному газі (CNG) з детальним управлінням співвідношенням повітря/палива (A/F) і застосуванням вдосконалених систем очищення вихлопних газів відповідають вимогам каліфорнійських екологічних стандартів SULEV1. Вже встановлено в багатьох дослідженнях, що метан як паливо має свої переваги; використання стисненого природного газу як альтернативи традиційним рідким викопним паливам сприяє зниженню викидів вуглекислого газу та покращує екологічність енергетичних ресурсів у транспортній галузі. З іншого боку, у порівнянні з бензиновими двигунами, атмосферні двигуни, що використовують метан, мають знижений об'ємний коефіцієнт корисної дії на 4–10% через меншу енергетичну щільність метану, що впливає на зменшення крутного моменту. Додатково, існує підвищений ризик накопичення відкладень на поверхні впускних клапанів через відсутність бензинового очищувального ефекту.

Дослідження спеціалістів показало, що ризик детонації при використанні гібридного палива є меншим, ніж при використанні виключно бензину, а також відзначено скорочення часу необхідного для запалювання. Вдосконалення у налаштуваннях системи запалювання та досягнення ідеального співвідношення повітря і палива ведуть до зростання теплової ефективності на 10–27% у порівнянні з традиційними бензиновими двигунами. У численних дослідженнях розглядалася ефективність гібридного впорскування бензину та метану в турбонаддувний двигун з іскровим займанням, де обидва види палива подавались через впускний колектор. Ступінь стиснення основного мотора було підвищено із 9,5 ... 11,5. При застосування першого закону термодинаміки дозволило визначити залежність температури та тиску в циліндрах від кута обертання колінчастого валу. Ці результати були порівняні з відповідними експериментальними даними існуючих двигунів з іскровим запалюванням, що функціонують на обох видах палива. Дослідження виявило, що продуктивність двигуна на метані була на 11% нижчою, ніж на бензині, в діапазоні обертань від 1500 до 4000 об/хв, що пов'язано з підвищеною об'ємною ефективністю.

УДК 622.822

Р. Р. Переймибіда; Р. І. Горбоніс; М. І. Ющишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТУ ЛОБОВОГО СКЛА ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

S. S. Pirozhok; R. M. Voitsykh; P. R. Vovchuk; T. B. Pyndus

INVESTIGATION THE CHARACTERISTICS OF COMPRESSED NATURAL GAS TURBED ENGINE

Сучасні технології ремонту передбачають використання високоякісних смол і полімерів, які можуть ефективно заповнювати тріщини та усувати пошкодження без необхідності повної заміни скла. Це не тільки зменшує вартість ремонту, але й сприяє збереженню екологічної рівноваги, оскільки знижується потреба у нових матеріалах. Впровадження передових методів виявлення та діагностики пошкоджень скла також є важливою частиною удосконалення процесу ремонту. Це дозволяє оперативно визначати необхідність ремонту та вибирати оптимальні способи його проведення.

Загалом, процес ремонту тріщин полягає у заповненні утворених вад у склі спеціальним клеєм, склад якого забезпечує однаковий показник заломлення світла, як у скла. Під час затвердіння клей зменшується в розмірі, тягне разом і фіксує краї тріщини.

Експеримент був проведений на моделі автомобіля OPEL у кліматичній камері КС-1. Кліматична камера використовується для тестування кліматичної ефективності автомобіля на холостому ходу. Кліматична камера та автомобіль були умовно підготовлені при температурі $-18 \pm 3^{\circ}\text{C}$ протягом щонайменше 24 годин до початку тесту. Результати, отримані з цієї моделі, включають інформацію про температуру всередині відсіку та відносну вологість повітря. Ці дані використовуються у моделі, що деталізує лобове скло та можливу водяну плівку. Дані про температури модельованого потоку повітря від системи обігріву, що йде уздовж внутрішньої сторони лобового скла, відповідали показникам: $0 \leq t \leq 20$ хв; Температура з вимірювань $255 \leq T \leq 315$ (K); Температура з симуляції $256 \leq T \leq 305$ (K).

Для вхідних даних модель застосовує температуру зовнішнього повітря та температуру вхідного повітря, вологість та первісну кількість води на склі. У комп'ютерній моделі лобового скла передбачалося відсутність сонячного світла та стояння автомобіля на холостих обертах. Швидкість потоку повітря від системи обігріву в кабіні була задана як 2 м/с, як показано на рисунку 1. Швидкість потоку зовнішнього повітря була встановлена як 1 м/с.



Рисунок 1: Розподіл швидкостей потоку повітря на лобовому склі моделі.

Розрахунки стабільного стану проводяться, якщо товщина плівки недостатня (в цьому випадку 10-9 м), в іншому випадку проводяться перехідні розрахунки. Час моделювання становив приблизно 5 хвилин на РІІ 350 MHz.

УДК 622.822

В. А. Мяковський; П. І. Велешчук; Т. Д. Навроцька, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КУЗОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМОБІЛІВ

V. A. Myakovsky; P. I. Veleshchuk; T. D. Navrotska, Ph.D.

THE RESEARCH OF REPAIR PROCESS CAR BODY ELEMENTS

Сучасний автомобільний ринок постійно розвивається, і автомобілі стають все більш складними з технічної точки зору. Інтеграція новітніх технологій, таких як електричні двигуни, асистенти водіння, системи автономного управління, зробила сучасні автомобілі чудовими екземплярами інженерної думки. Однак, разом із ростом технологічних можливостей, збільшується й складність їхньої структури та конструкції. Але незалежно від рівня технічного прогресу автомобілі все ще піддаються механічним пошкодженням, особливо їхні кузовні елементи. Це може відбуватися з різних причин: від дорожньо-транспортних пригод до погодних умов та зовнішніх механічних впливів. Кузов автомобіля є однією з найважливіших його частин, яка забезпечує безпеку пасажирів, аеродинаміку та естетичний вигляд. Конструкція кузова та методи його ремонту постійно удосконалюються з огляду на новітні технології та матеріали. В підсумку, конструкція кузова та методи його ремонту є динамічною областю, що розвивається у відповідь на технічний прогрес і змінюючіся потреби ринку. Аналіз існуючого стану на сьогоднішній день використовуються різні методи фіксації, такі як магнітні захвати, клеючі полімерні з'єднання, вакуумні присоски тощо. Однак їх ефективність може бути обмежена типом пошкодження, рівнем деформації, а також матеріалом, з якого виготовлена деталь. Ефективні методи виправлення поверхневих вм'ятин, таких як ті, що виникли від ударів граду чи камінців, а також коригування деформованих металевих деталей поділяються: індукційне обладнання; магнітно-імпульсна технологія. Представлена оптимізована модель магнітного утримувача (рис. 1) включає корпус 1, високоєфективний магніт з матеріалу Nd-Fe-B 2, орієнтований по довжній осі, переходник 3 та болт 4. Корпус 1 та переходник 3 виготовлені з м'якої магнітної сталі з низьким вмістом вуглецю Ст. 3, що служить як якісний магнітний провідник.

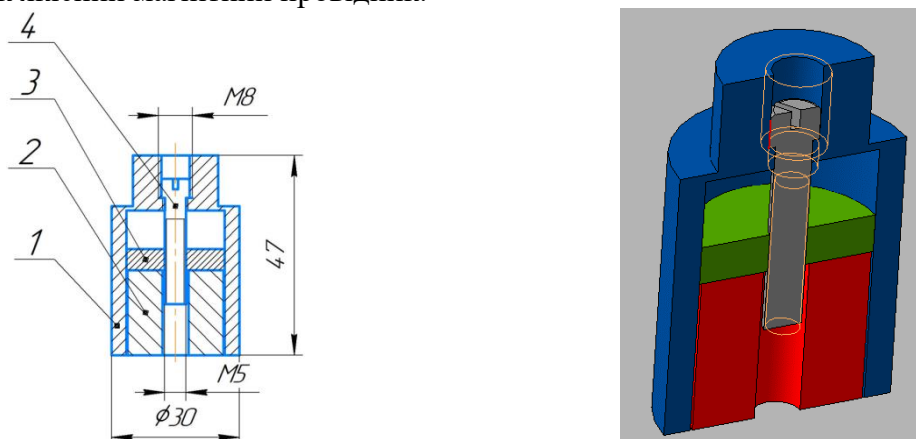


Рисунок 1. Магнітний захват; 1-стакан, 2-магніт Nd-Fe-B; 3-шунт, 4-гвинт

В результаті проведених досліджень виявлено, що процесу фіксації може значно підвищити якість ремонту, зменшити час на його виконання та знизити ризик подальших пошкоджень.

УДК 622.822

В. А. Мех; В. О. Кізь; В. І. Чавурський; Т. Б. Пиндус

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНОЇ ПЛИВИ КАТЕГОРІЇ SL ПО API З ДОСЛІДЖЕННЯМ В'ЯЗКОСТІ

V. A. Meh; V. A. Kiz; V. I. Chavursky; T. B. Pyndus

THE RESEARCH PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF MOTOR FLOW CATEGORY SL ACCORDING TO API WITH COMMUNICATION STUDY

Олива є ключовим компонентом у двигунах внутрішнього згоряння та гідравлічних установках. Його головна роль - забезпечити змащування рухомих елементів, ущільнювати контактні поверхні та відводити тепло. Олива служить надійним засобом для ефективної передачі енергії. Для оптимальної роботи двигуна внутрішнього згоряння важливо використовувати чисту оливу відмінної якості. Двигунах внутрішнього згоряння олива працює під сильним тиском і змінюється залежно від температури. Важливо, щоб воно зберігало потрібні в'язкісні характеристики протягом всього часу експлуатації, оскільки робота системи залежить від температурних умов та часу роботи. До оливи додають різноманітні добавки, щоб покращити його основні властивості, такі як змащення, в'язкість і стабільність. Специфікації масла перевіряються регулярно, щоб запобігти проблемам з двигуном. Методики перевірки та аналізу оливи допомагають ефективно стежити за його станом. Аналіз оливи дозволяє вчасно виявляти знос деталей та можливі несправності в обладнанні. Такий підхід допомагає прогнозувати стан машини, аналізуючи частки зносу. Контроль за оливою може виявити потенційні проблеми швидше, ніж інші системи моніторингу. Цей метод застосовується як для оливи, так і для інших змащувачів. Під час проведення результатів отримано дослідження, які представлені на рисунках 1-3 за допомогою програми GM FLARE для бензинового двигуна об'ємом 5,0 л для масла SAE-10W/30. Аналіз показує зменшення потужності (Дж/обертання) в залежності від обертів двигуна (об/хв) у чотирьох основних частинах двигуна, де спостерігалися механічні втрати через в'язкість: в частині поршня, підшипників, поршневих кільцях та поршневому механізмі.

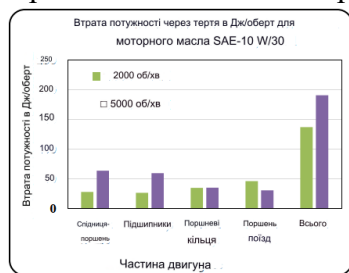


Рисунок 1. Результати з програмного забезпечення GM FLARE для бензинового двигуна об'ємом 5,0 літра з моторною олією SAE-10W/30.

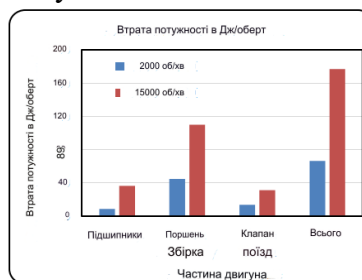


Рисунок 2. Результати втрат потужності в Дж/обертання для бензинового двигуна об'ємом 2 літра.

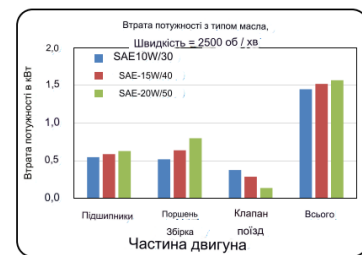


Рисунок 3. Результати за моделлю тертя двигуна від Shell для бензинового двигуна при 2500 об/хв.

Масила з категорії Sl по API, які відповідають сучасним вимогам, повинні забезпечувати високу стабільність в'язкості протягом всього терміну служби. Це важливо для підтримки оптимального рівня змащування при різних режимах роботи двигуна і при різних температурах.

УДК 658

О. В. Зубнін; М. С.Гирила; О. Л. Ляшук, д.т.н. проф.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СОРТУВАННЯ МЕТАЛУ ПІД ЧАС УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

O. V. Zubnin; M. S. Girila; O. L. Lyashuk, Ph.D. Prof.

THE STUDY PROCESS OF METAL SORTING DURING CAR RECYCLING

Дослідженні направлено на специфіку відходів від автомобілів та їх вплив на екосистему. Відзначено, що очікуваний обсяг утилізації автомобілів в Україні до 2020 року може досягти більше 60 тис. машин. Прогнози показують, що з урахуванням поточних тенденцій імпорту вживаних автомобілів, ця кількість може збільшитися до 350 тис. одиниць до 2035 року. З метою ефективної обробки такого обсягу автотранспорту слід розглянути можливість застосування пересувних шредерних комплексів. Було проведено вивчення світової практики застосування шредерних методів утилізації автотранспорту та їх ефективності. Враховуючи досвід інших країн, було висловлено рекомендації щодо адаптації та впровадження цієї технології в Україні з метою поліпшення екологічної ситуації та раціонального використання ресурсів.

Сортування металевих відходів є важливим етапом у процесі переробки і утилізації. Таке сортування допомагає відокремити різні типи металів, таких як залізо, мідь, алюміній, цинк тощо, для подальшого використання або переробки. Процес включає в себе наступні етапи: Первинна сортування: Ручне або механічне відокремлення великих елементів і грубих домішок. Магнітна сепарація: За допомогою магнітів відділяють феромагнітні матеріали від немагнітних. Вибіркова флотація: Цей метод використовується для розділення металів на основі їхньої хімічної активності у розчині. Електростатична сепарація: Застосовується для розділення металів, що мають різний електричний заряд. Гравітаційне сортування: Використовуються центрифуги та інші пристрої для розділення металів за їхньою вагою. Оптична та радіоактивна сепарація: Сучасні технології, що використовують спектральний аналіз та радіоактивне випромінювання для визначення та відділення різних типів металів.

В результаті такого сортування отримують чисті фракції металів, готові до подальшої переробки і використання в промисловості. Відсортовані метали можуть бути переплавлені для створення нових виробів або продані на ринку як сировина. Під час рециклінгу автозапчастин, що містять залізні, незалізні метали, пластикові компоненти, скло і ін., застосовують технології розділення матеріалів за їх типами. Така методика сортування допомагає отримувати з відходів якісну сировину для подальшого використання. Розділення відходів здійснюється на основі: фізичних властивостей (наприклад, магнітної реакції, щільності чи провідності); візуальних характеристик (таких як колір або текстура поверхні); ідентифікаційних знаків на деталях; даних з хімічних та інших лабораторних тестів та інші. Методи розділення матеріалів базуються на їх різниці в магнітних, електричних та інших особливостях. Ключовою особливістю магнітного методу є магнітна сила, яка виникає на їхній робочій зоні сепаратора. Електростатична сепарація – це метод розділення частинок (зокрема, твердих частинок) на основі їхньої електричної провідності. У цьому методі частинки набувають електричний заряд за допомогою впливу електростатичного поля або трибоелектричного зарядження, після чого вони відштовхуються від електродів під впливом сильного електростатичного поля. Встановлено, що важливу роль в процесі утилізації відіграє магнітний метод, який допомагає виділити велику частину чорних металів, що складають 75-80% маси авто.

УДК 656.052

О. А. Заставний¹; І. М. Чехович¹; Т. Б. Пиндус¹; Ю. Д. Бодоряк²

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

² (Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Тернопіль, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІВ ГРУПИ VAG

О. А. Zastavnyi; I. M. Chekhovych; T. B. Pyndus; Y. D. Bodoriak

THE STUDY BRAKE SYSTEM OF VAG GROUP VEHICLES

Сучасний автомобільний ринок вимагає від виробників та сервісних центрів не тільки високої якості виробництва автомобілів, але й якісного обслуговування та діагностування їх систем. Гальмівна система є однією з ключових складових кожного автомобіля, від її працездатності безпосередньо залежить безпека руху на дорозі. Однак існуючі технологічні процеси діагностування можуть мати певні обмеження або недоліки, що знижують ефективність діагностики та збільшують ризики для безпеки. Під час діагностики гальмів автомобіля на роликівому обладнанні відповідно до ДСТУ 3649:2010 визначають пікові значення гальмівних сил для кожного колеса. На основі отриманих даних розраховують середню ефективність гальмівної системи та відхилення гальмівних сил між колесами одного ряду.

Під час оцінки ефективності гальмів кожного колеса автомобіля на роликівих стендах працюють у режимі послідовного натискання на педаль гальма. Для транспортних засобів у комплектованому вигляді аналізують відношення між гальмівною силою та приводним зусиллям або тиском в системі, а також визначають ключовий момент цієї взаємодії: гальмівну силу в місці взаємодії колеса і ролика при регламентованому натиску на педаль або відповідному тиску в гідросистемі. Для проведення експериментальних робіт запису даних гальмівних сил за допомогою стенду СТ-2. Стенд оснащений тензометричними датчиками для вимірювання сил та цифровим блоком запису даних, який підключений до комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням щоб отримати діаграми більш стабільними та читабельними. На рис.1 та рис.2 представлені дані експериментальні та теоретичні дані процесу гальмування на базі автомобіля Skoda Octavia.

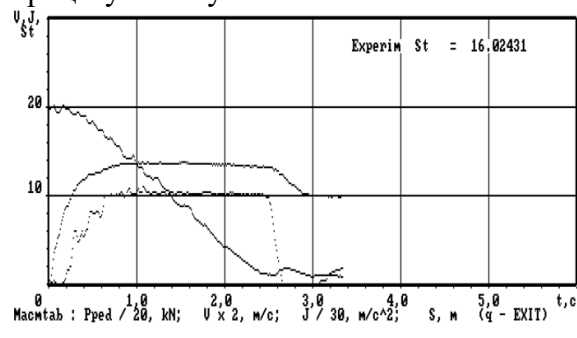


Рисунок 1. Результати даних на дорожньому покритті автомобіля Skoda Octavia

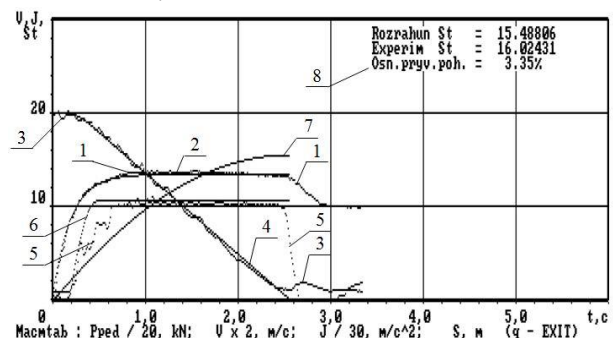


Рисунок 2. Візуалізація даних з гальмівного стенда автомобіля Skoda Octavia

Здійснено зіставлення даних теоретичних даних з експериментальними даними, отриманими під час гальмування автомобіля на спеціалізованому стенді. Отримані результати дозволили краще зрозуміти точність та адекватність розрахункових методів у порівнянні з реальними умовами експлуатації автомобіля Розрахункова похибка у визначенні гальмівного шляху при вихідній швидкості близько 40 км/год не перевищує 5%..

УДК 622.822

О. О. Данилюк; Д. А. Давидяк; А. А. Мазур; Т. А. Шалай

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ДИЗЕЛЬНИХ ФОРСУНОК ФІРМИ BOSCH

О. О. Danyliuk; D. A. Davidiyak; A. A. Mazur; T. A. Shalay

THE PERFORMANCE RESEARCH OF BOSCH DIESEL NOZZLES

Двигун з розподіленим впорскуванням палива є важливим елементом сучасних автомобілів, який об'єднує передові технологічні рішення з метою підвищення ефективності роботи та зниження викидів шкідливих речовин. Основна особливість такого двигуна полягає у точному дозуванні та впорскуванні палива безпосередньо у циліндри, що дозволяє досягти оптимальних умов згоряння.

Сьогодні в Україні не існує чіткої технології ремонту розпилювачів форсунок

фірми Bosch. У більшості випадків розпилювачі, які не пройшли випробування на наявність підтікань та відхилення дози впорскування на стенді вимагають заміни усїєї форсунки в зборі. Дослідження роботоздатності п'єзоелектричних форсунок через складність їх конструкції вимагає особливого обладнання для проведення ремонту. Як правило, за технологією фірми Bosch проводиться шляхом заміни цілої форсунки. Подібний шлях досить дорогий, натомість можливість ремонту чи відновлення окремих деталей дозволила б суттєво знизити вартість повернення форсунок до робочого стану. Конструкція форсунки з п'єзоелектричним приводом фірми Bosch складається з двох головних модулів: п'єзоелектричного приводу і розпилювача форсунки (рис.1). Розпилювач безпосередньо забезпечує впорскування у

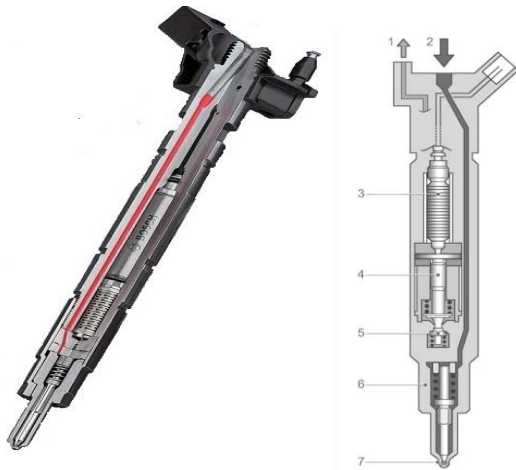


Рисунок 1. Конструкція форсунки з п'єзоелектричним приводом фірми Bosch: 1 - лінія зливу палива; 2 - лінія подачі палива; 3 - модуль п'єзоелектричного приводу; 4 - гідравлічний компенсатор; 5 - клапан керування; 6 - розпилювач; 7 – сопло

камеру згоряння паливної суміші та її розпилення. У свою чергу привод включає власне п'єзоелемент, гідравлічний компенсатор, і клапан керування. Огляд деталей розпилювача показав, що найбільше зношується поверхня запірного кута голки розпилювача. Напрямна поверхня голки зношується більше з нижньої сторони. Величина зносу складає 0,001...0,005 мм. У результаті такого зносу циліндрична поверхня набуває конічної форми. Поверхня запірного конуса голки зношується нерівномірно: більше (0,07...0,08 мм) – у середній частині, менше (0,055...0,06 мм) – у нижній частині. Експерименти показали, що забрудненість форсунок може призвести до збільшення часу запалювання пального, нерівномірного розподілу пального у циліндрах та зниження ефективності горіння. Для подальшого забезпечення надійної роботи автомобіля рекомендується проводити регулярну діагностику форсунок, зокрема в регіонах із низькою якістю пального. Якщо виявлено забрудненість форсунок, рекомендується їх промивання або заміна.

УДК 631

Т. П. Богач; Н. А. Дахим; Д. А. Гриців; М. М. Білоус; Л. М. Слободян, к.т.н.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДИСКІВ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ

T. P. Bogach; N. A. Dakhim; D. A. Hrytsiv; M. M. Bilous; L. M. Slobodyan, Ph.D.
THE STUDY STRESS-STRAIN STATE OF CAR WHEEL DISKS

Сучасний світ автомобілебудування постійно розвивається, і в цьому контексті важливе місце займає технічне обслуговування та ремонт автомобільних компонентів. Особливу увагу заслуговує процес відновлення дисків коліс, який є критично важливим для забезпечення безпечної та ефективної роботи транспортних засобів. Для вивчення ступеня безпеки різноманітних матеріалів, з яких виготовляються ободи авто, дослідження розділяється на два етапи. Спочатку здійснюються обчислення щодо ваги, навантажень і напружень, за якими слідує статичне моделювання за допомогою аналізу скінченних елементів.

Для цієї роботи було вибрано програму SolidWorks. Вона містить різноманітні можливості, включаючи інструменти для перевірки проектів чи реверсивного інжинірингу, і часто застосовується для створення промислових деталей з точністю та деталізацією. Модель сітки колеса транспортного засобу була сформована за допомогою SolidWorks і на рис. 1 наведено інтерфейс SolidWorks, де було здійснено дослідження скінченних елементів боковин колеса автомобіля з навантаженнями.

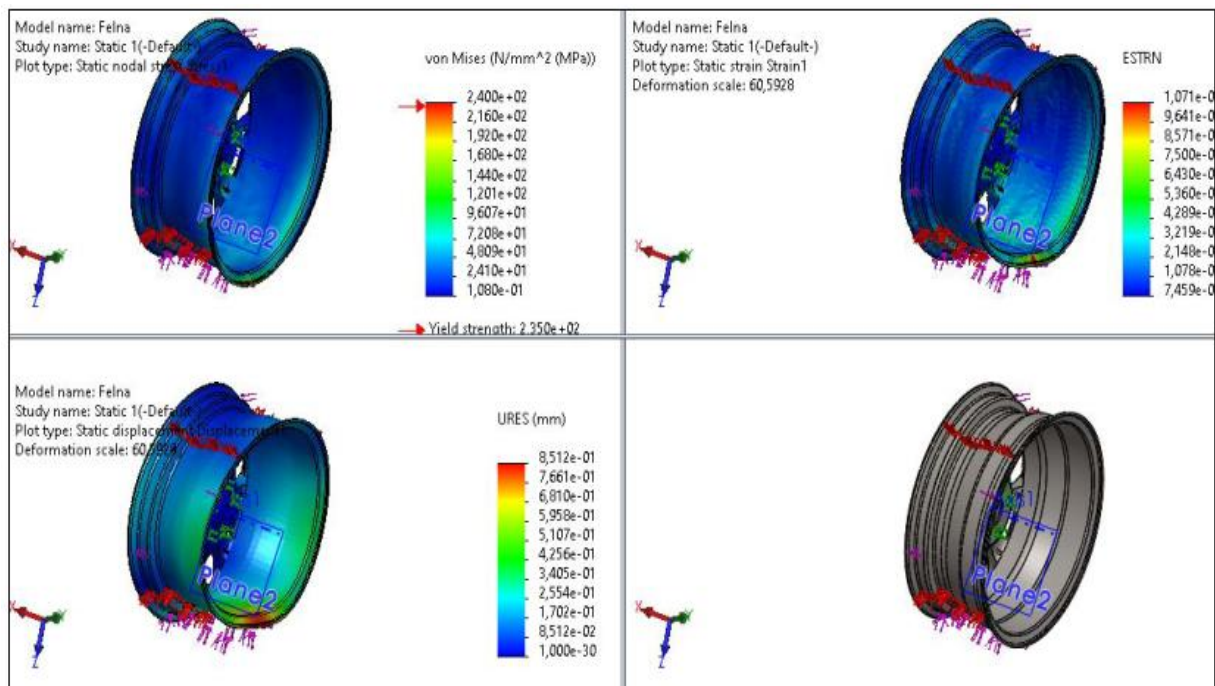


Рисунок 1. Дослідження елементів скінченних вимірів (аналіз у статичному режимі) краю колеса транспортного засобу

У цих ілюстраціях аналізувався тільки матеріал краю колеса зі сталі. Виявлена межа плинності для цього варіанту матеріалу складає 235 МПа.

УДК 621. 867

І. І.Головач; А. О.Скоропляс




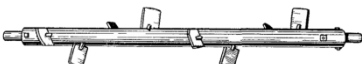
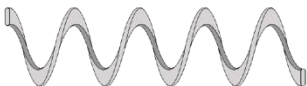
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ СПРАЛЬНИХ ШНЕКІВ

I. I. Golovach; A. O. Skoroplyas

JUSTIFICATION OF SPIRAL SCREW CONSTRUCTIONS

Далеко не всі технологічні лінії дозволяють використовувати для подачі сухих сипучих матеріалів класичні «жорсткі» шнеки. Найбільш часто це викликано необхідністю прокладки плоских або просторових трас зі складною траєкторією, на виробничих площах з щільною компоновкою обладнання. Для вирішення цієї проблеми і створені гнучкі шнеки, які дозволяють транспортувати матеріал по найбільш оптимальній траєкторії, мають малу металоємність і займають мінімальний простір. Гнучкі шнеки (спіральні конвеєри) працюють за тим же принципом, що і класичні гвинтові конвеєри: обертання гнучкої всередині спіралі шнека змушує рухатися матеріал всередині круглої труби, аж до місця вивантаження. Використання в цій конструкції без осевого подає гвинта дозволяє не обмежуватися тільки прямолінійною траєкторією подачі і встановити ділянки, вигнуті по дузі окружності. Основними продуктами, які транспортує гнучкий шнековий спіральний транспортер, тирса, борошно, зерно, цукор, сухе молоко і інше. Для різних матеріалів використовуються гвинтові конвеєри з різними шнеками.

ВИДИ ГВИНТІВ (ШНЕКІВ) КОНВЕЄРА	ЗОБРАЖЕННЯ
Суцільний гвинт. Штампується з листової сталі. Являє собою безперервну спіраль. Використовують для зерна і для транспортування порошкоподібних, дрібнозернистих, сухих матеріалів. Частота обертання 50 - 120 об/хв	
Стрічковий гвинт. Виготовляється з металевої смуги. Вона кріпиться на вісь таким чином, щоб між внутрішнім краєм і валом утворився зазор. Це потрібно для того, щоб вантаж перевалювався назад за завиток, тобто зміщувався по ходу руху в гвинтовому транспортері. Частота обертання 40 - 100 об/хв	
Фасонний гвинт застосовується при роботі з мокрою глиною, розчином цементу, бетоном, тобто мокрими або злежуватися матеріалами. Частота обертання 30 - 60 об/хв	
Лопасний гвинт. Складається з окремих лопатей. Вони розміщені на осі з певним розрахованим проміжком. Виконують відразу кілька функцій: перемішування, розпушування та переміщення вантажу. Даний тип обладнання може транспортувати 2 типу матеріалу: кускові 40-100 об/хв та мокрі (тістоподібні) 30-60 об/хв.	
Безвальний гвинт (шнек спіральний, гнучкий, пружинний). Головна перевага транспортерів з гнучкою спіраллю в тому, що вони дозволяють подавати продукт під нахилом і з вигинами. Частота обертання 250 об/хв	

УДК 621. 867

О. В. Лах; А. О. Старих; О. І. Павлусь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИБІР КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

O. V. Lakh; A. O. Starykh; O. I. Pavlus'

SELECTION OF 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 проведемо їх порівняльний техніко-економічний аналіз. До таких конвеєрів можна віднести трубчасті скребкові, пневматичні, жорсткі складні (складаються з двох і більше переважувальних вузлів) та гнучкі гвинтові конвеєри [1].

Для полегшення створення оригінальних схем компоновок канатних та гвинтових механізмів, які б задовольняли виконання функціональних операцій, проведено кодування функцій користуючись великими літерами алфавіту: «А» – повздожнє транспортування; «Б» - змішування; «В» - дозування; «Г» - поштучне подавання; «Д» - калібрування; «Е» - стругання; «Ж» - подрібнення. Проведемо кодування напрямку розташування елементів конструкції: горизонтальне – не кодується; вертикальне – «а»; нахилене – «б»; змінне – «в».

При цьому використовуємо наступну схему кодування сукупностей конструктивних елементів (КЕ) з використанням символу «і» (де «і» змінюється в межах від 1 до 1000):

- 1_і – приводи (електро-, пневмо-, вібро-, гідроприводи різної вартості, способу кріплення, потужності і частоти обертання);
- 2_і – передачі і редуктори (варіатори, редуктори, зубчаті, пасові, ланцюгові, фрикційні передачі з різним передаточним відношенням, різної вартості, якості, конструктивного виконання);
- 3_і – запобіжні і пружні муфти (різних конструкцій, функціональних можливостей, ціни);
- 4_і – елементи керування (електроперемикачі, кабеля, ПК, ЧПК, пульти, частотні перетворювачі тощо).
- 5_і – трубопровід (відкриті-закриті, гнучкий-жорсткий);
- 6_і – елементи завантаження і розвантаження - (різних конструкцій, типорозмірів, функціональних можливостей і ціни);
- 7_і – елементи з'єднувальні та опорно-поворотні (різних конструкцій);
- 8_і – робочі органи (різних конструкцій, типорозмірів, функціональних можливостей);

Отже, базовим у конструкції є РО, який є найскладнішим і потребує виготовлення. В окремих випадках конструктивні елементи (КЕ) є стандартними або нескладними у виготовленні. Відповідно, якщо вартість усієї конструкції прийняти за 100%, то вартість окремих КЕ орієнтовно становитиме: 1_і – 5...25%; 2_і – 0,5...15%; 3_і – 0,5...10%; 8_і – 1...45%, 5_і – 2...30%; 6_і – 0,5...5%; 7_і – 5...40%; 8_і – 20...50%.

На основі цього розроблено модель вибору конструктивних параметрів конвеєрів для транспортування сільськогосподарських матеріалів по криволінійних траєкторіях з врахуванням ймовірних обсягів витрат, що виникають внаслідок пошкодження матеріалу, сукупних витрат, які включають собівартість виготовлення, експлуатації, технічний огляд та ремонт.

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., О. І. Павлусь; Ю. В. Омелянський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ, КІНЕМАТИЧНИХ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ
 ПАРАМЕТРІВ НА ВЛАСНІ КОЛИВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ СКРЕБКОВОГО
 КОНВЕЄРА**

О. L. Lyashuk; O. I. Pavlus'; Y. V. Omelianskyi

**INFLUENCE OF GEOMETRIC, KINEMATIC AND PHYSICAL AND
 MECHANICAL PARAMETERS VIBRATIONS IN OWN WORK ORGAN A
 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. В той же час, чисельне інтегрування їх не дає відповіді на багато важливих із інженерної практики питань таких як: 1). Залежність частоти власних коливань робочого органу трубчастого скребкового конвеєра від швидкості пересування сипкого середовища, його амплітуди, фізико-механічних властивостей матеріалу; 2). Умови існування резонансних коливань за дії періодичного збурення на систему; 3) Залежність резонансних коливань, а значить і максимальних динамічних зусиль робочого органу від кінематичних, геометричних та фізико-механічних параметрів, стійкість процесу. До обґрунтованих обмежень, які дають змогу аналітично вирішити деякі задачі поставленої проблеми належать: - маса робочого органу скребкового конвеєра невідривно зв'язаною з сипким середовищем є повільно змінною функцією. Поставлені задачі, будемо вважати, що закон розподілу маси у змінних

Лагранжа описується функцією $m(x) = m_0 + m_1 \cos\left(\frac{\pi}{2l}x + \varphi_0\right)$, $m_1 \ll m_0$, φ_0 - сталі; -

максимальне значення сили опору є малим у порівняння із лінійною складовою

$$\max R_i \left(\frac{\partial u_i(x_i, t)}{\partial t} \right) \ll \max EA \frac{\partial^2 u_i(x_i, t)}{\partial x_i^2}$$

відновлюючої сили, тобто

слабко виражені нелінійно пружні властивості, тобто, $k \ll 1$. на основі цих задач запишемо диференціальне рівняння

$$\frac{\partial^2 u_i(x_i, t)}{\partial t^2} + 2V \frac{\partial^2 u_i(x_i, t)}{\partial t \partial x_i} - \left(\frac{EA}{m_0} - V^2 \right) \frac{\partial^2 u_i(x_i, t)}{\partial x_i^2} = \mu f_i \left(u_i, \frac{\partial u_i(x_i, t)}{\partial t}, \frac{\partial^2 u_i(x_i, t)}{\partial x_i^2}, \vartheta \right) \quad (1)$$

де $\mu = \frac{k}{m_0}$ - малий параметр, $\vartheta = \frac{\pi}{l} Vt - \varphi_0$, функції $f_i \left(u_i, \frac{\partial u_i(x_i, t)}{\partial t}, \frac{\partial^2 u_i(x_i, t)}{\partial x_i^2}, \vartheta \right)$ приймають вигляд:

$$f_1(u_1, \dots, \vartheta) = \frac{1}{m_0} EA \left(k \left(\frac{\partial^2 u_1(x_1, t)}{\partial x_1^2} \right)^2 \right) \frac{\partial^2 u_1(x_1, t)}{\partial x_1^2} - \frac{1}{km_0} R_1 \left(\frac{\partial u_1(x_1, t)}{\partial t} \right) - \frac{m_1}{m_0} S(u_1(x, t)) \cos \left(\frac{\pi}{2l} (x_1 - Vt) + \varphi_0 \right),$$

$$f_2(u_2, \dots, \vartheta) = \frac{1}{m_0} EA \left(k \left(\frac{\partial^2 u_2(x_2, t)}{\partial x_2^2} \right)^2 \right) \frac{\partial^2 u_2(x_2, t)}{\partial x_2^2} - \frac{1}{km_0} R_1 \left(\frac{\partial u_1(x_1, t)}{\partial t} \right) - \frac{m_1}{m_0} S(u_2(x_2, t)) \cos \left(\frac{\pi}{2l} (x_2 - Vt) + \varphi_0 \right),$$

Отримані нелінійні диференціальні рівняння відрізняються лише крайовими умовами та правими частинами, які пропорційні малому параметру μ . Такі системи називають системами із малою нелінійністю. Базою для їх застосування є

існування у явному вигляді розв’язку відповідних незбурених ($\mu = 0$) крайових задач, тобто розв’язку рівняння.

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} + 2V \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t \partial x} - \left(\frac{EA}{m_0} - V^2 \right) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = 0 \quad (2)$$

за однорідних крайових умов $u(x,t)|_{x=0} = 0, u(x,t)|_{x=L} = 0$.

Однак для інтегрування рівнянь вказаного типу не можна застосувати відомі класичні методи Фур’є та Д’Аламбера [1, 2]. Базою для визначення впливу наведеної множини параметрів на динамічний процес може служити розв’язок рівняння (2). Покажемо, що його можна подати у вигляді

$$u(x,t) = a[\cos(Kx + \Omega t + \varphi) - \cos(Hx - \Omega t - \varphi)], \quad (3)$$

де a, φ – сталі, K, H – хвильові числа прямої і відбитої хвиль, Ω – власна частота процесу. Якщо представлення (3) є розв’язком рівняння (2), то мають справджуватись дисперсійні співвідношення

$$\Omega^2 + 2VK\Omega - \left(\frac{EA}{m_0} - V^2 \right) K^2 = 0, \quad \Omega^2 - 2VH\Omega - \left(\frac{EA}{m_0} - V^2 \right) H^2 = 0 \quad (4)$$

та крайові умови. Вказані крайові умови еквівалентні тотожності

Дисперсійні співвідношення (4) разом із отриманою вище залежністю визначають невідомі хвильові числа та частоту процесу як функції геометричних, кінематичних та фізико-механічних параметрів у вигляді

$$K = \frac{k\pi}{L} \sqrt{\frac{m_0}{EA} \left(\sqrt{\frac{EA}{m_0}} + V \right)}, \quad H = \frac{k\pi}{L} \sqrt{\frac{m_0}{EA} \left(\sqrt{\frac{EA}{m_0}} - V \right)}, \quad \Omega = \frac{k\pi}{L} \sqrt{\frac{m_0}{EA} \left(\frac{EA}{m_0} - V^2 \right)}. \quad (5)$$

Згідно рівняння (5) на рис.1. представлено залежність хвильових чисел K, H та частоти власних коливань Ω від швидкості переміщення сипкого середовища V та довжини труби за різних значень параметрів L та m_0 .

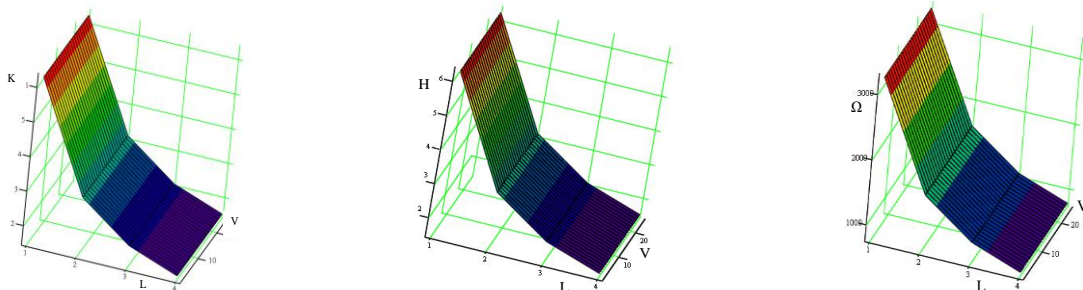


Рисунок1. Залежність хвильових чисел та частоти від швидкості руху робочого органу та довжини труби трубчастого скребкового конвеєра при $m_0 = 15 \text{ кг/м}, E = 0.8 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2, d = 0.008 \text{ м}$

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.

Література

- 1.Тихонов А. Н. Уравнения математической физики / Тихонов А. Н., Самарский А. А. – М.: Наука, 1972. – 735 с.
- 2.Chen L. Q. Dynamic stability of an axially moving viscoelastic beam / L. Q. Chen, X. D. Yang, C. J. Chng // European journal of mechanics a solids. – 2004. – Volume 23. – P. 659–666.

УДК 629.03

І. В. Фльонц канд. техн. наук.

(ВСП «Бережанський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», Україна)

МОДУЛЬ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ПАЛЬНОГО ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

I.V.Flonts, Ph.D.

INDUCTION HEATING MODULE OF THE FUEL DIESEL ENGINE HEATING SYSTEM

Експлуатація автомобіля при низьких температурах суттєво погіршує його паливну економічність. Основним фактором такого негативного впливу на витрати палива є неповне згорання робочої суміші, що веде до зниження розпилення і випаровування палива, а також збільшує час нагрівання двигуна. При низьких температурах повітря ефективна експлуатація автомобіля залежить від методів його підготовки які, при мінімальних витратах паливно-енергетичних ресурсів, забезпечують швидкий і надійний запуск двигуна та його швидке прогрівання [1-3].

Одним із методів вирішення цієї проблеми є використання передпускових підігрівачів дизельного пального автомобільної техніки Відтак запропоновано конструкцію модуля індукційного нагріву системи підігріву пального дизельних двигунів, який дозволяє в автоматичному режимі підтримувати заданий температурний режим [4].

Підігрів пального у фільтрі 5 відбувається наступним чином. Напряга з бортової мережі подається на клема живлення індукційного нагрівача. У якому за допомогою силового контуру створюється струм високої частоти. Струм високої частоти подається через відповідні клема на індуктор. Навколо спіралі індуктора створюється магнітне поле високої частоти (порядку 100 герц). У цьому магнітному полі знаходиться металевий корпус пального фільтра, на поверхні якого індуються струми високої частоти, які нагрівають його. Дотикаючись до нагрітих поверхонь пальне інтенсивно нагріватиметься.

Крім цього, у процесі роботи індуктор інтенсивно нагріватиметься. Зазвичай він виготовляються пустотілим і для охолодження всередині нього пропускається охолоджуюча рідина. Але в нашому випадку, враховуючи короткий термін нагріву (до 2 хвилини) та низьку температуру зовнішнього середовища, недоцільно використовувати охолодження. Крім цього надлишок тепла можна додатково використати для нагріву пального. Тож у цьому технічному рішенні використаємо штатний вентилятор для охолодження мікросхеми та індуктора. Холодне повітря потрапляє через отвори 9, омиває радіатор і електронні компоненти, охолоджуючи їх. Далі це повітря захоплюється вентилятором і направляється уверх вздовж вертикальних частин індуктора 4, охолоджуючи їх. Підігріте повітря омиватиме верхню частину пального фільтра, тим самим додатково нагріватиме його. Далі це повітря видалятиметься через отвір вентиляції 19 зовнішнього корпусу модулю 14. Коли пальне нагріється і кристали парафінових сполук розтануть, воно зможе без великих зусиль протікати крізь фільтрувальний елемент пального фільтру.

Датчики температури, що встановлені на паливопроводі низького тиску перед ПНВТ зафіксують це підвищення температури і подадуть сигнал на блок керування, який в свою чергу вимкне подачу напруги на клема живлення індукційного нагрівача.

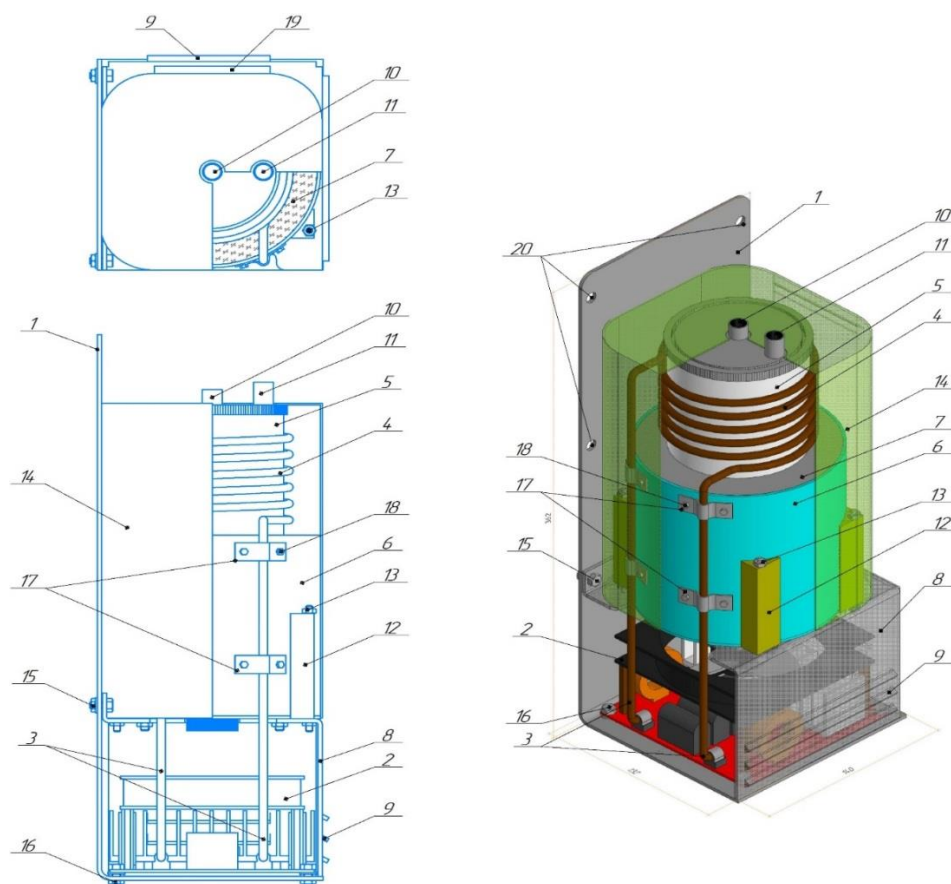


Рисунок 1. Модуль індукційного нагріву системи підігріву пального дизельних двигунів:

1 – Корпус; 2 – індукційний нагрівач; 3 – індуктор; 4. – спіраль індуктора; 5 – паливний фільтр; 6 – корпус теплоізолятора; 7 – ізоляційний матеріал; 8 – підставка фільтра; 9, 19 – отвори вентиляції; 10, 11 впускний і випускний отвори паливного фільтра; 12 – утримувачі корпусу ізолятора; 13, 15, 16, 18 – різьбове з'єднання; 14 – зовнішній корпус модуля; 17 – кріплення індуктора; 20 – отвори під кріплення модуля індукційного нагріву системи підігріву пального дизельних двигунів.

Запропонована конструкція має декілька переваг, у тому числі просту конструкцію, яка сприяє модернізації паливної системи наявних транспортних засобів. Швидкість нагріву палива в системі подачі до паливного насоса високого тиску є вищою у порівнянні з наявними системами підігріву, а також простота керування процесом підігріву.

Література

1. Волков В.П. Формування оптимального температурного стану транспортного двигуна за рахунок комплексного комбінованого прогріву. Вістник ХНАДУ, вип. 69, 2015. С.33-39.
2. Волков В.П. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія. Донецьк: Ноулідж, 2015. – 316 с.
3. Марченко А. П. Математичне моделювання холодного пуску дизельних двигунів зі збудженим повітряним зарядом Вісник Національного технічного університету «ХПІ», зб. наук. пр. Темат. вип.: Транспортне машинобудування. Харків : НТУ «ХПІ». № 18. – С. 112 – 119.
4. Патент на корисну модель України № 152799, модель МПК (2006) F01B 27/00, F02N 7/00. подане 19.09.2022 р. Опубліковане 12.04.2023 р, бюлетень. № 15.

СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.311

Д. П. Микулик, П. М. Микулик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З РІЗКОЗМІННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Д. Р. Mykulyk, P. M. Mykulyk

RESEARCH OF VOLTAGE DEVIATION IN ELECTRICAL NETWORKS WITH VARIABLE LOAD

Одним із перших параметрів якості електроенергії (ПЯЕ), що викликає практичний інтерес, є відхилення напруги (повільна її зміна). Графіки відхилення напруги на практиці будуються з інтервалом в 0,5-2 год. За цей час в ряді випадків відхилення напруги встигає вплинути на: пониження частоти обертання двигунів, збільшення нагріву деяких видів обладнання, порушення нормального ходу окремих типів технологічних процесів. Тому, визначаючи найбільшу величину відхилення напруги із врахуванням 95%-ої ймовірності як:

$$\Delta U = U_m - u(t), \quad (1)$$

одержимо реальне значення ПЯЕ,

де U_m – амплітудне значення напруги без впливу різкозмінного навантаження;

$u(t)$ – значення живильної напруги в часі спостереження із врахуванням різкозмінного навантаження.

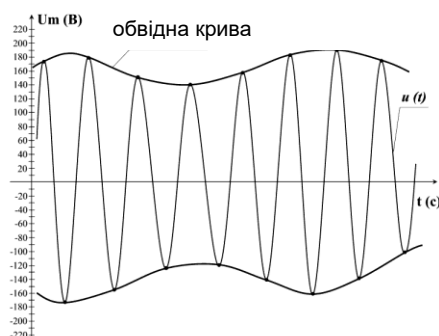


Рисунок 1. Фрагмент осцилограми напруги, що живить зварювальний автомат АДС-1000-4.

З осцилограми на Рис.1 видно, що величина живильної напруги $u(t)$ в значній мірі залежить від параметрів обвідної: амплітуди, частоти та кута початкової фази.

Значення $u(t)$ можна визначити використовуючи спектральні методи і конкретно спектральну щільність сигналу, що обробляється, тоді значення живильної напруги $u(t)$ для несинусоїдних режимів та різкозмінних навантажень за допомогою аналого-цифрового перетворювача подається наступним дискретним кодом:

$$U_i(n) = \sum_{m=1}^M U_m \sin\left(\frac{2\pi \cdot f_m \cdot n}{N} + \psi_m\right), \quad (2)$$

де U_m , f_m , ψ_m – відповідно амплітуда, частота та фазовий кут живильної напруги $u(t)$;
 n – інтервал квантування за часом миттєвого значення $u(t)$ несинусоїдної напруги;
 N – число вибірок за період T дії дискретної напруги $U_i(n)$.

З врахуванням останнього для сигналу $U_i(n)$, що представлений дискретними вибірками, пряме перетворення Фур'є має вигляд:

$$S(k) = \sum_{n=0}^{N-1} U_i(n) \exp^{-j\frac{2\pi \cdot n \cdot k}{N}}, \quad (3)$$

Як уже говорилось, значення живильної напруги $u(t)$ залежить від параметрів обвідної, тобто

$$U_i(n) = f(\Pi i), \quad (4)$$

де Πi – параметри обвідної.

Експериментально авторами встановлено, що зміни амплітуди, частоти та кута початкової фази обвідної однаково впливають на значення живильної напруги $u(t)$.

Дослідимо, як змінюється значення живильної напруги $u(t)$, а, як наслідок, і значення спектральної щільності від впливу амплітуди обвідної U_Ω . Для цього складемо матрицю вигляду:

$$\begin{bmatrix} u(t)_1 & U_{\Omega 1} \\ u(t)_2 & U_{\Omega 2} \\ \dots & \dots \\ u(t)_i & U_{\Omega j} \\ \dots & \dots \\ u(t)_m & U_{\Omega p} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де $i = 1, 2, \dots, m$ – кількість вибірок з фрагменту осцилограми (рис.1);
 $j = 1, 2, \dots, p$ – значення амплітуди обвідної від $U_\Omega \min$ до $U_\Omega \max$.

З врахуванням формули (5) формула (3) прийме вигляд:

$$\bar{S}(k)_i = (\bar{A}(k)_i - j\bar{B}(k)_i)^T \bar{U}_i^T(n). \quad (6)$$

З обчисленням формули (6) визначались модулі спектральних щільностей:

$$|S(k)_i| = \sqrt{A(k)_i^2 - B(k)_i^2}. \quad (7)$$

Амплітудне значення k -ої гармоніки визначалось наступним чином:

$$U(k)_i = \frac{2 \cdot |S(k)_i|}{N}. \quad (8)$$

Вихідні дані для визначення впливу амплітуди обвідної на значення живильної напруги $u(t)$ наступні: $U_m = 220$ В, $f_m = 50$ Гц, $\psi_m = 0$, межа зміни амплітуди обвідної $U_\Omega = (15-28,5)$ В. Всі обчислення проводились для 1-ї гармоніки живильної напруги $u(t)$.

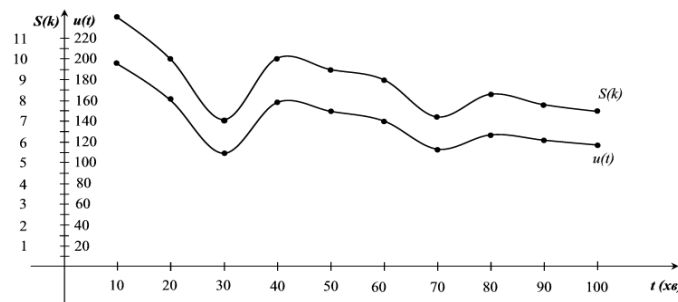


Рисунок 2. Графік зміни живильної напруги та спектральної щільності в часі спостереження.

Як видно з рис. 2 графік зміни живильної напруги $u(t)$ та спектральної щільності $S(k)$ за формою аналогічні.

Література

1. Бабак В. П. Обробка сигналів / В. П. Бабак, В. С. Хандецький, Е. Шлюфер. – К. : Либідь, 1996. – 392 с.
2. Ванько В. М. Проблеми контролю якості електроенергії в електричних мережах / В. М. Ванько, П. Г. Столярчук // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2001. – № 58. – С. 47-56.

УДК 621.311

Д. П. Микулик, П. М. Микулик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА СПОТВОРЕННЯ СИНУСОЇДНОСТІ НА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В УМОВАХ РІЗКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

D. P. Mykulyk, P. M. Mykulyk

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE COEFFICIENT OF SINUS DISTORTION ON ELECTRICAL EQUIPMENT UNDER CONDITIONS OF VARIABLE LOADS

Збитки від впливу неякісної електроенергії на електрообладнання здебільшого залежать від інерційних властивостей цього обладнання. Однак, при повільних змінах параметрів якості електроенергії (ПЯЕ) похибка в оцінці результатів впливу неякісної електроенергії обумовлена неврахуванням інерційних властивостей електрообладнання, зазвичай є невелика. Це пояснюється тим, що постійна часу нагрівання, електромеханічна постійна часу і ряд інших інерційних постійних електрообладнання, в основному силового, звичайно вагомо менше інтервалу часу між повільними змінами ПЯЕ. Виняток складають лише коливання напруги, оскільки вони нормуються за результатами впливу на органи зору.

Несинусоїдність змінної напруги при різкозмінних навантаженнях регламентується коефіцієнтом спотворення синусоїдності кривої напруги $u(t)$ та k -ї гармонічної складової напруги.

Оскільки, як і при відхиленнях ПЯЕ, не надається можливим врахувати передавальні функції всіх видів електрообладнання, доцільно для деякої степені обліку особливостей результатів впливу швидкозмінних ПЯЕ на електрообладнання в мережах з різкозмінними навантаженнями розрахувати такий ПЯЕ, як коефіцієнт несинусоїдності $k_{нс}$.

Такий показник визначається на основі результатів виконання не менше ніж 9 спостережень та вимірювань середньоквадратичних значень k -гармонік напруги мережі за інтервал часу в 3 сек. Попередньо визначена максимальна кількість $k_{max}=40$, хоча в практичній роботі з потужним електрообладнанням на промисловому виробництві кількість гармонік може сягати і більше.

Інваріантним ядром при визначенні спектральних характеристик складного сигналу є спектральна щільність. Здійснимо оцінку впливу несинусоїдності електричного сигналу на значення спектральної щільності, для чого введемо коефіцієнт впливу:

$$\delta = \frac{S(k) - S(\varepsilon k)}{S(k)} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $S(k)$ – спектральна щільність електричного сигналу;

$S(\varepsilon k)$ – спектральна щільність електричного сигналу неспотвореної синусоїди (форма такого сигналу нами названа гладкою).

Для визначення $S(\varepsilon k)$ використовуються ті ж формули, що і для визначення $S(k)$.

Коефіцієнт спотворення синусоїдності кривої напруги, значення якого регламентується стандартом, визначається за формулою:

$$k_{nc} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n U_k}}{U_n} \cdot 100\% , \quad (2)$$

де U_k – номінальне значення k -ої гармоніки;
 U_n – номінальна напруга мережі.

У подальшому за формулами (1) та (2) визначались значення коефіцієнта впливу δ (%) та коефіцієнта спотворення синусоїдності k_{nc} для $k_{max}=19$.

За даними, що наведені в таблиці 1, для $k=(1,19)$ з кроком 2 побудований графік (рис.1) залежності k_{nc} від δ (%), який дає змогу без знаходження амплітуд гармонічного складу досліджуваних напруг опосередковано визначити коефіцієнт несинусоїдності, що значно зменшує обсяг обчислень.

Таблиця 1. Значення спектральних щільностей $S(k)$, $S(\Sigma k)$, коефіцієнта несинусоїдності k_{nc} для $k=(1,19)$ та коефіцієнта впливу δ (%)

№ з/п	k	$S(k)$	$S(\Sigma k)$	k_{nc} (%)	δ (%)
1	1	$1.255 \cdot 10^4$	$1.2513 \cdot 10^4$	18.99	37.0
2	3	160.37	71.76	21.06	88.61
3	5	196.21	31.48	23.83	164.73
4	7	194.55	22.54	26.27	172.01
5	9	194.55	15.52	28.50	179.03
6	11	196.21	15.17	30.6	181.04
7	13	206.37	20.03	31.93	186.34
8	15	247.17	51.08	37.15	195.19
9	17	233.05	36.02	39.16	197.03
10	19	240.79	40.62	41.54	200.17

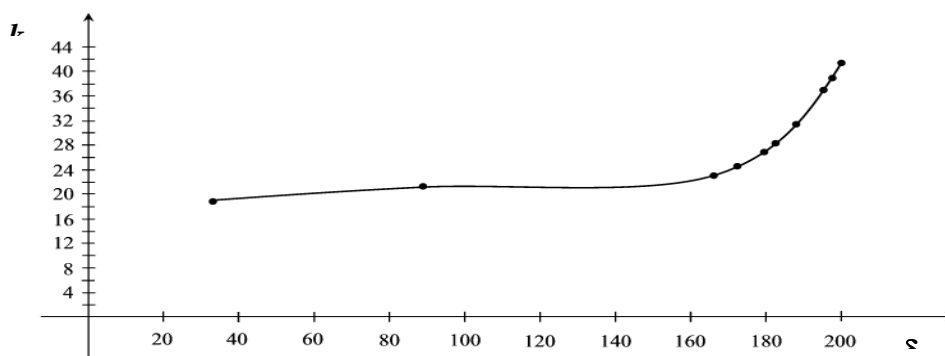


Рисунок 1. Графік залежності коефіцієнта несинусоїдності від коефіцієнта впливу.

Визначення ПЯЕ на основі виразів (1) та (2) в мережах з різкозмінними навантаженнями дозволить закласти в основу вибору потужностей компенсуючих пристроїв з економічною і технічною доцільністю.

Література

1. Мандзій В. О. Автоматизований комплекс визначення показників якості електроенергії / В. О.Мандзій, С. М. Бабюк, І. М. Сисак, В. В. Липницький. // Метрологія та прилади. – 2011. – №1. – С. 34-38.
2. Олійник Ю. С. Якість електричної енергії / Ю. С. Олійник // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2018. – Вип. 196. – С. 113-115.

УДК 621.314.58

В. І. Крочак, В. І. Яськів, докт. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

НЕРЕГУЛЬОВАНИЙ ВИСОКОЧАСТОТНИЙ ТРАНЗИСТОРНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ НА ОСНОВІ ДРОСЕЛЯ НАСИЧЕННЯ

V.I. Krochak, V.I. Yaskiv, Dr., Assoc. Prof.

UNREGULATED HIGH-FREQUENCY TRANSISTOR INVERTER BASED ON A SATURATION CHOKE

Як правило, більшість споживачів для забезпечення свого функціонування вимагає кілька рівнів напруг постійного струму. В цьому випадку виникає потреба в багатоканальних джерелах електроживлення. На сьогодні поза конкуренцією є такі перетворювачі на основі високочастотних магнітних підсилювачів. Однак для забезпечення їх робочого циклу необхідна високочастотна напруга постійної частоти. Цю функцію виконує нерегульований високочастотний транзисторний перетворювач постійної напруги. В сучасній інженерній практиці високочастотні транзисторні перетворювачі, як правило, реалізують із зовнішнім збудженням. Це в свою чергу вимагає відповідних схем керування реалізованих як на дискретних елементах, так і на спеціалізованих інтегральних мікросхемах чи драйверах, які для свого функціонування вимагають додаткового службового живлення. Це призводить до функціонального ускладнення топологій перетворювачів та зниження рівня їх надійності. Крім того, такі топології не дозволяють реалізувати багатоканальні джерела електроживлення з рівноцінними вихідними каналами.

З цією метою було розроблено нерегульований високочастотний транзисторний перетворювач постійної напруги з використанням дроселя насичення [1, 2], який являє собою силовий автогенератор за схемою, що приведена на рис. 1.

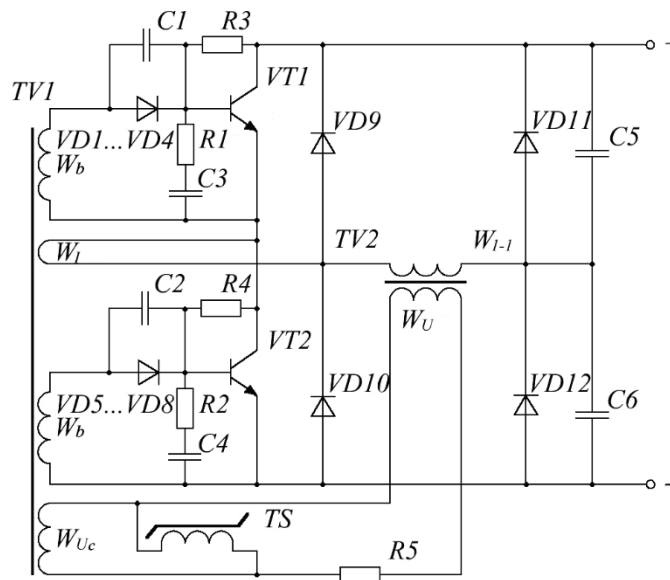


Рисунок 1. Нерегульований високочастотний транзисторний перетворювач постійної напруги на основі дроселя насичення

Запропонований силовий автогенератор містить зворотні зв'язки за струмами колекторів транзисторів і вихідною напругою. Дросель насичення на цій схемі позначений як TS. Його виготовлено заморфного сплаву з прямокутною петлею

гістерезису. Тривалість півперіоду робочої частоти перетворювача визначається часом повного перемагнічування дроселя насичення з обмеженням швидкості його перемагнічування падінням напруги на діодах VD1-VD4, VD5-VD8 у базових колах транзисторів VT1, VT2. Джерело струму, яке забезпечує цикл повного перемагнічування дроселя насичення TS у колі додатного зворотного зв'язку за вихідною напругою інвертора, формується обмоткою W_U силового трансформатора TV2 і резистором R5.

Осцилограма вихідної напруги силового автогенератора на холостому ходу наведена на рис. 2.

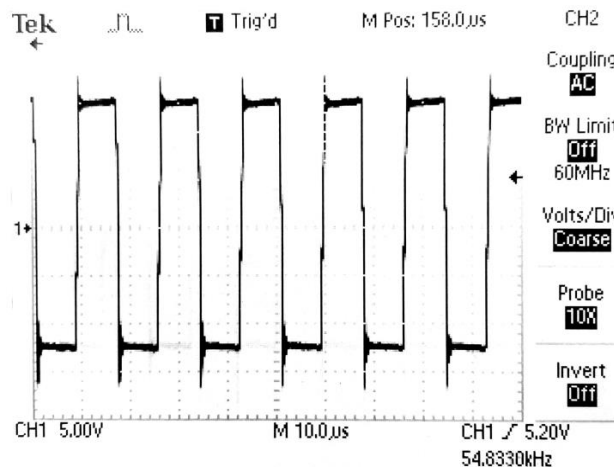


Рисунок 2. Осцилограма вихідної напруги силового автогенератора

Запропонований перетворювач володіє рядом основних переваг перед загальноприйнятими схемами, а саме:

- значне спрощення схеми завдяки автогенерації;
- низький рівень електромагнітних завад, обумовлений специфікою режимів перемагнічування дроселя насичення в колі додатного зворотного зв'язку за вихідною напругою інвертора та визначальний їх вплив в формуванні траєкторії перемикання силових транзисторів;
- на відміну від схем Роера, момент насичення дроселя TS визначає перекомутацію силових транзисторів, що дозволяє досягнути вищих рівнів вихідної потужності (500-700 Вт);
- дросель насичення TS забезпечує запуск схеми з високої частоти генерації і визначає тривалість півперіоду робочої частоти;
- симетрування режимів роботи вихідного трансформатора за рахунок використання повної петлі гістерезису дроселя насичення;
- відсутність наскрізних струмів через силові транзистори;
- при перевантаженні виходить з ладу тільки один силовий транзистор.

Література

1. Пат. України на винахід № 116670, МПК H02M 3/335. Імпульсний перетворювач постійної напруги / Яськів В.І., Марценюк А.С., Яськів А.В., Мишковець О.П. ; заявник Тернопільський нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. — № а201602383 ; заявл. 12.03.2016 ; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

2. Yaskiv V., Yurchenko O. Unregulated transistor inverter for high-frequency magamp power converters. Computational Problems of Electrical Engineering. 2020. T. 10, № 1. С. 45–50. URL: <https://doi.org/10.23939/jcpee2020.01.045> (дата звернення: 17.11.2023).

УДК 621.311

С. Ю. Марценюк, С. О. Рудянин, П. І. Кричко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

S. Martseniuk, S. Rudianyn, P. Krychko

INTELLIGENT POWER SUPPLY SYSTEM

Різке загострення проблеми втрат електроенергії в електричних мережах вимагає розробки та впровадження інтелектуальних систем електропостачання.

Інтелектуальна система електропостачання (ІСЕП) - це система з використанням технологій штучного інтелекту, яка забезпечує найбільш оптимальне та кероване виробництво, передачу та споживання електроенергії. Дана система дозволяє енергетичній інфраструктурі стати більш ефективною та надійною.

Що таке інтелектуальні системи електропостачання? Це комплексний підхід до керування та оптимізації енергетичних мереж, який використовує сучасні технології та аналіз даних для покращення всіх аспектів постачання електроенергії. Ось декілька ключових складових цих систем:

1. **Моніторинг та діагностика:** ІСЕП використовують датчики та системи моніторингу, щоб надавати операторам системи детальну інформацію про стан обладнання та мережі. Це дозволяє вчасно виявляти проблеми та уникати аварій.
2. **Управління навантаженням:** ІСЕП дозволяють регулювати навантаження в режимі реального часу. Це дозволяє оптимізувати розподіл електроенергії та зменшувати споживання в пікові години.
3. **Дистанційне керування:** Оператори можуть керувати та віддалено керувати енергетичними об'єктами, що забезпечує високу реакцію на виникнення надзвичайних ситуацій.
4. **Аналіз даних:** Великий обсяг даних, зібраних в системі, може бути використаний для прогнозування навантаження, покращення роботи обладнання та оптимізації ресурсів.
5. **Відновлювані джерела енергії:** ІСЕП дозволяють краще інтегрувати відновлювані джерела енергії, такі як сонячні панелі та вітрові турбіни, у систему електропостачання, забезпечуючи стабільність та надійність.
6. **Ефективність та заощадження ресурсів:** ІСЕП допомагають зменшувати втрати енергії та покращувати використання ресурсів, що сприяє зменшенню викидів CO₂ та економічній ефективності.

Зважаючи на постійний ріст попиту на електроенергію, розвиток ІСЕП є актуальним і значимим для подальшого розвитку сучасних енергетичних систем. У даній статті розглянемо основні поняття та принципи ІСЕП, а також розглянемо приклади впровадження даної системи.

Інтелектуальні системи електропостачання є інтегрованими інформаційно-керованими системами, які дозволяють підвищити ефективність та надійність роботи енергетичної системи. ІСЕП забезпечують адаптивне керування електромережею, що дозволяє забезпечувати максимальну ефективність та знижувати вартість виробництва та споживання електричної енергії.

Основними принципами ІСЕП є:

- Інтеграція даних та забезпечення їх доступності;
- Моделювання та прогнозування електричної енергії;
- Розподіл енергії та керування навантаженням;

- Забезпечення надійності та безпеки електромережі;
- Інтерактивне керування електромережею.

Архітектура Інтелектуальної системи електропостачання складається з наступних елементів:

- Сенсорні технології – дозволяють отримати та зібрати потрібну інформацію про енергосистему.
- ІС збору та обробки даних – забезпечує збір та обробку даних, створення математичних моделей для прогнозування показників енергосистеми, а також керування навантаженням.
- Система прийняття рішень – забезпечує аналіз та обробку даних, виведення висновків та прийняття рішень.
- Мережа передачі даних – передає дані та забезпечує взаємозв'язок між всіма складовими системи.
- Система керування електромережею – здійснює автоматичне керування роботою електромережі.

Інтелектуальні системи електропостачання використовують такі технології та методи:

- Штучний інтелект – забезпечують створення моделей прогнозування та аналізу даних про енергомережу.
- Машинне навчання – використовується для навчання нейронних мереж на основі вхідних даних.
- Аналітика даних – дозволяє вивчати та аналізувати дані енергосистеми для прийняття рішень.
- IoT – використовується для створення мережі, яка забезпечує збір та обробку даних.

ІСЕП успішно впроваджується в енергетичних системах всього світу. В Європі уже було впроваджено інтелектуальні системи електропостачання в Німеччині, Данії та Норвегії, де значно знизилися витрати на виробництво електроенергії.

Розвиток ІСЕП тісно пов'язаний з розвитком технологій та нових електронних рішень. Одним з основних викликів є кібербезпека, тому що доступ до цифрових мереж можливий не тільки для операторів, а й для кіберзлочинців. Однак, зростаюча кількість електронних пристроїв та IoT обладнання створює нові можливості для розвитку ІСЕП.

ІСЕП є перспективною технологією, яка забезпечує більш оптимальне та кероване виробництво, передачу та споживання електроенергії. Розвиток ІСЕП дозволить забезпечити максимальну ефективність та знизити вартість виробництва та споживання електричної енергії. Необхідно швидко впроваджувати ІСЕП в енергетичну інфраструктуру всього світу.

Література

1. Енергоощадна інтелектуальна система керування механічною системою / Богдан Оробчук, Іван Сисак, Ярослав Осадца, Вадим Коваль, Сергій Бабюк // МММТЕС, 22-23 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 128–130. — (Прикладні застосування механіки в задачах енергозбереження).
2. Бабюк С. М. Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання / С. М. Бабюк, Я. В. Пліс // Збірник тез доповідей IX 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. — (Електротехніка та енергозбереження).

УДК 621.311

С. М. Бабюк, к.т.н., С. О. Задорожний, М. П. Красножон

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В МЕРЕЖІ 0,4 кВ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

S. Babiuk, Ph.D., S. Zadorozhnyi., M. Krasnozhon

INFLUENCE OF VOLTAGE DEVIATION IN THE 0.4 kV NETWORK: CAUSES, CONSEQUENCES AND WAYS TO SOLVE THE PROBLEM

Відхилення напруги в електричних мережах є серйозним і небажаним явищем, яке може мати значний вплив на роботу різних електричних пристроїв і споживачів. У даній статті ми розглянемо причини відхилення напруги в мережі з напругою 0,4 кВ, наслідки цього явища та запропонуємо деякі шляхи вирішення цієї проблеми.

Для забезпечення стабільності та надійності енергопостачання існують стандарти та норми, які регулюють допустимі відхилення напруги. Зазвичай вони виражаються відсотками від номінального значення напруги. Для мереж з напругою 0,4 кВ допустимі відхилення можуть бути в межах від -10% до +10%. Іншими словами, номінальна напруга 0,4 кВ може коливатися між 360 В і 440 В.

Відхилення напруги від номінального суттєво впливає на роботу електроприймачів. При зниженні напруги знижується крутильний момент електродвигунів, що приводить до їхнього перегріву, внаслідок чого відбувається прискорене зношування їхньої електроізоляції. Зниження напруги живлення електричних печей опору може суттєво сповільнювати технологічний процес або навіть унеможливити його проведення. Зниження напруги погіршує якість зварювання і знижує продуктивність зварювальних робіт. Освітлювальні прилади при зниженні напруги на 10% знижують освітленість: лампи розжарювання на 27%, люмінесцентних ламп – на 12,5%.

Відхилення напруги від номінального значення в той або інший бік приводить до виходу устаткування з ладу. Причому для електродвигунів зниження напруги навіть більш небезпечно, ніж його підвищення. Зниження напруги живлення на 1% приводить до збільшення втрат в асинхронних двигунах на 0,1% (при 380 В). При зниженні напруги більш, ніж на 5% від номінального, робота електродвигуна припустима лише тоді, коли його навантаження менше номінальної. У протилежному випадку можливий перегрів обмотки двигуна і її передчасне зношування. При зниженні напруги на 10% термін служби двигуна знижується більш ніж у два рази. Збільшення напруги живлення асинхронного двигуна на 1% приводить до збільшення споживаної реактивної потужності на 3%. Знижується коефіцієнт потужності, зростає повний електричний струм і, відповідно, ростуть активні втрати.

Причини відхилення напруги:

Недостатньо потужне обладнання: Одна з основних причин відхилення напруги - це недостатня потужність трансформаторів та інших електричних пристроїв, які використовуються в мережі. У результаті перевантаження таких пристроїв, напруга може знижуватися до неприйнятних рівнів.

Неякісна електромережа: Ведення функціонуючих мереж потребує правильного проектування і виконання. Якщо мережа погано розроблена або встановлення проведено неякісно, це може призводити до відхилень напруги.

Погане обслуговування: Недостатнє технічне обслуговування трансформаторів, ліній передачі, електромереж може призвести до відхилення напруги. Регулярне

обслуговування і оновлення обладнання є важливим аспектом підтримки стійкості напруги в мережі.

Наслідки відхилення напруги:

Пошкодження обладнання: Відхилення напруги може призводити до пошкодження електричного обладнання, зокрема пристроїв з електронікою. Флуктуації напруги можуть впливати на роботу інших електричних приладів, таких як комп'ютери, холодильники, телевізори тощо.

Економічні втрати: Відхилення напруги може призводити до простою обладнання та загальних економічних втрат для підприємств та споживачів. Люди можуть бути без електрики, що призводить до незручностей і припинення роботи різних процесів.

Пожежний ризик: Відхилення напруги може помилково стимулювати великі електричні струми, які можуть призвести до перегріву дротів, проводів і, в кінцевому рахунку, стати причиною пожежі.

Шляхи вирішення проблеми:

Правильне планування та проектування: Визначення потужності електричної мережі на етапі проектування, врахування прогнозованого використання електроенергії може допомогти зменшити відхилення напруги в подальшому.

Регулярне обслуговування: Регулярне технічне обслуговування трансформаторів, ліній електромереж та іншого обладнання допоможе виявити можливі несправності та усунути їх, перш ніж вони провокують відхилення напруги.

Використання стабілізаторів напруги: Встановлення стабілізаторів напруги може допомогти зменшити відхилення напруги в місцях, де вони особливо критичні, наприклад, у областях зі значним навантаженням на електричні мережі.

Впровадження автоматизованих систем управління: Розумна система управління може допомогти виявити відхилення напруги, моніторити систему та автоматично регулювати напругу для забезпечення сталості.

Відхилення напруги в електричних мережах з напругою 0,4 кВ може мати серйозний вплив на роботу різних електронних пристроїв та споживачів. Ідентифікація причин відхилення та прийняття заходів для його вирішення можуть допомогти забезпечити стійку та безпечну роботу електричної мережі.

Контроль за напругою в мережах 0,4 кВ зазвичай виконується операторами електромереж та регуляторними органами. Для забезпечення стабільності вони використовують різні методи та технології, такі як системи моніторингу, автоматичні регулятори напруги, системи реактивного потужності і багато інших.

Контроль за відхиленнями напруги в електричних мережах з напругою 0,4 кВ є важливою частиною забезпечення стабільності та надійності енергопостачання. Дотримання норм та стандартів для відхилень напруги допомагає уникати негативних наслідків для обладнання та споживачів електроенергії. Розвиток та впровадження сучасних технологій контролю над напругою сприяють покращенню якості електропостачання та забезпечують стабільну роботу споживачів електричної енергії.

Література

1. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)
2. Якість електроенергії та її вплив на електроспоживання і надійність роботи електроустаткування // PATRIOT-NRG. Міжнародний портал з енергозбереження [Веб-сайт]. - Київ. - URL: <https://patriot-nrg.com/content/yakist-elektroenergiyi-ta-yiyi-vplyv-na-elektrospozhyvannya-i-nadiynist-roboty> (дата звернення: 23.10.2023).

УДК 621.311

С. М. Бабюк, к.т.н., В. О. Рудянин, Д. Ю. Соловко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

S. Babiuk, Ph.D., V. Rudianyn, D. Solovko

AUTOMATIC SYSTEMS OF COMMERCIAL METERING OF ELECTRICITY FOR HOUSEHOLD CONSUMERS

Електроенергія - це життєво важливий ресурс для кожного побутового споживача. У зв'язку з цим, дізнатися точну інформацію про споживання та витрати на електроенергію є крайньою важливим завданням для раціонального та обґрунтованого використання цього ресурсу. Саме для цього вживаються заходи до впровадження автоматичних систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) для побутових споживачів Регіональних енергопостачальних компаній (РЕМ). У цій статті ми розглянемо, що таке АСКОЕ та як вони корисні для побутових споживачів РЕМ.

Що таке АСКОЕ?

АСКОЕ - це системи, які дозволяють автоматично вимірювати, реєструвати та передавати дані про споживану електроенергію. Вони складаються з електронних лічильників, систем зчитування та передачі даних, а також програмного забезпечення. Основна мета АСКОЕ - забезпечити точний та надійний облік електроенергії та зробити процес зчитування споживання більш зручним і ефективним.

Автоматичні системи комерційного обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ включають в себе наступні основні компоненти:

1. Електролічильник: Це прилад обліку електроенергії, який встановлюється в житлових приміщеннях споживачів. Електролічильник реєструє споживану електроенергію і забезпечує точні вимірювання.

2. Модем: Цей пристрій забезпечує зв'язок між електролічильником та концентратором даних. Він використовує звичайні технології зв'язку, такі як GSM або Wi-Fi, для передачі даних.

3. Концентратор даних: Це пристрій, що збирає дані від електролічильників і передає їх до системи збору даних. Концентратор даних може обробляти і керувати даними з різних джерел.

4. Система збору даних: Це програмне забезпечення, яке забезпечує функцію збору та обробки даних від електролічильників. Вона дозволяє відображати дані на комп'ютерах або генерувати звіти для регулювального органу.

Як АСКОЕ працюють для побутових споживачів РЕМ?

Електронні лічильники: Побутові споживачі отримують електронні лічильники, які точно вимірюють споживану електроенергію. Ці лічильники мають вбудований засіб зчитування даних.

Системи зчитування: РЕМ встановлює системи зчитування даних, які автоматично збирають інформацію з лічильників та передають її на центральний сервер.

Центральний сервер: Всі дані збираються на центральному сервері, де вони обробляються та зберігаються.

Зручний доступ для споживачів: Побутові споживачі можуть отримувати доступ до інформації про своє споживання через онлайн-портали або спеціальні додатки. Це дозволяє вам стежити за своєю витратою електроенергії та бути більш свідомими щодо свого споживання.

Автоматичні системи комерційного обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ працюють за наступним принципом:

1. Електролічильник реєструє споживану електроенергію та зберігає дані про кількість спожитої енергії.
2. Модем передає дані з електролічильника до концентратора даних за допомогою встановленого зв'язку.
3. Концентратор даних збирає дані від різних електролічильників та передає їх до системи збору даних.
4. Система збору даних обробляє та аналізує дані, відображає їх на комп'ютерах операторів та генерує звіти для регулювального органу.

Автоматичні системи комерційного обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ мають кілька важливих застосувань:

1. Вимірювання споживання електроенергії: АСКОЕ дозволяють точно вимірювати обсяг електроенергії, яку споживає кожен побутовий споживач. Це дозволяє забезпечити точний облік та контроль над споживаною енергією.
2. Встановлення правильної вартості споживання: За допомогою АСКОЕ розрахунок вартості споживання електроенергії стає більш точним, оскільки дані про споживання фіксуються автоматично та без помилок.
3. Контроль за споживанням: АСКОЕ дозволяють регулювальному органу, такому як РЕМ, здійснювати контроль за споживанням електроенергії побутовими споживачами та забезпечити дотримання енергоспоживаннями встановлених норм та обмежень.

Переваги АСКОЕ для побутових споживачів РЕМ:

Точність: АСКОЕ дозволяють отримувати точну інформацію про споживання електроенергії.

Ефективність: Вони полегшують процес зчитування даних та раціонального використання електроенергії.

Економія часу та грошей: Побутові споживачі можуть легко моніторити своє споживання і приймати обґрунтовані рішення щодо економії.

Зручність: Зручний доступ до інформації через інтернет або мобільні додатки робить АСКОЕ зручними для споживачів.

Автоматичні системи комерційного обліку електроенергії дійсно зробили процес обліку споживаної енергії більш зручним і ефективним для побутових споживачів РЕМ. Вони допомагають споживачам бути більш свідомими щодо свого споживання та ефективно використовувати електроенергію.

Автоматичні системи комерційного обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ є важливим елементом енергетичної інфраструктури та допомагають забезпечити точний облік та контроль споживання електроенергії. Вони є ключовим інструментом для управління енергетичними процесами та регулювання споживання електроенергії побутовими споживачами. Застосування АСКОЕ дозволяє забезпечити ефективність та надійність енергетичної системи та сприяє зниженню витрат та оптимізації процесів в енергосистемі.

Література

1. Лежнюк, П. Д., Кулик, В. В., & Пашенко, А. В. (2005). Розрахунок втрат електроенергії в електричних мережах 0, 38 кВ з використанням АСКОЕ. Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки, (15-2), 36-40.

2. Довгань, П. І. (2022). Підвищення ефективності енергообліку Збаразького РЕМ шляхом впровадження АСКОЕ для споживачів с. Старий Вишнівець (Master's thesis, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя).

УДК 662.769.2

Х. О. Мала, О. М. Кушчак, викладач вищої категорії
(ВСП «ТФК ТНТУ», Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗУ БРАУНА В ТЕХНІЦІ

К. О. Mala, O. M. Kushchak teacher of highest category
APPLICATION OF BROWN'S GAS IN TECHNOLOGY

Газ Брауна, який позначають як ННО або гримучий газ (Brown Gas, ННО gas, fire damp, detonating gas, oxyhydrogen gas) - це дві частини газоподібного водню і одна частина кисню в певному об'ємі.

Газ Брауна - це унікальний газ, так як він існує не в молекулярній формі H_2 і O_2 , а в одноатомному стані. В цьому стані при спалюванні водню (реакція з киснем) енергії буде виділено в 3,8 разів більше, ніж на утворення його з води.

Газ Брауна може використовуватись в ДВЗ. Одноатомний водень є каталізатором для різних видів палива на основі вуглеводнів. Це дозволяє підвищити потужність ДВЗ та інших двигунів, збільшити пробіг автомобіля, зменшити викиди при горінні палива.

В ДВЗ, в кращому випадку, згорає тільки 40% палива (бензину або дизеля). Решта ж 60% догорають у вихлопній трубі. Перші дослідження в цьому напрямку зробив Юл Браун в США.

Подібні експерименти проводились і в Росії. Професор Г. В. Дудка випробовував ДВЗ, який виглядав як гібрид карбюраторного двигуна і дизеля. Бензин в його двигуні використовувався тільки для запуску, а далі відключалось зчеплення і в камеру згорання подавалась звичайна вода зі спеціальними добавками. Вона попередньо нагрівалась і стискалась. Двигун встановлювали на човні і плавали по морю, заливаючи в двигун воду із-за борту човна.

В генераторі газу Брауна проходить хімічна реакція електролізу води, з якої виділяється газ Брауна.

В генераторі використовується спеціальний електроліт, який складається каталізатора КОН та дистильованої води. Газ, що виділяється, проходить крізь водяний затвор, фільтр вловлювання вологи, зворотній клапан в повітряний колектор, а звідти — в камеру згорання.

З кожної літри води утворюється 1866,6 л газу Брауна. Кисень для роботи береться з води, яка використовується для отримання газу.

Особливість цього газу полягає в тому, що це суміш двохатомних і атомарних молекул водню і кисню.

Найпростіший спосіб отримати газ Брауна - застосування електролізерів, які використовують електричний струм для розчеплення води на кисень і водень.

В момент розчеплення водень і кисень деякий час існують в атомарному стані. При нормальному процесі електролізу водень і кисень з атомарного стану переходять в бінарний. Бінарний стан - це H_2 і O_2 . Двохатомний стан характеризується низьким енергетичним станом молекул.

Щоб розчепити воду шляхом електролізу необхідно затратити енергії 442,4 Ккал/моль. Це ендотермічна реакція (поглинання енергії).

З 1л води утворюється 1866,6л газу Брауна. При нормальному двохатомному стані H_2 і O_2 виходить 933,3 л цього газу. Якщо припустити, що нам вдалося отримати достатню кількість атомарної суміші Н і О для спалювання в газовому пальнику, то температура полум'я була б істотно вища, ніж при звичайному спалюванні водню. Таким чином ми б отримали «гаряче» полум'я, тому що витрачалась би енергія на дроблення молекул H_2 і O_2 . Якщо б Н і О безпосередньо приймали б участь в синтезі

води, то в нас були б (для 4-х молів Н і 2-х молів О) 442,4 Ккал доступної енергії, замість 115,7 Ккал доступних при $2\text{H}_2:\text{O}_2$.

Ця додаткова енергія може пояснити такі дивні ефекти як плавлення W, утворення чистих отворів, як при різці отворів лазером в дереві, металі, кераміці.

Температура горіння моноатомного газу Брауна вища в 3,8 рази, ніж традиційної суміші H_2 і O_2 .

Зауваження по газу Брауна:

- на практиці навіть найкращі електролізери не виробляють чистий газ Брауна. Він практично містить деякий процент молекул H_2 і O_2 . Чим кращий електролізер, тим більший процент газу Брауна він буде виробляти;
- через деякий час заряджені іони H^+ і O^- будуть з'єднуватись в H_2O , H_2 , O_2 молекули, зменшуючи процент газу Брауна. З цієї причини газ Брауна буде найкращим рішенням «газ на вимогу»;
- при виробництві газу Брауна електролізер не нагрівається. Електрика для виробництва газу поглинається в реакції створення H^+ і O^- з H_2O . Коли H^+ і O^- перетворюються в молекули H_2 і O_2 , вони погано віддають тепло. Це тепло може бути використане як міра виробленого газу;
- газ Брауна буде мати подвійний об'єм для такої ж кількості молекул H_2 і O_2 . Тому об'єм може бути використаний як міра продуктивності по газу Брауна.

Тема газу Брауна вже відома в досить широкому колі, але в той же час треба ще багато чого вивчити з цього питання.

Література

1. Грицук І. В. Формування і аналіз інформаційної моделі предметної області моніторингу параметрів тахографа і трекера в системі технічного стану транспортного засобу /Т. В. Макарова, Р. В. Симоненко, І. В. Худяков, В. В. Черненко // Вісник машинобудування та транспорту, 2019 р. – Вип. 10 – С. 24 - 33.
2. Зайченко Н. Я., Сльота А. Ф. Розробка конструкції генератора газу Брауна циркулюючого типу [Текст] / Н. Я. Зайченко, А. Ф. Сльота / Матеріали XXI міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» Сб. матеріалів форуму. Т.2. – Харків: ХНУРЕ – С. 35-36.
3. Кушнірук Я. В. Інтелектуальна система моніторингу вантажоперевезень на основі GPS-трекерів / В. І. Манжула, П. Б. Комов, В. І. Яковів, М. В. Сусла // АСІТ' 2017. С. 45-49.
4. Сльота А. Ф., Зайченко Н. Я. Дослідження параметрів конструкції генератора газу Брауна [Текст] / А. Ф. Сльота, Н. Я. Зайченко, С. В. Румега, А. М. Вергунов / Шоста міжнародна наукова конференція студентів та молодих вчених «Сучасні інформаційні технології» Сб. матеріалів конференції. – Одеса: ІКС – С. 71-72.
5. Український С. О. Підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3: Автореферат дис. Канд. Тех. наук, - Житомир, 2021. – 25 с.
6. Худяков І. В. Удосконалення методів оперативного контролю технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації: Дис. канд. Тех. наук. – Харків, 2021. – 240 с.
7. Волков В. П. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / В. П. Волков // Харків: Видавництво Панов А. М., 2018 – 298 с.
8. Волков В. П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, І. В. Грицук // Вісник Національного технічного університету «ХП». 2013. – №29 – С. 138-144.
9. Волков В. П. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. В. Грицук, Г. К. Шурко, Ю. В. Волков // Вісник НТУ «ХП». 2017. – № 14 –С. 10-20.
10. Пакетний гідролізер [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ae04.alicdn.com/kf/HTB1tqm7dQOWBuNjSsppq6xPgpXaI.jpg>.
11. Принцип роботи електролізера Стенлі Майера [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/>
12. Простий Електролізер [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://otivent.com/wp-content/uploads/2017/09/Jelektrohimicheskoeerasshheplenie-vody-min.jpg>.
13. Електролізер Стенлі Майера [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://i.pinimg.com/originals/88/b3/12/88b312f36f7cc2bd2847cea75a34d160.jpg>.

УДК 621.311.1

О. Р. Романюк, О. С. Довжанин, М. М. Зінь к.т.н., доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

O.R. Romaniuk, O.S. Dovzhanyn, M.M. Zin Ph.D., assoc. prof.

ADVANCED ENERGY EFFICIENCY RESIDENTIAL OBJECTIVES OF THE UTILITY STATE

Міське господарство та його економіка начебто не мають стратегічного значення для виходу України на передові позиції у світовому цивілізаційному та економічному просторі. Але з такою оцінкою не варто позиціонувати себе в цьому просторі, оскільки прогрес, культуру, духовність і достаток творять не супер машини і нанотехнології, а люди, і використовують усе це для покращення свого життя. Тому створення комфортних, гідних умов їх життя – це є найголовніше завдання сучасності й майбутнього. Першорядне значення у вирішенні цього завдання в містах та селищах має великий, багатопрофільний і складний житлово-комунальний господарський комплекс. Це житлові помешкання, тепло, вода, транспорт, світло та багато чого іншого.

Сьогодні галузь ЖКГ є економічно збитковою та невпорядкованою і на її діяльність є безліч нарікань, здебільшого об'єктивних і справедливих. Це соціальна сторона проблеми. Є і техніко-технологічна - галузь має морально і фізично зношені основні фонди, постійно знаходиться в режимі аварійних ситуацій, надає продукцію та послуги низької якості. Звідси зрозуміло, що таку незадовільну ситуацію треба змінювати, причому швидко і радикально.

Проблема раціонального використання води та низької енергетичної ефективності технологічного процесу на підприємствах водопровідно-комунального господарства (ВКГ) України представляє в даний час одне з найактуальніших завдань для українського суспільства.

Враховуючи особливості сучасного економічного розвитку, автоматизація систем водопостачання повинна окрім підтримання необхідних параметрів технологічного процесу, надійності та економічності функціонування комплексів водопостачання, створювати передумови до ефективного використання енергоресурсів споживачами з проведенням вчасного, достовірного моніторингу енергоспоживання. Збільшення рівня енергозбереження в системах водопостачання потребує організації такої взаємодії між системою та споживачами, яка спонукає їх до ощадливої поведінки відносно витрат водних ресурсів та відносно споживання електричної енергії.

Зниження енерговитрат при якісному забезпеченні потреб споживачів за рахунок вдосконалення сучасних енергоефективних (енергозберігаючих) електромеханічних систем автоматичного керування насосними установками на основі електроприводів з перетворювачами частоти є пріоритетним напрямком наукових досліджень.

На сьогоднішній час проблеми незадовільного стану спортивних комплексів України набувають пріоритетності для досліджень та впровадження сучасних методів та технологій з підвищення рівня енергетичної ефективності.

Підвищення рівня енергоефективності за рахунок проведення комплексного аналізу систем енергозабезпечення спортивного комплексу та визначення чинників його енергоефективності є пріоритетним напрямком наукових досліджень.

Література

1. Попович М. Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / М. Г. Попович, Ю. В. Лозинський, В. Б. Клепиков. – Київ: Либідь, 2005. – 680 с.

УДК 620.92

В. І. Пихач, В. І. Гетманюк, І. В. Белякова к.т.н., доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ХВИЛЬОВИХ
ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В СИСТЕМАХ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

V. I. Pykhach, V. I. Hetmaniuk, I. V. Belyakova Ph.D., assoc. prof.

**EVALUATION OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF
WAVE HYDRO-ENERGY CONVERTERS IN ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS**

Вчені багатьох наукових осередків в усього світу працюють над проблемою пошуку і використання для потреб людства поновлюваних джерел енергії. Одним за таких напрямів є використання, дійсно безмежного джерела енергії, енергії хвиль.

Недоліками відомих установок що перетворюють енергію хвиль є наступні: практично не вирішена проблема передачі енергії хвиль першим перетворювачем (крило «качки», пліт Коккерела) другому перетворювачу (насос, гідромашина); не вирішена проблема практичного перетворення змінних пульсацій хвиль у однонаправлений рух обертів електрогенератора; стаціонарне закріплення плотів не може ефективно відслідковувати зміну напрямку хвиль; пліт Коккерела має значну трудоемність і вимагає створення нових складних пристроїв невідомих на даний час науці і техніці; усі перетворювачі енергії хвиль плота Коккерела перебувають під впливом штормових хвиль, оскільки знаходяться на його поверхні і піддаються дії морської води, що значно знижує термін їх експлуатації; практично не вирішене питання закорювання плота Коккерела і умови переміщення на нове робоче місце прибережної акваторії водосховища або моря; не вирішений практично спосіб управління перетворювачем енергії хвиль шарнірного плота; не вирішені питання забезпечення живучості перетворювачів плота на випадок екстремальних вітрових навантажень, які значно перевищують розрахункові режими.

Завданням нашої роботи є усунення суттєвих недоліків відомих хвильових перетворювачів і пошук способів і методів надійного перетворення енергії хвиль в електричну енергію з метою електропостачання малопотужних споживачів в прибережних зонах.

Для виконання поставленої мети нами була запропонована конструкція перетворювача енергії хвиль в середині якої під дією коливань морської поверхні поршень перекачує газ, рухаючи турбіну і генератор, така конструкція має високу надійність через наявність невеликої кількості складових елементів і відсутність безпосереднього контакту внутрішньої порожнини, де розташований генератор з морською водою.

Також було запропоновано методику експериментального дослідження хвильового перетворювача поплавкового типу, яка включала заміну повітря в експериментальному зразку на вуглекислий газ та зміну висоти коливань, що дозволило оцінити основні електричні параметри перетворювача.

Література

1. Лісовенко Є. П. Спосіб і установка для перетворення енергії вітрових хвиль і брижів водосховищ в електричну енергію / Є. П. Лісовенко, Ю. Ю. Філіпович // Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2015. – Вип.4(72). – С. 158-168.

УДК 697.273

А. С. Зуб, В. І. Гетманюк, М. Г. Тарасенко д.т.н., професор
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБІГРІВУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ

A. S. Zub, V. I. Hetmaniuk, M. H. Tarasenko Dr., prof.
**ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE APPLICATION
FOR HEATING ELECTRIC INFRARED RADIATORS**

Інфрачервоне випромінювання є формою електромагнітного випромінювання, яке має деякі унікальні властивості, які роблять його ефективним для обігріву приміщень або предметів. Сучасні дослідження в галузі біотехнологій показали, що саме інфрачервоне випромінювання має виключне значення в розвитку всіх форм життя на Землі. З цієї причини його називають також біогенетичними променями або «променями життя».

Електричні інфрачервоні випромінювачі можуть бути ефективні як в промисловому масштабі так і малоповерховому будівництві: у торговельних павільйонах, на дачах і тимчасових конструкціях. Без них не обійтись в приміщеннях з особливими вимогами до чистоти, стерильності і вологості: лікарнях, дошкільних установах, лабораторіях.

Метою нашої роботи є аналіз енергетичної ефективності застосування електричних інфрачервоних випромінювачів та розробка окремих параметрів системи формування мікроклімату в приміщеннях, які обігріваються за допомогою електричних інфрачервоних випромінювачів.

Проведені теоретичні дослідження показують, що встановлення інфрачервоних обігрівачів забезпечує тепловий режим без протягів і вентиляторів. Особливо ефективне таке опалення для приміщень з високими стелями (склади, ангари, спортзали, басейни), тут економія становить 50-80 %, оскільки немає необхідності прогрівати до 80 % об'єму, а конвекція теплого повітря дуже незначна. Дослідження також показують, що можливість зниження температури повітря в певній зоні і більш рівномірний розподіл по висоті приміщення дозволяють понизити втрату теплової енергії на обігрів приміщення в порівнянні з традиційними системами обігріву.

Проте, незважаючи на вказані переваги, системи інфрачервоного обігріву поки не набули широкого поширення, що пов'язане з недостатньою вивченістю наслідків його впливу на людину і обмеженістю інженерних методик пошуку оптимальних схем розміщення опалювальних приладів. Тому дослідження і вдосконалення методів використання інфрачервоного випромінювання в певних умовах для оптимізації параметрів мікроклімату є актуальним науковим завданням.

Література

1. Тютюнников А.И., Мосягин В.Ю. Про застосування інфрачервоних випромінювачів для опалення приміщень // Інженерні системи АВОК. – М., 2016. – №3. – С.29-32.
2. Шулима Б. І. «Дослідження, аналіз та розробка системи забезпечення температурного режиму приватного будинку за допомогою інфрачервоних обігрівних панелей та інфрачервоної теплої підлоги» / Наукова робота / Збірник тез доповідей науково-практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2023 р. Житомир: Поліський національний університет, 2023. 72 – 75 с.

УДК 69.001.5

В. П. Бобик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

V. P. Bobyk

ENERGY EFFICIENCY OF MODERN BUILDINGS AND STRUCTURES

У 2020 році використання енергії комерційними та бюджетними будівлями становило 10,2 % від усього споживання в Україні [1], при чому громади витрачали не менше 7 % своїх коштів для оплати за енергоносії. Для заощадження коштів громад та споживачів потрібно впроваджувати енергоефективні заходи під час зведення нових сучасних будівель та споруд і модернізації існуючого житлового фонду.

Впровадження енергетичної ефективності у будівництві передбачає її реалізацію на усіх етапах – від проектування будівлі до її експлуатації: врахування кліматичної зони, в т.ч. можливого використання відновлювальних джерел енергії, енергетичних і теплотехнічних характеристик будівлі, санітарно-гігієнічних нормативів, характеристик інженерних систем, оптимального архітектурного планування, застосування новітніх будівельних матеріалів і технологій, раціонального енергоспоживання, вчасної раціональної енергомодернізації [2].

Таким чином, потрібен постійний моніторинг енергоефективності будівлі та вчасна реакція на ризики, що виникають. Крім того, актуальним є декарбонізація джерел енергії, необхідність зменшення залежності від таких природних ресурсів як вугілля, газ тощо.

Метою роботи є аналіз концепції енергоефективності сучасних будівель та споруд з майже нульовим енергоспоживанням і використання цього досвіду країнами ЄС та Україною.

Для підвищення енергоефективності будівель та споруд у 2012 році Європейським Союзом було погоджено технологію будівництва пасивних будинків, у яких споживання енергії майже дорівнює нулю NZEB (Nearly Zero-Energy Buildings). На малюнку 1 показано основні конструктивні елементи будівлі, які забезпечують досягнення встановлених поставлених вимог. Ці технології передбачають нові стандарти енергоефективності – використання фільтру повітря та вентиляції, високоякісних вікон, енергозберігаючих електроприладів, утеплення даху, енергозберігаючого освітлення, сонячних панелей, зарядної станції, розумного термостату, сучасних екологічних теплоізоляційних матеріалів [3-5].

Згідно вимог директиви Directive on the energy performance of buildings (EPBD) [6], починаючи з 1 січня 2020 року, усі нові будівлі в ЄС повинні відповідати вимогам нульового енергоспоживання, стандартам пасивного будинку, підтримувати оптимальний рівень енергоефективності протягом всього життєвого циклу. Актуальним завданням при проектуванні є оснащення будівлі елементами, що дозволяють виробляти та акумулювати енергію. Ця енергія повинна, в першу чергу покривати власні потреби енергоспоживання, не забруднювати навколишнє середовище та, за наявності надлишку, забезпечувати дохід.

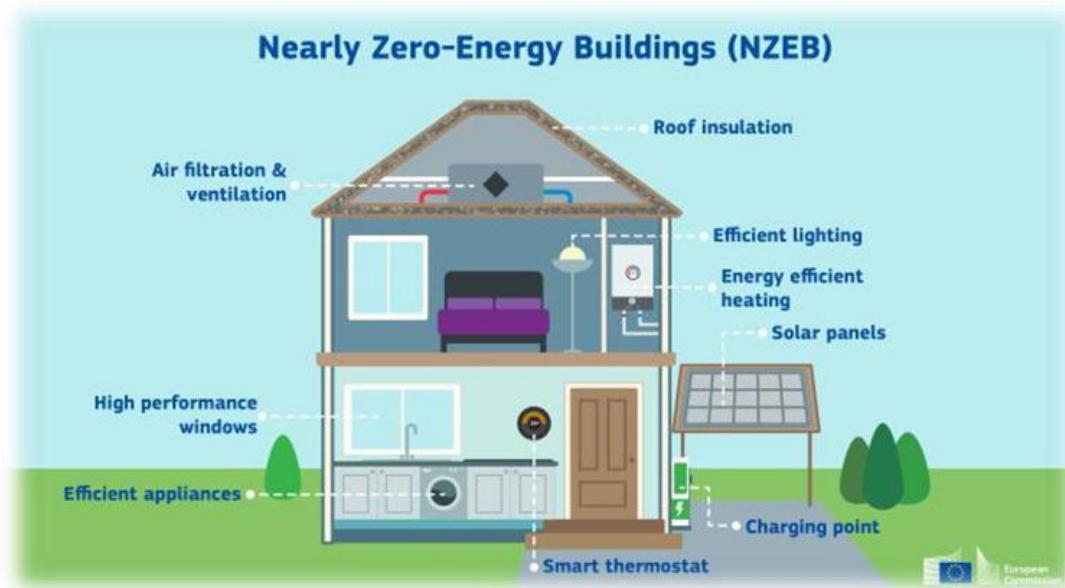


Рисунок 1. Конструктивна схема будинку з майже нульовим енергоспоживанням.

У 2020 році для компанії «Макош Мінерал» у м.Вінниці було реалізовано перший в Україні проект офісної багатоповерхової будівлі за стандартами NZEB (рис. 2.) [7].

Основна ідея зведення споруди, згідно технічного завдання, полягала у якісному енергоефективному будівництві, яке передбачає високі вимоги до структури та вузлів з'єднання конструкційних елементів. Однак, крім правильної реалізації розробленого проекту, для того, щоб користуватись закладеними при проектуванні перевагами і будівля була енергоефективною, її потрібно оснастити відповідними інженерними мережами.



Рисунок 2. – Офісна будівля компанії «Макош Мінерал», м. Вінниця.

- У технічному завданні вимоги до цієї споруди були такими :
- енергоспоживання не більше 15 кВт.год/м.кв/рік;
 - коефіцієнт опору теплопередачі огорожувальних конструкцій – 0,15 Вт/м.кв x К;
 - коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорих елементів будівлі – 0,8 Вт/м.кв x К;
 - рекуперація теплової енергії і змішування свіжого та відпрацьованого повітря – більше 75%;
 - проведення тесту на герметичність (Blower Door Test).

Проект реалізовано спільно з Авторизованим партнером Вікна «Корса». Було встановлено сучасні вікна REHAU, змонтовані за технологією «теплий монтаж», з шестикамерним профілем, монтажною шириною 86 мм, з двокамерними склопакетами з енергозберігаючим напиленням зовнішнього та внутрішнього скла та дистанційною «теплою рамкою».

У проекті відновлення України, який розроблено Урядом спільно з іншими країнами, закладено вимоги до енергоефективності майбутніх будівель та шляхи модернізації існуючого житлового фонду [8]. Цей проект передбачав такі етапи: 2020-2025 роки – розроблення законодавчої бази, 2027 рік — перехід до нових стандартів, згідно NZEB. Але, на жаль, військова агресія росії внесла корективи у терміни запровадження цього проекту.

Незважаючи на більш, ніж десятилітню історію прийняття рішення про розвиток будівництва з допомогою технологій NZEB, на сьогодні відсутній єдиний методологічний підхід щодо визначення будівель з майже нульовим споживанням енергії; існують невідповідності технічних рішень щодо забезпечення комфортних умов перебування та вимог до рівня первинного споживання енергії, практично відсутні державні мотиваційні програми.

Проте європейські і світові перспективи показують, що саме інвестиції в енергоефективність будівель та споруд є пріоритетом, як приватного, так і державного сектору. Без них неможливо досягти сталого розвитку та побудувати зелену економіку, особливо в умовах світової невизначеності щодо майбутнього енергоресурсів.

Література

1. <https://ecoaction.org.ua/shcho-take-ee.htm>
2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (Відомості Верховної Ради, 2017, № 33, ст.359).
3. Energy efficiency of buildings. Access: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_en
4. Використання теплоізоляційних матеріалів у будівництві / Д. І. Кіян, Г. М. Крамар // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 77. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).
5. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, Л. Г. Бодрова, І. В. Коваль, С. Ю. Мариненко - Наукові нотатки, 2019,-Т.66. – С.165-171.
6. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/2012-27-es.pdf>
7. <https://www.rehau.com/ua-uk/nzeb-building-makosh>
8. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/88-2020-p#Text>

УДК 681.5

В. В. Ковальчук, О. В. Смолій, І. В. Чихіра к.т.н. доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

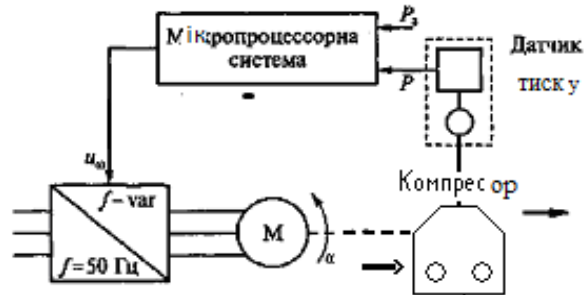
РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ З ГІДРООЧИЩЕННЮ МОТОРНОГО ПАЛИВА

V. V. Kovalchuk, O. V. Smolii, I. V. Chykhira Ph.D., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR A COMPRESSOR STATION FOR HYDROTREATING MOTOR FUEL

Метою даної роботи є розробка системи керування роботою компресорної установки, яка повинна відповідати встановленим екологічним нормам, забезпечуючи ефективність очищення палива без зайвого викиду забруднюючих речовин. Важливо, щоб обладнання було безпечним для експлуатації. Це включає в себе відповідність стандартам безпеки та можливість автоматичного відключення в разі виявлення проблем або аварій. Компресорна установка повинна бути ефективною у використанні енергії, забезпечуючи необхідний тиск для гідроочищення палива без зайвих енергетичних витрат. Наявність ефективної системи управління є важливою для контролю над процесом гідроочищення. Можливість контролювати компресорну установку окремо від інших частин системи може полегшити обслуговування та моніторинг. Також можливість заміни окремих частин обладнання без зупинки всієї системи є важливою для забезпечення неперервності технологічного процесу.

Система автоматики містить ряд підсистем, які в залежності від призначення компресорної машини здійснює аварійну зупинку приводного електродвигуна. Для візуального спостереження за робочим станом компресорної установки безпосередньо на контрольних точках встановлені дисплеї, які відображають значення вимірюваних параметрів.



Управління системою включає мікропроцесорну систему та частотний перетворювач, що дозволяє регулювати подачу компресора за допомогою зміни його обертальної частоти. Функції взаємозв'язку вхідних або вихідних сигналів та правила прийняття рішень формуються на основі програми, яку розроблено та впроваджено в контролер даної системи, що забезпечує контроль ходу виконання технологічного процесу. Базовим технічним засобом системи управління є багатоконтурний контролер DeltaV серії M5+. Управляюча мережа являє собою відокремлену мережу Ethernet, яка забезпечує обмін даними між контролером та робочою станцією. Для з'єднання комунікаційних ліній використовуються Ethernet-концентратори та комутатори.

Література

1. V.D. Vidineev, B.A. Ivanov, N.A. Alexandrov, B.T. Marinuk. Analysis and optinuzation of natural gas liquefaction. Ninth international conference on LNG, vol.1 of2., Nice, France, Octobre 17-20, 1989.
2. Шевчук С.П. Насосні, вентиляторні та пневматичні установки: підруч. / С.П. Шевчук, О.М. Попович, В.М. Світлицький. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 308 с.

УДК 621.31

А. С. Беднарівський; Р. В. Волошин; О. Р. Фарина; О. Р. Джигринюк
(Тернопільський національний технічний університет імені І.Пуллюя, Україна)

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК ШЛЯХ ДЛЯ НАДІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

A. S. Bednarovskiy; R. V. Voloshyn; O. R. Faryna; O. R. Dzhyhryniuk
**RENEWABLE ENERGY SOURCES AS A WAY TO ENSURE RELIABLE
ELECTRICITY SUPPLY**

Високі ціни на електроенергію є поширеною проблемою на ринках електроенергії розвинених країн, таких як Європа та США, і ціна на електроенергію часто зростає через вплив цін на традиційні енергоносії. Під впливом епідемії та війни в Україні світові ціни на традиційні енергоносії зростають. Разом з подвійним впливом нестабільності електромереж, спричиненої атаками на електроенергетику України, європейська енергетична криза призвела до стрімкого зростання цін на електроенергію.

У разі зростання цін на електроенергію, використання домашніх сонячних акумуляторних батарей може значно знизити вартість електроенергії для користувачів за рахунок зарядки в періоди низького споживання електроенергії та розрядки в пікові періоди. Крім того, в період війни зменшилися виплати власникам приватних електростанцій які використовують відновлювальні джерела енергії. Проте власники перевели частину енергогенеруючого обладнання на власне споживання. Це дозволило підвищити надійність електропостачання в періоди блекаутів.

У всьому світі зростає кількість електростанцій, що працюють на відновлювальних джерелах енергії. Так Міністерство енергетики США Міністерство енергетики США оголосило про новий план збільшення на 730% домогосподарської фотоелектрики до 2025 року до 26 ГВт, ЄС знову планує внести зміни до нормативних актів з відновлюваної енергетики, щоб розширити графік використання вітрової, сонячної, біоенергетики як джерела електроенергії.

Для підвищення надійності електропостачання від відновлювальних джерел енергії таких як сонячна та вітрова є обов'язкове використання акумуляторів. Перевагою є їх розрядка під час пікового енергоспоживання, зарядка під час низького енергоспоживання, зниження ціни на електроенергію для користувачів та отримання додаткового доходу за рахунок використання надлишкової потужності домашньої електричної генерації.

На сьогоднішній день найпоширенішим типом накопичувачів є хімічний накопичувач у вигляді батареї, хоча в деяких випадках можуть використовуватися й інші форми накопичувачів. Наприклад, для невеликого, короткочасного зберігання можна використовувати маховик або конденсатор, або для конкретних, одноцільових фотоелектричних систем, таких як перекачування води або охолодження, накопичувач може бути у вигляді ємності із стисненим повітрям. Важливими параметрами батареї, які впливають на роботу і продуктивність енергогенеруючої системи, є вимоги до обслуговування батареї, термін служби батареї, доступна потужність і ефективність. Правильний розрахунок і вбір системи акумуляування є вирішальним для підвищення надійності електропостачання від сонячних та вітроелектростанцій.

УДК 621.31

Д. П. Драпалюк; А. В. Коваль; В. О. Ковальчук; М. В. Королевич
(Тернопільський національний технічний університет імені І.Пуллюя, Україна)

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

D. P. Drapaliuk; A. V. Koval; V. O. Kovalchuk; M. V. Korolevych
WAYS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Використовувати енергію сонця як відновлюване джерело енергії на теперішній час простіше і доступніше, ніж будь-коли раніше. Однак просто встановити фотоелектричні панелі на даху недостатньо. Розумне планування і коректні розрахунки дозволяють досягти максимальної ефективності та потужності на довгі роки.

Дослідники та інженери постійно розробляють нові матеріали, конструкції та виробничі процеси, щоб підвищити загальну ефективність та кількість енергії, яку виробляють фотоелектричні панелі. Ці досягнення покращують ефективність перетворення панелей, тобто те, наскільки ефективно панелі перетворюють сонячну енергію в електричну, мінімізують втрати енергії та максимізують загальну продуктивність сонячних панелей. Крім того, оптимізація встановлення та обслуговування сонячних панелей, використання системи моніторингу та додавання систем зберігання енергії підвищує ефективність виробництва сонячної енергії.

Вибір високоефективних панелей є важливим першим кроком. Панелі з вищим коефіцієнтом корисної дії (>20 %) перетворюють більший відсоток сонячного проміння в корисну електроенергію, ніж стандартні панелі.

Правильна орієнтація та нахил сонячних панелей мають важливе значення для отримання максимальної ефективності. Панелі повинні бути розташовані так, щоб отримувати максимум сонячного світла протягом дня. Кут нахилу також повинен бути відрегульований залежно від широти розташування фотоелектричної системи [1].

Підтримувати сонячні панелі в чистоті важливо для максимізації їхньої ефективності. Пил, бруд, сніг, листя, послід та інше сміття можуть накопичуватися на поверхні панелей і знижувати їхню здатність уловлювати сонячну енергію. Якщо не чистити сонячні панелі, вони можуть втратити 25-30 % своєї ефективності.

Затінення, навіть на невеликій частині панелі, може значно зменшити вихід енергії. Тому перед монтажем фотоелектричної системи слід переконатися, що на місці встановлення немає перешкод, таких як дерева, будівлі або сусідні споруди, які відкидають тінь на панелі [2].

Важливим шляхом підвищення енергоефективності фотоелектричних панелей також є використання у фотоелектричній системі програмного забезпечення для моніторингу та управління потоками енергії. Таким чином, можна відстежувати вироблення електроенергії в часі та виявляти будь-які несподівані зниження.

Література

1. Venkateswari, R., & Sreejith, S. (2019). Factors influencing the efficiency of photovoltaic system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 376-394.
2. Ramaneti, K., Kakani, P., & Prakash, S. (2021, June). Improving Solar Panel Efficiency by Solar Tracking and Tilt Angle Optimization with Deep Learning. In *2021 5th International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC)* (pp. 102-106). IEEE.

УДК 621.31

А. С. Малушенко; М.Б. Горват; В. П. Коваль, к.т.н.

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

ПЕРСПЕКТИВА ЗАРЯДКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ВІД ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

A. S. Malushenko; M. B. Horvat; V. P. Koval, Ph.D

THE PROSPECT OF CHARGING ELECTRIC VEHICLES FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES

На даний час наземний транспорт створює до 12 % світових викидів парникових газів. Ці викиди є результатом прямого спалювання палива в двигунах внутрішнього згорання. Скорочення або усунення викидів парникових газів від наземного транспорту має вирішальне значення для зменшення наслідків зміни клімату. За оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), щоб уникнути катастрофи, людству необхідно утримати глобальне потепління до 2100 року на рівні менше 2° С. Заміна автомобілів з двигунами внутрішнього згорання на електромобілі допоможе досягти цієї мети.

Багато науковців говорять, що електромобілі заряджаються від електроенергії, що генерується з викопного палива, тому вони не є екологічно чисті. Проте дослідження показують те, що за рахунок високої ефективності електростанцій та двигуна електромобіля, вони все таки зменшують викиди парникових газів.

Електромобілі можна заряджати, використовуючи енергію з відновлюваних джерел, таких як сонячна, вітрова, геотермальна, ядерна, гідро- та приливна енергія. Електромобілі дають нам дивовижну можливість розширити виробництво відновлюваної енергії, і зараз вже бачимо багато пов'язаних з цим нововведень, таких як виробники відновлюваної енергії, зарядні станції на сонячних батареях, домашня генерація, зелені тарифи та зарядні центри для електромобілів, що працюють на відновлюваних джерелах енергії. Якщо всі зроблять свій внесок і продовжать використовувати та інвестувати у відновлювані джерела енергії для електромобілів, то світ стане на крок ближче до того, щоб скористатися величезними екологічними перевагами електротранспорту.

Біля 64% електроенергії у світі виробляється з використанням викопного палива. Наразі лише 36 % світової енергії надходить з низьковуглецевих джерел, але ця цифра зростає щодня. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, глобальна потужність відновлюваної енергетики зросте на 2400 ГВт між 2022 і 2027 роками - це приблизно стільки, скільки зараз виробляє Китай. Ця оцінка на 30 % перевищує прогнози групи на 2021 рік, і, за оцінками МЕА, на відновлювані джерела енергії припадатиме понад 90 % світового зростання виробництва електроенергії протягом наступних п'яти років. За даними Міжнародного енергетичного агентства, за наступні 5 років світ отримає стільки ж відновлюваної енергії, скільки за останні 20 років. А живлення електромобілів відновлюваною енергією різко скоротить викиди парникових газів в атмосферу.

Отже, відновлювальна енергетика і електротранспорт – це майбутнє людства, яке приведе до підвищення доступу людей до електроенергії, покращення екології, підвищення енергонезалежності країн від країн-монополістів в енергетичній сфері і в цілому до більш стрімкого розвитку людства, оскільки електроенергія це найбільш ефективний вид енергії, який можна перетворити в усі інші види.

УДК 623.17.38

Б. Я. Оробчук, канд. техн. наук, доц.; В. Г. Прокопчук; Р. В. Бартошевський
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc.; V. Prokopchuk; R. Bartoshevskyi
METHODS OF REDUCING ELECTRIC ENERGY LOSSES
IN DISTRIBUTION NETWORKS

В стрімких умовах зміни господарського механізму електроенергетичної галузі та загальної кризи економіки країни проблема зниження втрат електроенергії в електричних мережах набула нової актуальності і стала одним з основних завдань забезпечення фінансової стабільності енергопостачальних організацій [1].

Для зниження втрат електроенергії необхідно постійно проводити аналіз електроспоживання, формувати та реалізовувати необхідні заходи щодо вдосконалення розподілу та обліку електроенергії, оскільки аналіз електроспоживання є важливим елементом зниження втрат.

Для вирішення поставленого завдання у роботі автори використали реальні дані однієї з мережевих організацій Тернопільської області. У табл. 1 представлені дані щодо Ф-14 та Ф-42 підстанції ПС-110/35/10 кВ «Бережани» [2]. Наведені дані свідчать про переважне споживання електроенергії на цих територіях фізичними особами. Цей факт обумовлюється відсутністю великих виробничих підприємств у цій місцевості, які мають великий обсяг споживання електроенергії.

Таблиця 1. Постачання та втрати електроенергії на фідерах №14 і №42 підстанції «Бережани» за травень 2023 р.

Фідер	Од. вимір.	Всього	Постачання споживачам			Звітні втрати		Технологічні втрати		Фактичний небаланс	
			Юр. особи	Фіз. особи	Корис. постач.						
Ф-14	кВт·год	64920	25225	23070,0	16625	20376,5	24,1%	4335	5,1%	16045	19%
Ф-42	кВт·год	37986	11185	26801,0	0	18049,0	33,8%	3903	7,0%	14147	26%

На основі проаналізованих втрат електроенергії можна зробити висновок про високий, недопустимий відсоток комерційних втрат порівняно з технічними. З усіх втрат електроенергії на комерційні припадає 19% на фідер 14 і 26% на фідер 42. Причиною цього явища може бути «людський фактор» і мати під собою організаційні, економічні, психологічні та юридичні корені:

- заборгованість з оплати споживачів електрики;
- розкрадання електроенергії споживачами;
- похибка вимірювань відпущеної в мережу та корисно відпущеної електроенергії споживачам;
- застаріла система енергозбутової діяльності.

Маємо проблему, яка відноситься до групи комерційних втрат, зумовлених заниженням корисної відпустки електроенергії та до групи довготривалих чи безнадійних боргів. Ці втрати обумовлені умисним заниженням сум платежів з боку споживачів —

фізичних осіб. Поява таких втрат є найімовірнішою там, де прилад обліку знаходиться на території власника — фізичної особи та доступ до неї для контролюючого персоналу енергозбутового підприємства утруднений з юридичних причин. Особливо ця проблема поширена у поселеннях з нерозвиненою інфраструктурою. У цій місцевості комерційні втрати найбільші [3].

Для виконання завдання зниження втрат, виявлено основні напрямки формування заходів:

- вдосконалення внутрішньоорганізаційної діяльності на енергопідприємстві;
- запобігання та виявлення фактів розкрадання електроенергії, у тому числі виявлення місць несанкціонованого підключення до ліній електропостачання;
- контроль своєчасності та повноти платежів за спожиту електроенергію;
- реалізація функцій оперативного диспетчерського управління на рівні кожного енергоспоживача;
- контроль якості електроенергії та оперативне усунення причин, що викликають порушення якості електроенергії.

В умовах експлуатації заходи щодо зниження втрат називаються організаційними, а при проектуванні - переважно технічні заходи, які потребують додаткових капітальних вкладень.

В якості технічних та організаційних заходів щодо вдосконалення обліку електроенергії можна запропонувати наступні рішення:

- автоматизовану інформаційно-вимірювальну система комерційного обліку електроенергії, яка представляє собою сукупність апаратних та програмних засобів, що забезпечують дистанційний збір, зберігання та обробку даних про енергетичні потоки в електромережах. Це може вирішити проблему розкрадання електроенергії, забезпечити своєчасну та повну оплату за спожиту електроенергію, контроль та керування за електроенергією на рівні кожного споживача;

- підвищення рівня робочої напруги. Потрібне правильне регулювання напруги в мережах для обліку втрат енергії. Необхідно підтримати максимально можливі зі збільшенням напруги на 1% у мережах до 110 кВ втрати потужності на 2%.

Таким чином, проведено аналіз електроспоживання та втрат на прикладі підстанції «Бережани», виявлено причини перевищення комерційних втрат порівняно з технічними, розроблено необхідні заходи, що сприяють зниженню втрат електроенергії у розподільчих мережах.

Література

1. Огляд методів розрахунку втрат електричної енергії у мережах низької напруги [Електронний ресурс] : метод. вказівки для самост. роботи студ. із дисципліни «Системи електропостачання» для студ. напряму підготов. 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» за спеціальністю «Електротехнічні системи електроспоживання» / Уклад. : В.А. Попов, В.В. Ткаченко, О.С. Ярмолюк, П.О. Замковий. – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – 33 с.
2. План розвитку оператора системи розподілу ВАТ «Тернопільобленерго» на 2020-2024 роки. Том 1. Пояснювальна записка.
3. Б. Оробчук, Р. Бартошевський. Інтелектуальна система управління та контролю параметрів електричної мережі. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 7–8 грудня 2022) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]: ТНТУ, 2022. – С. 82-83.

УДК 623.17.38

Б. Я. Оробчук, канд. техн. наук, доц.; Р. В. Драчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КЛАСУ

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc.; R. Drachuk

DEVELOPMENT OF A HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR CONTROLLING A COMPUTER CLASS POWER SUPPLY SYSTEM

Досягнення сучасної електроніки дозволили створити повністю автоматизовані системи управління електроживленням, які можуть автоматизувати процеси ввімкнення/вимкнення світла, контролювати роботу комп'ютерів і периферійного обладнання з урахуванням часових режимів [1]. За допомогою подібних систем можна керувати всіма споживачами, підключеними до проводки, за допомогою одного мобільного пристрою або стаціонарного комп'ютера через графічний інтерфейс. При цьому всі давачі та реле також є присутніми в системі та здійснюють управління електроживленням в автоматичному режимі.

В цій роботі розглядається проект енергосистеми комп'ютерних класів призначений для зменшення електроспоживання та оптимізації роботи електрообладнання, а сферою застосування цього проекту є комп'ютерні класи. Проект системи представляє собою централізовану систему управління з'єднаних через канал зв'язку Ethernet контролерів та сервера. Контролери здійснюють управління навантаженням, а сервер формує команди для контролерів і організує взаємодію операторів із системою через web-інтерфейс з будь-якого комп'ютера або мобільного пристрою, що має зв'язок з мережею Інтернет. Контролери можна встановлювати в електроощити навчальних аудиторій і керувати ввімкненням/вимкненням навантаженням через контактори [2]. Програмне забезпечення сервера передбачається встановити на апаратний сервер університету.

В результаті аналізу можливих схемних рішень було прийнято рішення виконати автоматизовану енергосистему у вигляді апаратно-програмного комплексу, що складається з трьох частин основних частин (рис. 1):

- контролера керування;
- сервера;
- робочих клієнтів.

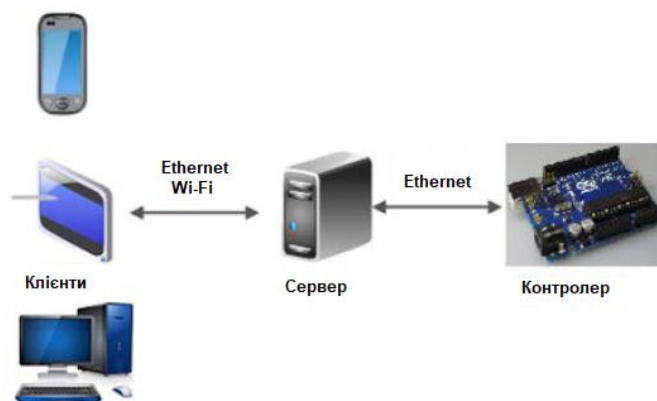


Рисунок 1. Структурна схема апаратно-програмного комплексу

Контролер представляє собою пристрій для отримання інформації з датчиків і передачі її на сервер, а також приймання з сервера розкладу роботи та управління системою електроживлення згідно з розкладом або показами датчиків. Засобом зв'язку з сервером та клієнтом послуговує мережа Інтернет. Підключитись до мережі Інтернет можна за допомогою провідних та бездротових мереж зв'язку. Сервер у нашій системі представляє собою персональний комп'ютер під керуванням операційної системи (ОС) Windows або ОС Linux. На сервері планується встановити сайт управління пристроєм, а також програмне забезпечення для передачі даних на контролер і прийому даних від нього. Клієнтом у нашій системі може бути будь-який пристрій під керуванням будь-якою операційною системою з наявністю браузера на пристрої. Засобом зв'язку з сервером та контролером виступає Ethernet-з'єднання.

Структурна схема розробленого пристрою (контролера) має вигляд, який представлено на рис. 2.

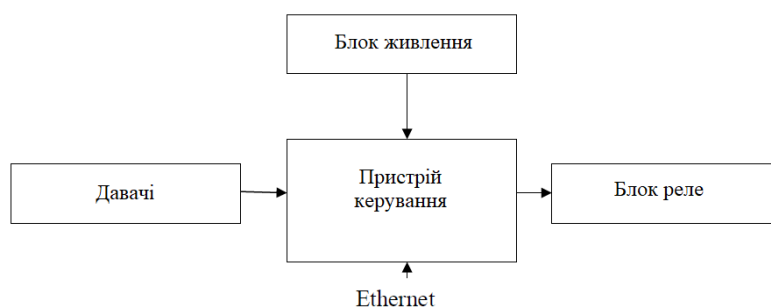


Рисунок 2. Структура схеми контролера

Пристрій управління в даному випадку представляє собою мікропроцесорну систему, що забезпечує велику кількість функцій. Зокрема, до цих функцій відносяться операції зчитування показників датчиків, керування силовими контакторами, забезпечення мережевої взаємодії через мережу Ethernet з різних типів протоколів [3].

Датчики, які використовуються в структурній схемі контролера, представляють собою пристрої зчитування даних, наприклад, освітленості. Блок живлення в цій системі представляє собою пристрій, завдяки якому забезпечується живлення пристроєм управління. Блок реле в структурній схемі контролера використовується у якості пристрою комутації навантаження

Література

1. Автоматизація систем керування енергопостачанням [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/1536-avtomatyzacija-system-upravlinnja.html> (дата звернення: 14.11.23)
2. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А.О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 18.983 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 247 с. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/43054/1/MP та MKS 2 LabPrakt.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/43054/1/MP%20та%20MKS%20LabPrakt.pdf).
3. Оробчук Б.Я., Старик Ю.І. Впровадження технологічної радіомережі обміну даними. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін].– Тернопіль: ТНТУ, 2019. – Т. 3, С. 63-64. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31036/2/MNTKv3_2019v3_Orobchuk B Y-Implementation of technological_63-64.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31036/2/MNTKv3_2019v3_Orobchuk_B_Y-Implementation_of_technological_63-64.pdf)

УДК 620.91

А. В.Головко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВІТРОЕНЕРГЕТИКА В СВІТІ

А. V.Holovko

WIND ENERGY IN THE WORLD

Оскільки викопні ресурси нашої планети рано чи пізно вичерпаються, людство все частіше використовує альтернативні джерела енергії. Одним з таких джерел є вітрогенератори. Вітрогенератори це – генератори які перетворюють кінетичну силу вітру в електричну енергію.

Вони є одним з найпопулярніших джерел відновлювальної енергетики. Їх використовують багато країн світу та Україна. Якщо в Україні вітрогенератори займають малу частину вироблення електроенергії так само як і СЕС, ГЕС тощо. То в інших країнах таких як Данія – 40%, Німеччина та Іспанія – 20 % ця частка набагато більша. Стрімкий ріст вітроенергетики визначається не лише в цих країнах, ай в цілому світі . Так наприклад з 1996 року по 2018 рік, вироблення електроенергії за допомогою ВЕС становило з 6.1 ГВт до 650 ГВт

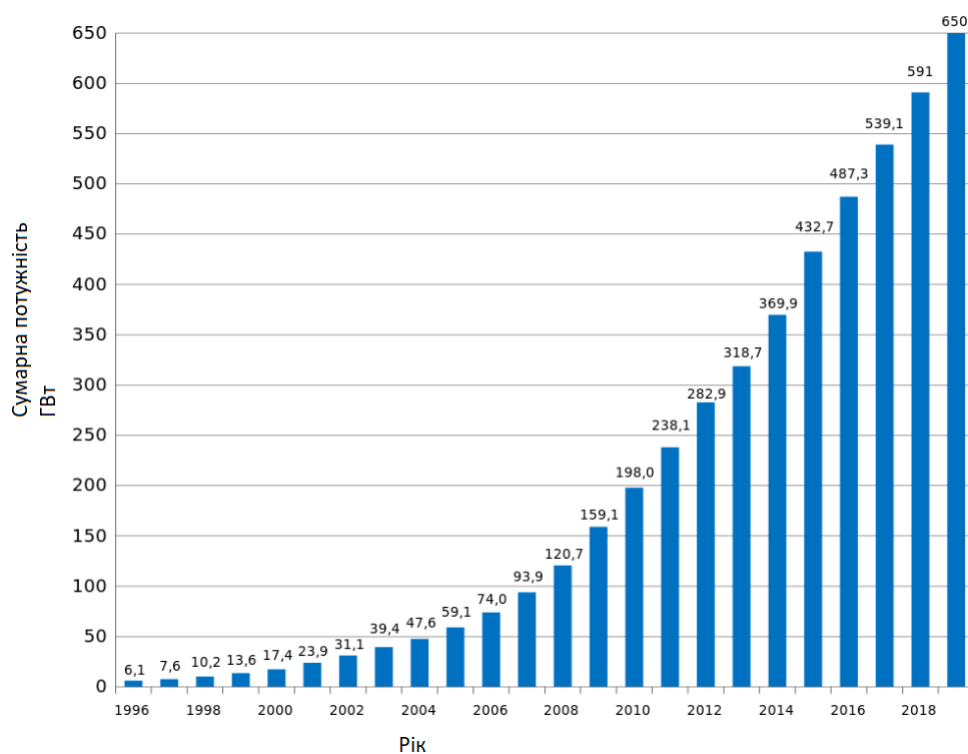


Рисунок 1. Графік виробництва енергії вітрогенераторами

Популярність цьому виду альтернативної енергетики надає ряд переваг до яких відносять:

1) Чиста енергія: Вітрова енергія виробляється з мінімальними викидами та забрудненнями. Кожен гігаватт-год виробленої вітрової енергії може замінити приблизно 0,4-0,6 тонн викидів CO₂.

2) Відновлювана ресурс: Вітряна енергія є відновлюваною ресурсом, оскільки вона виникає в результаті сонячного випромінювання та теплових рухів атмосфери.

3) Енергетична ефективність: Вітрогенератори можуть виробляти значну кількість енергії, особливо у вітряних регіонах. Наприклад порівнянно з тими самими сонячними панелями вітрогенератори не залежать від часу доби та є більш ефективнішими ніж СЕС, та займають меншу площу.

Але в неї є також і недоліки:

1) Несталість вітру: Залежно від погодних умов, ефективність генерації електроенергії може коливатися, і це може призводити до непередбачуваності в постачанні електроенергії.

2) Високі витрати на будівництво та обслуговування: Будівництво та обслуговування вітрогенераторів може вимагати значних витрат.

3) Шум та вплив на фауну: Робота вітрогенераторів може супроводжуватися виробництвом звуку, який може впливати на навколишнє середовище та спричиняти забруднення шумом для мешканців. Крім того, вітрогенератори можуть впливати на місцевих птахів та кажанів.

4) Потреба в значних площах землі: Для розгортання великих вітрогенераторних ферм часто потрібні значні площі землі, що може призводити до конфліктів із застосуванням землі в аграрних і рекреаційних цілях.

Та незважаючи на недоліки від переваг більше “плюсів”. Тому багато країн таких як США, КНР, Німеччина та інші вкладають кошти в розвиток цього виду генераторів. Так на приклад США активно розглядають можливості розвитку офшорних вітряних електростанцій на узбережжі Атлантичного та Тихого океанів. Також багато штатів, зокрема Техас, Каліфорнія та Айова, ведуть ініціативи щодо використання вітроенергії. Техас, наприклад, є лідером у використанні вітрової енергії серед американських штатів. А на початку 2022 року в США було встановлено понад 120 гігаватт вітроенергетичної потужності, що робить її однією з найбільших у світі.

КНР є світовим лідером у виробництві та встановленні вітрогенераторів. Китайські компанії, такі як Goldwind та Envision, грають ключову роль у глобальному ринку вітроенергетики. Також є країни які планують зробити ВЕС основою своєї енергетики.

Отже можна зробити висновок і сказати, що ВЕС є один з найбільших джерел відновлювальної енергетики. Вітроелектростанції стрімко ростуть та розвиваються, під їх будівництво виділяються великі площі та вкладають багато ресурсів. Вони мають багато переваг як перед іншими відновлювальними джерелами так і перед класичними джерелами енергії. Тому в майбутньому вони стануть основою енергетики багатьох країн та зможуть витіснити класичні електростанції.

Література

- 1) <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
2. <https://chat.openai.com/>
3. <https://prel.prom.ua/a390672-scho-krasche-dlya.html>

УДК 621.311.153

О. А. Буняк, к.т.н., доцент, О. М. Сторчеус

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

О. А. Buniak, Ph.D., Assoc. Prof., O. M. Storcheus

ENSURING THE RELIABILITY OF THE ELECTRICITY SUPPLY SYSTEM OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Енергетичні системи повинні забезпечувати надійну передачу електричної енергії від точок генерації до споживачів. Основними компонентами системної мережі для передачі електроенергії є знижувальні трансформаторні підстанції, повітряні лінії, кабелі, збірні шини, вимикачі, тощо. Допоміжні компоненти – це обладнання для обліку електричної енергії та передачі інформації, компенсації реактивної потужності, моніторингу та керування основними компонентами [1].

Як показує аналіз, розподільчі мережі визнаються складовою частиною енергосистеми з найбільшою кількістю відмов, незважаючи на локальний вплив несправності у порівнянні з генерацією, тому оцінка їх надійності є важливим заходом підвищення рівня модернізації електроенергетики з передумови забезпечення якості електропостачання.

Більшість досліджень зосереджені на оцінці надійності системи за допомогою розрахунку потоків навантаження на промисловому підприємстві. На практиці розглядають відмови основних та допоміжних компонентів розподільчої мережі окремо, без оцінки впливу відмов обладнання різних компонентів один на одного [1].

Впровадження системної автоматизації, швидкодіючих елементів релейного захисту, дозволяють уникнути аварійних режимів роботи устаткування, але не забезпечити необхідну надійність [2].

Крім цього, промислові підприємства працюють з різним навантаженням протягом доби. В цьому випадку важливу роль відіграють системи захисту на ланках передачі електричної енергії «головна понижувальна підстанція – цеховий трансформатор – розподільчий пункт» [3].

Виходячи із вищесказаного для забезпечення надійної системи електропостачання необхідно підходити до вибору електричного обладнання комплексно: на базі фактичних електричних навантажень відділень з врахуванням втрат, проводити вибір оптимальних схем розподільної мережі, вибір трансформаторів головної понижувальної підстанції та цехових трансформаторів, вибір та встановлення захисного обладнання, вибір обладнання компенсації реактивної потужності та обліку електричної енергії.

Література

1. Журахівський А.В. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матєєнко, О. Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2017. – 456 с.
2. Бунько В. Я. Аналіз методів та засобів підвищення надійності елементів релейного захисту / В. Я. Бунько. // Вісник НТУ «ХП»: Енергетика, енергосберегаючі технології та обладнання № 3/1(23). – 2015. – С. 26-30.
3. Козирський, В. В. Електропостачання агропромислового комплексу [Текст]: підруч. / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. — К.: Аграрна освіта, – 2011. – 448 с.

УДК 621.311.153

О. А. Буняк, к.т.н., доцент, Н. М. Галичак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ВІТРОУСТАНОВКИ

О. А. Buniak, Ph.D., Assoc. Prof., N. M. Halychak

COMPREHENSIVE POWER SUPPLY SYSTEM BASED ON WIND PLANT

Аналіз використання вітрових систем показав невідповідність вказаних технічних параметрів елементам установок при використанні в реальних умовах, де енергетичний потенціал вітру вимагає прийняття різних схемотехнічних рішень для отримання необхідної ефективності генерування електричної енергії. Для забезпечення безперебійної роботи та надійності електропостачання перспективним варіантом є побудова автономних комбінованих систем, з інтеграцією дизельної системи в систему вітрових установок [1, 2].

Але описані системи на основі використання вітрового потенціалу мають суттєвий недолік – низька прогнозованість генерації та неможливість керування процесами з заданою точністю у відповідності з заданими графіками електроспоживання.

Тому, виникає необхідність проведення оцінки стійкості розроблених вітроенергетичних установок при різних режимах роботи на основі побудови імітаційних моделей з можливістю зміни швидкості вітрового потоку та потужності навантаження.

В кваліфікаційній роботі здійснена побудова математичних моделей середовищі Matlab/Simulink для дослідження роботи в різних режимах комбінованої системи електропостачання на основі вітрової установки.

Основними вхідними змінними імітаційної моделі були: вітровий потенціал та потужність навантаження. Для електротехнічного комплексу з вітро-дизельною установкою до порушення статичної стійкості можуть призвести зміна потужності, яка генерується установкою або споживаної потужності. Для забезпечення можливості дослідження швидкості вітрового потоку при різних режимах, на основі змодельованої механічної характеристики, в імітаційній моделі передбачено зміна швидкості вітрового потоку від 0 до 16 м/с та потужності навантаження від 0 до 7 кВт.

При різних вхідних параметрах встановлено стійкість роботи системи генерації за вихідними параметрами навантаження системи «вітрова установка – дизель-генератор–акумуляторна батарея».

Література

1. Сегеда М.С., Дудурич О.Б. Основні аспекти інтеграції вітрових електричних станцій в енергосистемі. // М. С. Сегеда, О. Б. Вісник/ Львів. політехн. - Львів: Львівська політехніка, 2016. - № 840: Електроенергетичні та електромеханічні системи. - С. 119-125.

2. Кузьо І. В. Обґрунтування розвитку вітроенергетичних установок малої та надмалої потужності / І. В. Кузьо, В. М. Корендій // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка»: Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. – № 679. – Львів: Вид-во Націон. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. – С. 61–68.

УДК 621.311.153

О. А. Буняк, к.т.н., доцент, Р. Б. Голумбйовський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ 10-35 кВ

О. А. Buniak, Ph.D., Assoc. Prof., R. B. Holumbiovskyi

INCREASING THE RELIABILITY OF DISTRIBUTION NETWORKS 10-35 kV

Основне завдання електричних мереж – безперервне постачання електричної енергії, тобто, забезпечення технологічного зв'язку між об'єктами генерації та вузлами споживання. До основних причин обмеження чи порушення електропостачання в більшій мірі відносяться пошкодження повітряних ліній електропередачі розподільних ланок 10-35 кВ та обмеження за пропускну здатністю схем електричних мереж [1].

Розподільні мережі, як правило, побудовані таким чином, що коротке замикання на будь-якій ділянці призводить до відключення всієї секції, до якої одночасно підключена велика кількість споживачів. Особливістю побудови та облаштування повітряних ліній вказаного класу напруги є висока ймовірність короткого замикання [2].

Лінії електропередачі мають радіальну структуру побудови мережі. Обмеження інвестицій для модернізації призвів до скупчення споживачів відносно одного центру електрозабезпечення та великої кількості резервних зв'язків, які виконані з використанням ручних роз'єднувачів. Більше цього, розподільні ланки 10 кВ – ланки глибокого введення, протяжність яких становить більше 40 % від протяжності всіх ліній 0.4-110 кВ. Аналіз показує [2], що до 70 % порушень в роботі повітряних ліній електропередачі припадає на означені ланки, а показники часу відключення споживачів від електричної енергії, в середньому, складає більше 80 годин на рік, що значно перевищує стандарти значень показників надійності.

В цьому випадку, найбільш ефективним способом підвищення надійності електропостачання в повітряних розподільних лініях 10-35 кВ є секціонування лінії комутаційними апаратами (пункти секціонування, реклоузери).

В кваліфікаційні роботи на основі проведеного аналізу технічної переваги використання реклоузерів, алгоритмів його роботи та прикладів встановлення на розподільних ланках 10-35 кВ.

На основі аналізу інтегральних показників надійності представлений алгоритм визначення вибору місць установки реклоузерів в розподільчих мережах, що відповідає оптимальному значенням індексу надійності електропостачання, що призводить до найбільшого скорочення частоти відключення споживачів. Використання отриманого в роботі алгоритму можливо як при проектуванні нових систем електропостачання, так і при реконструкції вже існуючих мереж. Встановлення реклоузерів на основі розробленого алгоритму дозволить суттєво підвищити рівень надійності електропостачання споживачів.

Література

1. Попов В. А., Ткаченко В. В., Ярмолюк О. С. Ефективне керування режимами системи забезпечення споживачів електричною енергією [Електронний ресурс]: Навч. посіб. для студ. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, – 2021. – 163 с.
2. Ткаченко В. В. Оптимальне секціонування повітряних розподільчих мереж 6...10 кВ в умовах нормування показників надійності. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.14.02 "Електричні станції, мережі та системи" / В. В. Ткаченко – Київ, 2014. – 24с.

УДК 621.311.153

О. А. Буняк, к.т.н., доцент, А. Б. Поперечний, О. С. Оболонін
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

О. А. Buniak, Ph.D., Assoc. Prof., A. B. Poperechnyi, O. S. Obolonin
**ENSURING RELIABILITY OPERATION OF HIGH-VOLTAGE VOLTAGE
TRANSFORMERS ON DISTRIBUTION NETWORKS**

Основним завданням енергетичної системи є безперебійне електропостачання споживачів, що залежить від надійності роботи елементів розподільних мереж. Як показують дослідження, найбільш вразливими елементами є первинні перетворювачі напруги (ППН), які використовуються в схемах обліку електричної енергії та релейного захисту. Устаткування підстанцій, їх шини мають ємності, активні провідності на землю, які зумовлені розмірами обладнання та зношеністю ізоляції. Високовольтний трансформатор напруги (ТН) характеризується в першу чергу нелінійною характеристикою намагнічування магнітопроводу та малим активним опором [1].

Однією з причин аварій ППН – наявність в розподільних мережах нелінійних індуктивних елементів, що призводить до виникнення ферорезонансних перенапруг (ФРП), які виникають в розподільних мережах високої напруги внаслідок несприятливого поєднання схем приєднання та відповідних енергетичних процесів. Вказані процеси починаються не очікувано, розвиваються стрімко та супроводжуються високими напругами та струмами. Основні елементи розподільних мереж пошкоджуються внаслідок електричного пробоя ізоляції та через термічну дію [2].

Постійні процеси перемикання обладнання в розподільних мережах, атмосферні явища, підключення/відключення трансформаторів або навантажень, короткі замикання, обслуговування обладнання без зняття напруги, можуть стати умовою переходу від усталеного режиму до ферорезонансного усталеного режиму, що призводить до пошкодження трансформаторів напруги.

Класичні методи боротьби з перенапругами не вирішують проблеми, яка викликана ферорезонансними процесами (ФРП) із за короткочасної дії.

Тому, в кваліфікаційній роботі на основі аналізу пошкоджуваності ТН, які пов'язані з їх магнітними характеристиками, досліджено характер їх зміни в процесі експлуатації. На основі комплексних математичних моделей проведені дослідження виникнення й проходження ФРП в розподільних мережах з ТП та запропоновані способи запобігання й придушення ФРП і пристрої резервного захисту.

Література

1. Журахівський А.В. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2017. – 456 с.
2. Журахівський А. В. Ферорезонансні процеси на частоті мережі та діапазони гасильних резисторів для його зриву / А. В. Журахівський, А. Я. Яцейко, Р. Я. Масляк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Електроенергетичні та електромеханічні системи. – 2015. – № 834. – С. 20–25.

УДК 621.327.

Греля В. В.

(Тернопільський національний технічний університет ім Івана Пулюя, Україна)

ЕЛЕКТРОПРИВІД УСТАНОВОК ЗМІННОГО ОПРОМІНЕННЯ З ОБЕРТАЛЬНИМ РУХОМ ОПРОМІНЮВАЧА

V. V. Hrelia

ELECTRIC DRIVE INSTALLATION OF VARIABLE IRRADIATION WITH ROTARY MOVEMENT OF THE IRRADIATOR

Основна маса робіт по електроприводу та системах керування стосується промислових виробництв [1]. З появою проблеми змінного опромінення посівних ділянок в тепличних господарствах, яка пов'язана з двома стадіями процесу фотосинтезу, постала задача електроприводу рухомих опромінюючих установок. Даний електропривід належить до класу механізмів, у яких статичний момент опору не залежить від швидкості. Основним джерелом моменту опору його є тертя. Особливістю умов експлуатації опромінюючих установок для вирощування рослин закритого ґрунту є мікроклімат теплиці: вологість та температурний стан повітряного середовища. Для забезпечення надійності роботи двигуна в таких умовах необхідно дотримуватись як теплового режиму, так і захисту від потрапляння вологи. Більшість опромінюючих установок побудовані за системою зворотно-поступального руху опромінювача, в електроприводі яких використовуються двигуни змінного струму з короткозамкненим ротором та без додаткових систем керування. Варіант такої опромінюючої установки (ОУ) складається із металевої рами з закріпленими на ній джерелами світла, які рухалися вздовж посівної ділянки. В усіх цих роботах, де використовувалося змінне опромінення в тепличних господарствах було досягнуто зниження енергозатрат без втрати урожайності та якості продукції.

Для побудови установки змінного опромінення з обертальним рухом опромінювача використовували відбивачі прожектора ЖО-01, світильника ГСП-04, тепличного опромінювача ЖСП-ВОТ-02, які володіють ширококутовим розподілом світлового потоку та високим ККД (не менше 0,75). Установки укомплектовувались газорозрядними джерелами випромінювання ДНаТ-400, ДРИ-400-5, ДРИ-1000-2, ДРИ-2000-2М та світлодіодними матричними елементами потужністю 75-100 Вт. Для електроприводу установки використовували два типи двигунів: асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором та крокові двигуни.

В першому випадку для обертального руху опромінювача використовували асинхронний двигун з короткозамкненим ротором типу АИР80А8 ІМ 2081, редукторний пристрій, встановлений на валу двигуна і з'єднаний з опромінювачем, та частотне регулювання швидкості руху двигуна (тиристорний перетворювач частоти ACS580-01-02A7-4+B056). В другому випадку з метою підвищення енергоефективності та надійності роботи ОУ для її електроприводу використано кроковий двигун (КД). Перевага такого двигуна полягає у відсутності щіток та інших деталей з механічним тертям, можливість досягнення дуже низьких швидкостей обертання навантаження, приєднаного безпосередньо до валу двигуна без проміжного редуктора, відсутність спеціальних датчиків положення.

Література.

1. Galiullin, R.R. & Aipov, R.S. Yarullin, R.B.. Efficiency of plant irradiation in protected ground structures. Vestnik of the bashkir state agrarian university., 2019. No. 54. Pp. 100-105.

УДК 621.311.1

І. М. Сисак, к.т.н., доцент, С. В. Корюков

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЕРЕВООБРОБНОГО ЦЕХУ

I. M. Sysak, Ph.D., associate professor, S.V. Koriukov

ENSURING THE RELIABILITY OF THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM OF THE WOODWORKING SHOP

В умовах сьогодення важливою характеристикою в системах електропостачання промислових підприємств є правильне проектування мережі, оптимальне з точки зору мінімізації капітальних затрат при спорудженні, витрат у період експлуатації. При цьому спроектована система повинна забезпечувати високу надійність електропостачання.

Основні завдання, що вирішуються при дослідженні, проектуванні, спорудженні та експлуатації систем електропостачання промислових підприємств, у тому числі – деревообробного цеху, полягають в оптимізації параметрів цих систем шляхом правильного вибору напруги, визначення електричних навантажень та вимог до безперебійності електропостачання; раціонального вибору числа та потужності трансформаторів, конструкцій мереж, засобів компенсації реактивної потужності та регулювання напруги, шляхом правильної побудови схеми електропостачання, що відповідає оптимальному рівню надійності і т. д.

Розглянемо деревообробний цех промислового підприємства, що виготовляє деталі з деревини для основного виробництва. Більшу частину цеху займає столярна ділянка; також є розпилне відділення, чотири камери сушіння лісу, допоміжні та службові приміщення.

Основними споживачами електричної енергії цеху є високочастотна установка для сушіння деревини, лісопилна рама, стружковий транспортер, верстати та ін. У деревообробних цехах застосовується трифазний змінний струм напругою 380 В, частотою 50 Гц. Навантаження симетричне (електродвигуни приводів верстатів, високочастотна установка, нагрівальна плита та ін.).

Електроприймачі цеху можуть бути віднесені до III категорії за надійністю електропостачання як такі, що не підходять під визначення I та II категорій [1, п. 1.2.17]. Для електроприймачів III категорії електропостачання може виконуватися від одного джерела живлення за умови, що перерви електропостачання, необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищують 1 добу [1, п. 1.2.20].

Електропостачання цеху здійснюється від розподільчого пристрою 10 кВ головної понижувальної підстанції (ГПП-110/10), розташованої на відстані 2,15 км.

Для визначення розрахункових навантажень за окремими групами ЕП до 1000 В у цехових мережах, під час вибору потужності трансформаторів ТП використовуємо метод розрахункового коефіцієнта. Освітлювальне навантаження розраховується за питомим навантаженням на одиницю виробничої площі. Для загального освітлення використовуємо світлодіодний тип світильників KOA LINE COB/GL S/EW, що крім низького енергоспоживання забезпечують великий термін служби (130 000 годин) та високий ресурс стійкості.

Вибір числа та потужності цехових трансформаторів здійснюємо з урахуванням необхідного ступеня надійності електропостачання споживачів, компенсації реактивної потужності в мережах напругою до 1000 В, перевантажувальної здатності

трансформаторів в аварійному режимі. З урахуванням наявності електроприймачів тільки III категорії надійності обираємо одноструматорну підстанцію. З урахуванням повної розрахункової потужності усіх приймачів цеху та коефіцієнта завантаження $k_3 = 0,9$ [2] визначаємо номінальну потужність трансформатора. Аналіз розташування електроприймачів у цеху показує, що доцільно вибрати прибудовану до стіни цеху КТП. У зв'язку з вибором прибудованої КТП вибираємо трансформатор ТМГ-250/10, з виконанням протипожежних заходів, зазначених у [1, п. 7.4.29, 7.4.30] для пожежонебезпечних зон. Розраховуємо конденсаторну установку для компенсації реактивної потужності. Вибираємо підстанцію трансформаторну комплектну КТПЦ-250/10/0,4 УЗ, що забезпечує надійну роботу в системах електропостачання промислових підприємств у районах з помірним кліматом для встановлення всередині неопалюваних приміщень.

Виконуємо розрахунок електричних навантажень на стороні 10 кВ ТП, вибір кабельної лінії живлення 10 кВ. За довідковими матеріалами вибираємо кабель ААБл - з алюмінієвими жилами, з паперовою просоченою ізоляцією, в алюмінієвій оболонці, броньований сталевими стрічками. Вибираємо перетин жил кабельної лінії. Вибір виконуємо методом економічної щільності струму з перевіркою за умовою нагрівання тривало допустимим струмом. Обираємо кабель ААБл 3×16-10.

При виборі розподільчої мережі в закритих приміщеннях за сприятливих умов середовища слід віддавати перевагу сучасним і прогресивним способам виконання мереж: магістральним і розподільчим шинпроводам типу ШМА і ШРА і відкритим прокладкам кабелів у лотках і коробах по стінах і конструкціям будівель.

Цехові електричні мережі повинні забезпечувати необхідну надійність живлення електроприймачів залежно від їхньої категорії.

Цехові мережі розподілу електроенергії повинні:

- забезпечувати необхідний ступінь надійності електропостачання приймачів електроенергії в залежності від їх категорії;
- бути зручними та безпечними в експлуатації;
- мати оптимальні техніко-економічні показники (мінімум приведених витрат).

Схеми цехових мереж ділять на магістральні (із ШРА) та радіальні (з силовими пунктами). Обидва варіанти є прийнятними з точки зору надійності і втрат напруги. Тому при порівнянні варіантів основним критерієм економічності є мінімум приведених витрат, тому з двох варіантів вибираємо магістральну схему з розподільчими шинпроводами.

Розрахунок струмів короткого замикання (КЗ) в електроустановках змінної напруги до 1000 В проводимо для вибору та перевірки електрообладнання, комутаційних апаратів.

Такий алгоритм дозволяє при забезпеченні ефективності, економічній доцільності забезпечити надійність електропостачання деревообробного цеху промислових підприємств.

Література

1. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України.– Харків: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
2. Толбатов В.А., Лебединський І.Л., Толбатов А.В. Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах. Навчальний посібник. - Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – 194 с.

УДК 621.311

І. В. Белякова, к.т.н., доцент, І. М. Сисак, к.т.н., доцент, В. А. Котюк
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АТОМНА ЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ

I. Beliakova, Ph.D., Assoc. Prof., I. Sysak, Ph.D., Assoc. Prof., V. Kotiuk
NUCLEAR ENERGY OF UKRAINE

Атомна енергетика України бере початок із 1977 року. В цей рік було введено в експлуатацію перший енергоблок Чорнобильської атомної електростанції. Відповідно до планів розвитку атомної енергетики в колишньому Радянському Союзі на території України мало бути споруджено 9 атомних електростанцій. За період з 1977 по 1989 рік планувалося ввести в експлуатацію 16 енергоблоків загальною потужністю 14800 МВт на 5 атомних станціях: Запорізькій, Рівненській, Хмельницькій, Чорнобильській, Южно-Українській.

Зростаюча потреба в електроенергії сприяла швидкому будівництву атомних енергоблоків: на час техногенної аварії на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС у квітні 1986 році в Україні перебувало в експлуатації 10 енергоблоків, 8 з яких потужністю 1000 МВт. З 1986 року і до 1990 року було введено в експлуатацію ще 6 атомних енергоблоків потужністю 1000 МВт кожний: три на Запорізькій АЕС й по одному на Южно-Українській, Рівненській та Хмельницькій АЕС. Після аварії на Чорнобильській АЕС, у серпні 1990 року Верховна Рада України оголосила мораторій на спорудження і введення в експлуатацію нових атомних енергоблоків, в результаті чого будівництво нових енергоблоків Хмельницької, Запорізької і Рівненської АЕС було призупинене.

Після скасування Верховною Радою України мораторію постали питання, пов'язані з відновленням і реконструкцією недобудованих енергоблоків. Спорудження і введення були необхідні насамперед для компенсації потужностей енергоблоків, що відробили свій ресурс, заміни блоків, що не задовольняють сучасним вимогам безпеки.

У 1993 році були відновлені роботи на 6-му блоці Запорізької АЕС, 4-му блоці Рівненської та 2-му – Хмельницької АЕС.

У жовтні 1995 року відбувся енергетичний пуск 6-го блоку Запорізької АЕС. Запорізька атомна станція із встановленою потужністю 6 млн кВт стала найбільшою в Європі.

Чорнобильська АЕС — перша українська атомна електростанція, експлуатацію якої припинено до закінчення проектного ресурсу. Нині три блоки станції перебувають на етапі зняття з експлуатації, зокрема, 2-й енергоблок – з 1991 року після пожежі у машинному залі, 1-й енергоблок – з 1996 року за рішенням українського Уряду, 3-й блок зупинено наприкінці 2000 року.

Після закриття Чорнобильської АЕС в Україні залишились в експлуатації 4 атомні електростанції: Запорізька, Рівненська, Хмельницька та Южно-Українська, на яких працює 15 ядерних енергетичних установок із загальною встановленою потужністю 13835 МВт.

Протягом тривалого періоду атомна енергетика забезпечує істотну частину загального виробництва електроенергії в Україні (до 60%).

При цьому важливим питанням залишається забезпечення об'єднаної роботи атомних електростанцій із іншими об'єктами об'єднаних енергетичних систем.

Передбачається реалізація схеми «Відокремленої роботи енергоблока №2 ХАЕС» з метою експорту електроенергії в країни ЄС і видачею потужності в

енергосистему Європейського Союзу по ПЛ-750 кВ «ХАЕС-Жешув», «ХАЕС - ПС Західноукраїнська».

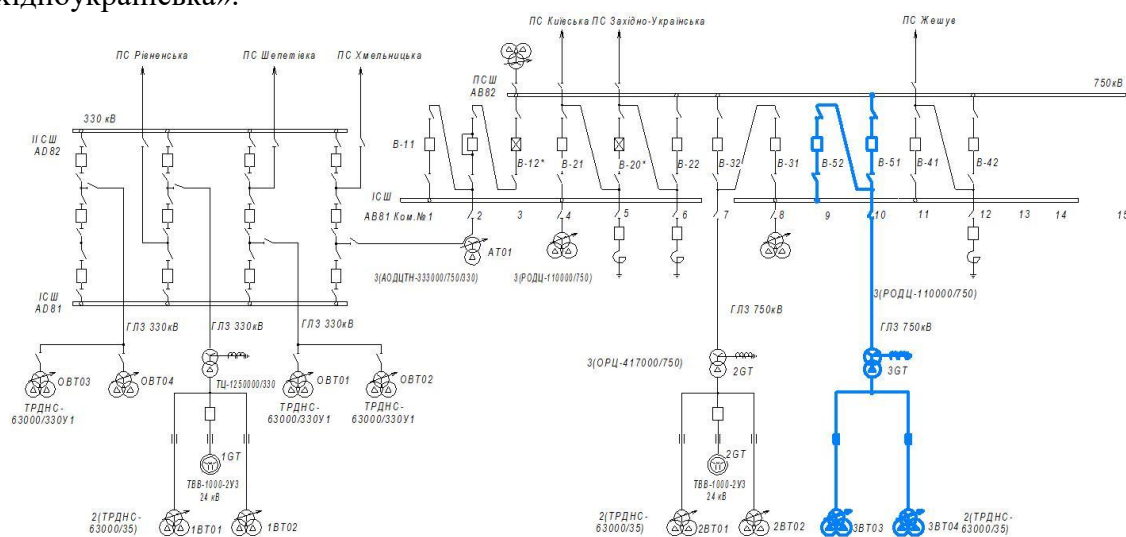


Рисунок 1. Головна схема електричних з'єднань підключення

Передбачається розділення збірних шин ВРП-750 кВ на частини:

- видача потужності в ОЕС України;
- видача потужності в енергосистему ЄС.

Передбачається розділення першої системи шин ВРП-750 кВ шляхом від'єднання шлейфів збірних шин в комірках № 6, 7, 8.

Передбачається виділення другої системи шин ВРП-750 кВ для ПЛ видачі потужності в енергосистему ЄС шляхом виводу з роботи вимикачів АВ03А (В-12), АВ05А (В-20).

Видача потужності ХАЕС з шин ВРП 750 кВ здійснюватиметься:

- у ОЕС України за схемою «блок автотрансформатор-через два послідовно включених вимикача АВ01А (В11), АВ04А (В21);
- у енергосистему ЄС по ПЛ ПС «Західноукраїнська» (Бурштинський енергоострів) за схемою «друга система шин - вимикач-лінія» і по ПЛ «Жешув» за схемою «два вимикачі на одне коло».

Трансформатор 3GT, що складається з трьох однофазних трансформаторів типу ОРЦ- 417000/750 У1, приєднується до відокремлених ділянок першої і другої систем збірних шин ВРП-750 в комірці №10, за схемою «два вимикачі на одне коло» гнучким лінійним зв'язком з частковим використанням проектних лінійних опор.

Оскільки ввід проектної ГЛЗ енергоблока №3 передбачений в комірку №11, для вводу ГЛЗ в комірку №10 знадобиться перенесення проектної опори.

Для відділення від енергосистеми України з боку напруги 6/0,3 кВ в якості резервних трансформаторів власних потреб енергоблока №2 будуть тимчасово, до введення енергоблока №3, використані робочі трансформатори 3ВТ01, 3ВТ02 і підвищуючий трансформатор 3GT.

Трансформатори 3ВТ01, 3ВТ00 будуть підключені до обмоток 24 кВ трансформатора 3GT, комплектними екранованими струмопроводами.

Література

1. Міністерство енергетики України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ. – Режим доступу: www.mev.gov.ua (дата звернення 12.11.2023) – Назва з екрана.
2. ДП НАЕК «Енергоатом» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ. – Режим доступу: www.energoatom.com.ua (дата звернення 12.11.2023) – Назва з екрана.

УДК 621.311

І. М. Сисак, к.т.н., доцент, Л. Т. Мовчан, к.т.н., доцент, І. В. Мартиновський
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ БАТЕРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

I. Sysak, Ph.D., Assoc. Prof., L. Movchan, Ph.D., Assoc. Prof., I. Martynovskyi
REUSE OF ELECTRIC CAR BATTERY

В умовах сьогодення кількість електромобілів дуже стрімко зростає, і на превеликий жаль вони також попадають в ДТП. В Україні дотепер немає жодного заводу, який би мав сертифікат на безпечну переробку та утилізацію батарей. Немає навіть правової бази, яка регулювала би вимоги до такої сертифікації. Якщо новеньку Tesla вартістю від 56 тисяч доларів собі можуть дозволити далеко не всі, то на дешевші електроавто - передовсім вживані - дедалі частіше пересідають навіть таксисти. 2019 року в Україні, за даними Федерації роботодавців автомобільної галузі, зареєстрували 7700 електромобілів. Це на 39 відсотків більше, ніж роком раніше. Стрімкий розвиток попиту на електромобілі підвищує нагальність питання про безпечну утилізацію акумуляторів, які відпрацювали свій ресурс. Тим більше, що левова частка електроавто, які імпортуються в Україну - вживані. [1]

Не дивлячись на те, що батареї виходять з ладу, їх можна ще використовувати. Також, їх можна використовувати в інших приладах, або в сучасних реаліях як резервне джерело живлення будинку. Для цього знадобиться ще придбати інвертор і зарядний пристрій для підзарядки батареї, або інвертор із вбудованим зарядним пристроєм, яким зручніше користуватися, оскільки він самостійно підтримує заряд батареї.

Потрібно зазначити, що чим більша ємність батареї, яку Ви збирете, тим на довший час вам буде вистачати резервного джерела, але не потрібно забувати, що і заряджатися він буде довше.

Основним споживачем електричної енергії може стати і весь будинок, але без потужних споживачів, або купувати потужний інвертор 5-6 кВ, тоді весь будинок може бути на резервному джерелі.

Велике споживання призводить до зниження ефективності та, відповідно, надійності роботи інвертора.

Тому, при використанні акумуляторів з електрокарів ми можемо здешевити установку і зберегти навколишнє середовище. Здешевити установку ми можемо за допомогою повторного використання цих батарей, тому що вони не видають свої пікові значення і не можуть більше використовуватись в електрокарах, а подібні за властивостями акумулятори досить недешеві. Зберегти навколишнє середовищем можемо, тому що батареї не викинуть на сміття, а використають повторно. Такий підхід дозволяє як зберегти забезпечення енергії будинку в разі відключення електропостачання так і допомагає повторно використовувати батареї в інших цілях.

Література

1. <https://www.dw.com/uk/tesla-i-ko-toksychno-smittyia-dlya-ukrayiny/a-52690416>

УДК 621.311

І. М. Сисак, к.т.н., доцент, О. Й. Іваніга, С. В. Любка, Ю. І. Джуган
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕНЬ

I. Sysak, Ph.D., Assoc. Prof., O. Ivaniha, S. Liubka, Y. Dzhuhan
CALCULATION OF ELECTRICAL LOADS

В останні роки суспільство почало широко застосовувати електроенергію як у промисловості так і у домашньому господарстві. Неможливо уявити собі життя сучасної людини без використання електроенергії.

Електроенергія, що виробляється електростанціями транспортується, розподіляється та споживається промисловими підприємствами, транспортом, сільським господарством, комунально-побутовим сектором. Потрібно також відмітити, що частина електричної енергії втрачається в мережах електроенергетичних підприємств. Основна частина споживання електричної енергії припадає на промислові підприємства, решта – припадає на інші сектори.

Основними електричними приймачами промислових підприємств є електричні двигуни, електроприводи, зварювальні установки, електропечі, перетворювальні установки.

При проектуванні будь-якого об'єкту виникає завдання визначення розрахункових навантажень, значення яких необхідне для вибору потужності трансформаторів, перерізів струмопровідних жил, компенсуючих пристроїв, апаратів захисту та комутації. Тільки на основі правильно визначених розрахункових навантажень можна раціонально вибрати схему електропостачання та всі її елементи.

Завищений розрахунок електричних навантажень призводить до збільшення встановленої потужності трансформаторів, збільшення обсягу провідникового матеріалу.

На практиці використовують наступні методи визначення розрахункових навантажень [1]:

1. Методи визначення розрахункових навантажень безпосередньо з графіка навантажень;
2. Методи визначення розрахункових навантажень за встановленою потужністю і коефіцієнтом, меншим від одиниці;
3. Методи питомих показників;
4. Методи визначення розрахункових навантажень за середнім навантаженням та коефіцієнтами, що переважно більші від одиниці, або додаванням до середньої потужності деякої величини, яка характеризує з певною ймовірністю відхилення розрахункового навантаження від середнього.

Відомі наступні методи визначення розрахункових навантажень [1]: метод технологічного графіка, метод коефіцієнту попиту, метод питомих витрат електроенергії, метод питомих навантажень, метод упорядкованих діаграм, статистичний метод, модифікований статистичний метод.

Література

1. 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

УДК 621.311

І. В. Белякова, к.т.н., доцент, І. М. Сисак, к.т.н., доцент, О. Т. Поважний
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ВІТРОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ

I. Beliakova, Ph.D., Assoc. Prof., I. Sysak, Ph.D., Assoc. Prof., O. Povazhnyi
ENSURING THE WORK OF THE WIND POWER PLANT
IN THE ELECTRICAL NETWORK

Об'єктом дослідження динамічної стійкості є розрахунок реакції системи на конкретний набір аварій, зазвичай однофазних, двофазних та трифазних КЗ, які можна усунути шляхом вимкнення ліній передачі. Виконується перевірка реакції генераторів для того, щоб переконатися, що все обладнання функціонує синхронно, згасання коливань в енергосистемі залишаються на допустимому рівні і відновлення напруги після аварії відбувається належним чином. Ці розрахунки є важливою частиною процесу планування та розробки конструкції внутрішніх зв'язків вітрової станції.

Моделювання динаміки на вітрової станції повинно враховувати всі відповідні впливи в часових рамках, що становлять інтерес, зазвичай кілька секунд після виникнення аварії, що є об'єктом аналізу перехідних режимів. Також необхідно точно відтворити реакцію системи з огляду на частоту зафіксованих коливань. Зазвичай, коливання в енергосистемі виникають в діапазоні від 0,2 до 2 Гц. Також дуже важливим є моделювання здатності (або нездатності) вітрової станції контролювати напругу в цих часових рамках.

Під час розрахунків динамічної стійкості вузлів, до яких підключено ВЕС, треба враховувати їх відключення станційними засобами ПК у разі значних відхилень напруги та/або частоти в мережі енергосистеми з уставками спрацьовування.

Системи керування та захисту ВЕС визначають момент і місце виникнення аварії у межах електростанції або в мережі енергосистеми і виконують відповідні дії, направлені на захист ВЕС від аварійних збурень у мережі енергосистеми, а мережу енергосистеми захищають від аварійних збурень усередині ВЕС:

– у разі внутрішніх пошкоджень (усередині) ВЕС або ВЕУ (вітрової установки) виконується зупинка пошкоджених ВЕУ та стопоріння вітроколiс до закінчення ремонту пошкоджень;

– у разі зовнішніх, відносно ВЕС, аварійних збурень у мережі енергосистеми відключають головний вимикач ВЕС і здійснюють підготовку ВЕС до синхронізації з мережею після ліквідації аварійного збурення;

– у разі зовнішніх або внутрішніх аварійних збурень ВЕС відключають від мережі.

На рисунку 1 показана математична модель вітрогенератора з повним перетворювачем.

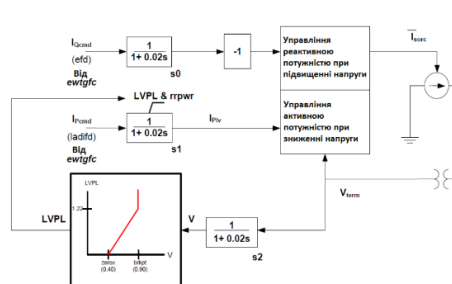


Рисунок 1. Математична модель вітрогенератора з повним перетворювачем

УДК 621.311

І. М. Сисак, к.т.н., доцент, Л. Т. Мовчан, к.т.н., доцент, С. Д. Корчинський
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ №2

I. Sysak, Ph.D., Assoc. Prof., L. Movchan, Ph.D., Assoc. Prof., S. Korchynskyi
**DEVELOPMENT OF MEASURES TO ENSURE ENERGY EFFICIENCY OF
TERNOPIL PRIMARY SCHOOL №2**

Основним завданням енергоефективності є використання меншої кількості енергії для досягнення того ж результату або це кількісне співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та витраченою енергією на вході [1].

Енергоефективність – це не просто використання ресурсозберігаючих технологій, встановлення, наприклад, енергоефективних вікон, утеплення стін. Це – комплексний підхід від етапу проектування до введення в дію та експлуатацію об'єкта.

У 2022 році споживання електроенергії ділянкою надання послуг (комерційними і бюджетними будівлями та організаціями) становило близько 10,2 % від загального енергоспоживання в Україні. Даний сектор не є найбільшим споживачем енергії, але враховуючи інші дослідження, українські громади витрачають близько 7% бюджетних коштів на оплату енергоресурсів. Саме запровадження енергоефективних заходів у дошкільних та шкільних навчальних закладах, амбулаторіях та лікарнях, адміністративних та господарських будівлях може допомогти зекономити державні кошти. Крім цього впровадження енергоефективних заходів у комунальних закладах можуть бути позитивним прикладом для наших громадян.

Об'єктом дослідження є Тернопільська початкова школа №2.

Споживачами електроенергії являється технологічне та сантехнічне електрообладнання, а також мережі електроосвітлення.

У приміщеннях навчального закладу необхідно такі види освітлення [2]:

- робоче – у всіх приміщеннях;
- аварійне – в електрощитовій та місці встановлення ІТП (номінальна освітленість на підлозі – не менше 2 лк);
- чергове – коридорах, актових залах та спальнях;
- евакуаційне – у коридорах, сходових клітках, у актовому залі, роздягальнях.

Робоче та чергове електроосвітлення початкової школи виконано світильниками з люмінесцентними лампами потужністю 18Вт та 36Вт та є одним з основних споживачів електроенергії. Сучасні рішення у вигляді світлодіодних ламп пропонують лампи з аналогічною температурою світла і параметрами світлового потоку, але з втричі меншим енергоспоживанням. В підвалі встановлено світильники з лампи розжарювання, які можна замінити на світлодіодні. Евакуаційне та аварійне освітлення на даний момент відсутнє, тому запропоновано встановлення світильників евакуаційного та аварійного освітлення із вбудованою акумуляторною батареєю.

Для зовнішнього освітлення території будуть використовуватись поворотні консульні світильники. Для економії електроенергії передбачено встановлення під кожним світильником датчика руху.

Існуюче кухонне обладнання їдальні - застаріле та споживає велику кількість електричної енергії. Пропонується замінити його на більш сучасніше та енергоефективніше.

В зимовий період в деяких приміщеннях будівлі не дотримується нормативний температурний режим, що змушує людей використовувати додаткові електроопалювальні прилади (електронагрівачі), що збільшує витрату електроенергії та навантаження на мережу.

Внаслідок термомодернізації огорожувальних конструкцій та заміни старих дверей та вікон на енергоефективні можна буде відмовитися від застосування обігрівальних приладів, що дозволить знизити рівень споживання електроенергії.

Для захисту будівлі початкової школи від прямих ударів блискавки передбачено улаштування зовнішньої системи блискавкозахисту, яка складається з системи блискавкоприймачів, системи доземних провідників та системи земляного закінчення [3].

Після впровадження запропонованих заходів, загальний потенціал економії електроенергії буде складати близько 62%.

Література

1. Закон України «Про енергетичну ефективність» // Відомості Верховної Ради. — 2022. — №2. — С.8.
2. ДБН В.2.2 -4:2018 «Заклади дошкільної освіти» – 2018. – с.21
3. ДСТУ EN 62305-3:2021 «БЛИСКАВКОЗАХИСТ Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя» - 2021.- с.6-10,

УДК 338.45

О. О. Вакуленко; Р. І. Іващук; Е. Ю. Карплюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

О. О. Vakulenko; R. I. Ivashchuk; E. Yu. Karplyuk

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE BAKERY ENTERPRISE

Підвищення рентабельності хлібопекарських підприємств методом зниження витрат на виробництво хліба в багатьох випадках є проблематичним, т. я. коливання цін на хліб та хлібобулочні вироби точно повторюють зміну цін на борошно і зернові культури. Так, у собівартості хлібів з борошна першого гатунку та з суміші пшеничного й житнього борошна 60% становлять витрати на його придбання, паливо - 6%, заробітна плата - 4%, електроенергія - 2%, інші витрати в сукупності - 28% [1].

Найбільшу питому вагу у вітчизняному хлібопеченні займають пшеничний (близько 50%) та житній (близько 30%) хліби. Булочні вироби формують близько 15% ринку хлібопродуктів, решту 5% в асортиментному ряді складають здобні хлібобулочні та бубличні вироби, грінки, сухарі, пиріжки, пончики, пряники, печиво тощо.

У той же час, маркетингові дослідження показують, що на тлі загального скорочення обсягів виробництва однокомпонентних пшеничного та житнього хлібів, збільшується виробництво хліба з пшенично-житньої суміші, лікувально-дієтичних хлібобулочних виробів, вартість яких може бути значно вищою, ніж масово споживані сорти хліба [1].

Хлібопекарське виробництво відноситься до групи крупних споживачів паливно-енергетичних ресурсів із значним потенціалом теплової енергії, що знаходиться у готовій та проміжній продукції, відходах тощо. Теплову енергію, що підлягає переробці у ході виробництва хлібобулочних виробів, поділяють на чотири групи: тепло відхідних газів та рідин (димових газів, тепло води та технологічних рідин і готових продуктів); тепло відпрацьованої пари парогенераторних установок та вторинна пара теплових технологічних установок (випарні установки, ректифікаційні апарати, сушарки, пара випаровування); тепло горючих відходів; тепло, що знаходиться в кінцевих продуктах та відходах виробництва (тепло готового хліба, гаряче повітря з вентиляції гарячих цехів тощо). Ця теплова енергія може бути використана в якості вторинних теплових енергоресурсів на таких трьох рівнях: внутрішні (всередині цеху, всередині технології), зовнішні (опалення, теплопостачання), комбіновані. Вітчизняний та зарубіжний досвід свідчить про те, що вартість зекономленої енергії при реконструкції теплових установок в 3–5 разів менша, ніж енергії, що отримана при будівництві нових установок аналогічної продуктивності [2].

При виробництві хлібобулочних виробів ефективними є такі заходи: рециркуляція вихідних газів хлібопекарних печей економить до 15% палива; парогенератори на вихідних газах та теплоутилізатори - до 20% палива та ін.

Література

1. Корнійчук А. А. Аналіз стану та перспектив розвитку підприємств хлібопекарської галузі Житомирської області // Соціально-економічні проблеми і держава. - 2013. - Вип. 2 (9). - С. 67–74.
2. Майстренко Н. Ю. Резерви використання вторинних теплових енергетичних ресурсів у харчовій промисловості України // Проблеми загальної енергетики. - 2013. - Вип. 2 (33). - С. 43–48.

УДК 334.716

Н. А. Куземко, к. т. н.; О. О. Вакуленко; Р. М. Сігетій
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СУЧАСНЕ ЕКСТРУЗІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

N. A. Kuzemko, Ph. D.; O. O. Vakulenko; R. M. Sihetii
**MODERN EXTRUSION EQUIPMENT OF CABLE AND WIRE
PRODUCTION ENTERPRISES**

Українська промисловість кабельно-провідникової продукції знаходиться на етапі структурних змін. Існує чітка тенденція до укрупнення та модернізації виробничого обладнання, з одного боку, і виходу дрібних виробників з ринку, з іншого. Таким чином, актуальним питанням є підвищення ефективності виробництв даної продукції на основі впровадження в технологічні процеси сучасного екструзійного обладнання [1].

Екструдери виробляють машинобудівні фірми в усьому світі, але є одна країна, де відбулася аномально висока концентрація таких підприємств - Австрія. Тут зосереджено стільки фірм, що виробляють екструзійне обладнання, що іноді цю країну називають «екструзійною долиною».

«Theysohn Maschmenbau GmbH» - потужна австрійська фірма, що виробляє різноманітне екструзійне обладнання: комплектні профільні та трубні екструзійні лінії, екструдери-гранулятори та ін.

Турбулентну систему охолодження екструдованих кабелів у спеціальних водяних ваннах виробляє інша австрійська екструзійна фірма - «Technoplast GmbH», мабуть, одна з найбільш гнучких фірм по роботі зі споживачами (компетентний маркетинг, техобслуговування, конференції, пропаганда та ін.). Компанія виробляє все, що потрібно для екструзії.

Нові екструзійні лінії фірми «Krauss-Maffei» (Німеччина) на основі модернізованих двошнекових паралельних екструдерів мають продуктивність більшу на 40% у порівнянні з попередніми моделями. При діаметрах шнеків 75, 90, 114, 130 і 160 мм в цих екструдерах оптимальним чином відбувається гомогенізація полімеру, теплообмін, а також зменшена швидкість зсуву розплаву, що найкращим чином позначається на якості ізоляції кабелів. Всі коробки передач забезпечені подвійними зубчастими трансмісіями з зубчастими шестернями, що плавають, які пом'якшують різкі перепади поздовжнього навантаження на вали, що не дозволяє різко змінюватися режиму переробки гранульованого полімеру в екструдері.

Новий тип лазерного сканера для контролю якості кабельних профілів, що екструдуються, пропонує фірма «Scantron» (Англія). Ця система дозволяє майже вдвічі збільшити продуктивність екструзійних ліній без погіршення якості виробів. Відповідно до необхідного завдання або виявлених дефектів регулюються головні операційні характеристики лінії (швидкість обертання робочих шнеків, швидкість витягування кабельних профілів, температурне регулювання процесу) за допомогою вбудованого мікропроцесора.

Література

1. Нападковська І.В. Проблемні аспекти інформаційного забезпечення оцінювання підприємств кабельної промисловості України // Вісник Житомир. держ. техн. ун-ту. Економічні науки. – 2010. - №3 (53). – С. 68–72.

УДК 621.311

Н. А. Куземко, к. т. н.; О. О. Вакуленко; І. Т. Гарматій

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ

N. A. Kuzemko, Ph. D.; O. O. Vakulenko; I. T. Harmatii

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON ELECTRICITY QUALITY AND EFFECTIVE DIAGNOSTIC METHODS

Проблема забезпечення якості електроенергії в електромережах промислових підприємств залишається однією з найважливіших актуальних тем і визначає ефективність та надійність систем електропостачання споживачів. Електромагнітна несумісність у системах електропостачання є наслідком впливів технологічних чинників процесів виробництва при розподілі й споживанні електроенергії.

До прикладу, трифазний трансформатор з тристрижневим магнітопроводом є не тільки нелінійним, але й несиметричним елементом: коефіцієнти гармонік 3-го, 5-го та 7-го порядків можуть досягти 30 %. Дугові печі, зварювальні агрегати, люмінесцентні лампи створюють нестабільні у часі гармоніки різних порядків [1].

Для проведення своєчасного контролю за показниками якості електроенергії та приведення їх до вимог держстандарту ДСТУ 3466–96 створюють системи моніторингу якості електричної енергії в режимі реального часу. Найбільш інформативним для аналізу нестационарних сигналів є т. з. вейвлет-перетворення, що розкладає первинний сигнал напруги у часі на окремі частотні діапазони [2].

Аналогічно до перетворення Фур'є пряме вейвлет-перетворення визначається як сума по всій тривалості сигналу, помноженого на масштабовані, зсунуті версії вейвлет-

функції: $WT(\tau, a) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int x(t) \cdot \Psi\left(\frac{t-\tau}{a}\right) dt$, де τ – коефіцієнт масштабу або параметр

розширення; a – параметр зсуву або крок зсуву; $\Psi(t)$ – функція перетворення - базисна функція (функції Морле, Хаара, Добеші). Після вибору базисної функції здійснюється аналіз сигналу електромережі, починаючи з більш високих частот у бік низьких.

Проведеними дослідженнями було визначено [2], що при появі в електричній мережі коливальних напруги, найбільші значення мають вейвлет-коефіцієнти третього рівня розкладу. При усталеному відхиленні напруги від нормованого значення, максимальні значення вейвлет-коефіцієнтів спостерігаються також на третьому рівні декомпозиції. Погіршення синусоїдності напруги в електромережі проявляється на четвертому рівні декомпозиції сигналу напруги. Поява в електромережі провалу напруги або перенапруги призводить до збільшення значення вейвлет-коефіцієнтів на сьомому та восьмому рівнях розкладу. Якщо в електромережі присутні імпульси напруги, то найбільші значення вейвлет-коефіцієнтів спостерігаються на п'ятому рівні декомпозиції сигналу напруги.

Література

1. Войцицький А.П. Аналіз причин погіршення якості показників електроенергії, які характеризують форму напруги / А.П. Войцицький, Ю.А. Колос // Вісник Житомир. нац. агроеколог. ун-ту. Механізація. – 2016. - №1 (53), т. 1. – С. 264–269.
2. Волошко А.В. Щодо моніторингу якості електричної енергії / А.В. Волошко, А.Л. Харчук // Вісник Кременчук. нац. ун-ту. Енерго– та ресурсозберігаючі технології. – 2014. – Вип. 2 (85). – С. 47–52.

УДК 621.315

А. М. Губіцький, М. С. Наконечний к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ З ІЗОЛЯЦІЄЮ ІЗ ЗШИТОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ

A. Hubitsky M. Nakonechy Ph.D,

METHODS OF DIAGNOSING THE CONDITION OF CABLE LINES WITH CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATION

Кабельні вироби використовуються для передачі електричної енергії на необхідну відстань, ти самим беруть участь в експлуатації електричних схем та мереж. Для роботи будь-якого технічного пристрою, так чи інакше, необхідне живлення, отже, жодне з них не може повноцінно працювати без використання кабелів та проводів, які у свою чергу утворюють структурні системи електропостачання та контролю роботи даних пристроїв.

Застосування високої частоти, експлуатація при високих напругах, підвищення потужності і збільшення струмового навантаження, перепадів температур, призводять до підвищення вимог, до кабельних виробів. Надійність сучасних систем аутентифікації для генерації та розподілення електроенергії значною мірою визначається електричною надійністю електрообладнання. Аварійні пошкодження, які часто призводять до пошкодження обладнання, в результаті відбувається збій електропостачання, що призводить до великих фінансових втрат у системі електропостачання та у споживачів. Для підтримки необхідного рівня надійності обладнання під час експлуатації застосовується система планового технічного обслуговування та ремонту. Перехід на технічне обслуговування обладнання неможливий без застосування надійних методів контролю та оцінки його поточного стану.

Одним із напрямків досліджень у цій галузі є контроль стану ізоляції кабельних ліній, який забезпечується низкою заходів, серед яких можуть бути:

- Випробування ізоляції до введення в експлуатацію та в її процесі методами, передбаченими існуючими стандартами; випробування, з використанням підвищеної напруги, що є руйнівною для ізоляції (випробування підвищеною напругою, вимірювання часткових розрядів, згідно з);
- Неруйнівні методи моніторингу стану ізоляції, що дозволяють контролювати її стан у режимі он-лайн протягом усього терміну експлуатації.

Використання засобів моніторингу стану ізоляції є найбільш перспективним через можливість прогнозування пробоїв ізоляції. В даний час для забезпечення надійної та безаварійної роботи високовольтних кабельних ліній найбільш популярним є метод безперервного вимірювання температури ізоляції кабельних ліній. Система з використанням такого методу здійснює вимірювання температури ізоляції кабельної лінії в областях з точністю до метра. Ця інформація дозволяє експлуатаційному персоналу вести контроль за роботою кабельної лінії по всій її довжині, вимірювати температуру для виявлення пошкоджених ділянок в області підвищених температур. Найбільш поширеним нині технічним рішенням щодо моніторингу стану кабельних ліній є використання волоконно-оптичної технології, коли на етапі виробництва силового кабелю в його конструкцію вбудовується як датчик температури волоконно-оптичний модуль. Система температурного моніторингу призначена для контролю технологічних режимів роботи кабельної лінії, оскільки точне знання поточної температури кабелю дозволяє швидко змінити навантаження лінії, якщо система моніторингу показує, що вона перевантажена.

УДК 621.314

А. Лупенко, докт. техн. наук, Д. Чаплій

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗНИЖУВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ ІЗ МАГНІТНО-ЗВ'ЯЗАНИМИ ІНДУКТИВНОСТЯМИ

А. Lupenko, D.E.Sc., D. Chapliy

BUCK CONVERTER WITH MAGNETIC-COUPLED INDUCTORS

Застосування знижувального перетворювача напруги (ЗПН) як коректора коефіцієнта потужності (ККП) при живленні низьковольтних навантажень має переваги над підвищувальним перетворювачем напруги, а саме, менші комутаційні втрати, використання транзисторів із малими робочими напругами, які мають менший опір у замкненому стані, відсутність додаткового вузла зниження напруги, що підвищує загальний ККД. Відомо, що коефіцієнт гармонік ККП із ЗПН є тим меншим, а КП є тим ближчий до одиниці, чим нижчою є його вихідна напруга в порівнянні з амплітудою вхідної напруги. Форма струму мережі є тим ближчою до синусоїдної, чим ближчим до π є кут провідності θ ЗПН, який залежить від відношення вихідної напруги ЗПН V_0 до амплітуди напруги мережі V_m :

$$\theta = 2 \arccos \frac{V_0}{V_m}. \quad (1)$$

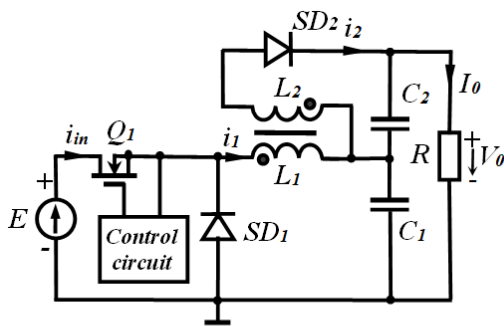


Рисунок 1. Схема МЗПН

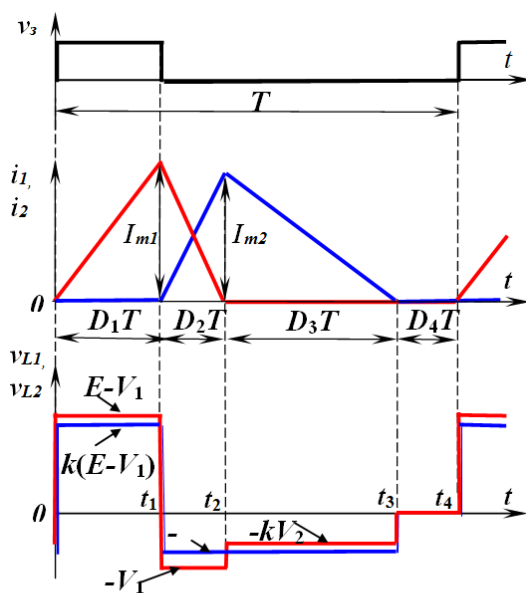


Рисунок 2. Часові діаграми

Аналіз гармонічного складу струму мережі в ККП із ЗПН, показує, що мінімальне значення кута θ , при якому ще дотримуються вимоги стандартів, становить близько 130° , коефіцієнт гармонік (Кг) – біля 29%, а коефіцієнт потужності (КП) дорівнює 0.96, а максимальна вихідна напруга ККП становить біля 42% від амплітуди напруги мережі.

Для зменшення рівня гармонік гармонік та підвищення КП пропонується ЗПН із магнітно-зв'язаними індуктивностями (МЗПН), у якому з напругою мережі взаємодіє не вся вихідна напруга V_0 , як у ЗПН, а лише її частина. Тому кут провідності θ у МЗПН відповідно до (1) є більшим, ніж в ЗПН з тією ж напругою V_0 . Відмінність МЗПН від ЗПН полягає в тому, що в ньому замість одного накопичувального дроселя використано дві однакові магнітно-зв'язані індуктивності, кожна з яких передає енергію в окремий конденсатор, які з'єднані послідовно, причому одна з індуктивностей підключена до конденсатора через додатковий діод. Схема МЗПН зображена на рис.1. Із мережею через транзистор VT та індуктивність L_1 взаємодіє не вся напруга навантаження V_0 , а лише її частина, якою є напруга V_1 конденсатора C_1 .

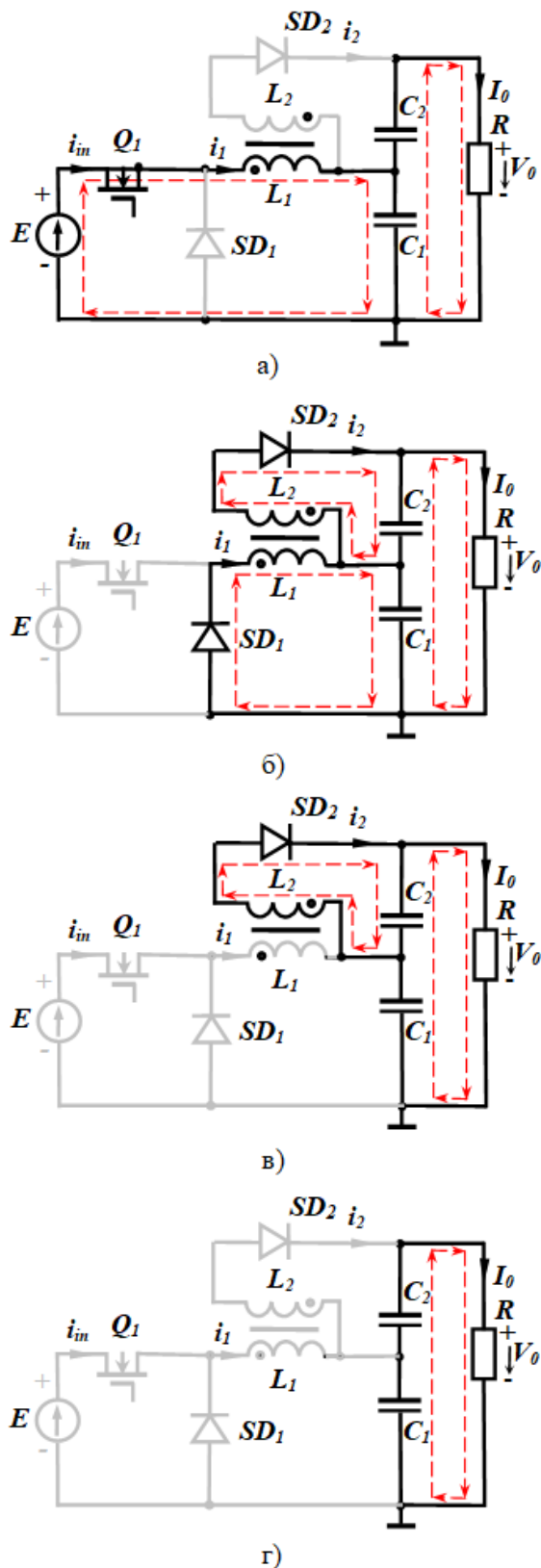


Рисунок 3. Топологічні стани МЗПН на часових інтервалах впродовж одного періоду комутації

МЗПН працює у режимі *переривчастих струмів*. На рис. 2 зображено часові діаграми керуючого сигналу v_3 на затворі транзистора VT , струмів i_1 , i_2 індуктивностей L_1 , L_2 та їх напруг v_{L1} , v_{L2} . Кожен період комутації T складається з чотирьох часових інтервалів тривалістю відповідно D_1T , D_2T , D_3T , D_4T , де D_1 , D_2 , D_3 , D_4 - коефіцієнти, які визначають тривалості відповідних інтервалів, причому D_1 - це коефіцієнт заповнення, який є керуючим сигналом МЗПН.

На першому інтервалі $(0-t_1)$ (рисунок 3,а) ключ VT перебуває у замкненому стані, а діоди VD_1 , VD_2 - у розімкненому стані. До індуктивності L_1 прикладена різниця вхідної напруги E і напруги V_1 . Тому струм i_1 індуктивності L_1 зростає майже лінійно від нуля, підзаряджаючи конденсатор C_1 та підтримуючи струм навантаження I_0 . Струм i_2 індуктивності L_2 дорівнює нулю.

На другому інтервалі (t_1-t_2) (рисунок 3,б) ключ VT перебуває у розімкненому стані, а діоди VD_1 та VD_2 у замкнених станах. Індуктивність L_1 передає енергію, накопичену на першому інтервалі, в конденсатор C_1 та через індуктивність L_2 - в конденсатор C_2 та навантаження R . Струм i_1 зменшується від максимального значення I_{m1} до нуля, протікаючи через діод VD_1 та конденсатор C_1 . Струм i_2 зростає від нуля до свого максимуму I_{m2} , протікаючи через діод VD_2 та конденсатор C_2 . Обидва струми підзаряджають відповідно конденсатори C_1 і C_2 та підтримують струм навантаження I_0 . Напруги на індуктивностях L_1 та L_2 відповідно дорівнюють $v_{L1}=-V_1$ та $v_{L2}=-V_2$. Другий інтервал завершується в момент часу, коли струм i_1 досягає нуля.

На третьому інтервалі (t_2-t_3) (рисунок 3,в) ключ VT та діод VD_1 перебувають у розімкнених станах, а діод VD_2 - у замкненому стані. Індуктивність L_2 передає енергію, накопичену на другому інтервалі, в конденсатор C_2 та навантаження. Напруги на індуктивностях L_1 та L_2 відповідно дорівнюють $v_{L1}=-kV_2$ та

$v_{L2} = -V_2$. Струм i_2 , досягає нуля в кінці третього інтервалу.

На четвертому інтервалі (t_3 - t_4) (рисунок 3,г) ключ VT та обидва діоди перебувають у розімкнених станах. Струми та напруги обох індуктивностей дорівнюють нулю. Конденсатори C_1 і C_2 підтримують струм навантаження I_0 .

Результати порівняльного моделювання МЗПН та ЗПН при напрузі мережі 220 В показують: 1) Максимальна вихідна напруга МЗПН, при якій ще задовільняються вимоги стандартів становить 238 В, $K_\Gamma=27\%$, $KП=0.97$, що суттєво краще, ніж для ЗПН, для якого $K_\Gamma=71\%$, $KП=0.81$; 2) при $V_0=130$ В $K_\Gamma=15\%$, а $KП=0.99$ для МЗПН на відміну від $K_\Gamma=29\%$, $KП=0.96$ для ЗПН. Також пікове значення струму мережі МЗПН є меншим, ніж у ЗПН. Аналіз показує, що максимальна вихідна напруга МЗПН теоретично може досягати 84% від амплітуди напруги мережі, що є удвічі більше, ніж у ЗПН.

Отже, ККП на базі МЗПН має суттєво вищу вихідну напругу при дотриманні вимог чинних стандартів, у порівнянні з ККП із базовим ЗПН, або ж забезпечує менший коефіцієнт гармонік при однакових вихідних напругах ККП.

УДК 536.24

В. С. Закордонець, к.ф.-м.н., доц. , О. Я. Копча

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ПОТУЖНИХ СВІТЛОДІОДНИХ МАТРИЦЬ ТЕПЛОВИМИ ТРУБКАМИ

V. Zakordonets, Ph. D.; Assoc. Prof., O. Kopcha

STABILIZATION OF THE THERMAL MODE OF POWERFUL LED MATRICES BY HEAT PIPES

Сучасні потужні напівпровідникові освітлювальні прилади (НОП) потребують стабілізації теплового режиму, оскільки понад 70% споживаної електроенергії перетворюється в тепло. Для того, щоб НОП мав високу світловіддачу, необхідно забезпечити коректний тепловий режим його світлодіодних матриць. Як відомо, при підвищенні температури активної зони матриці на 10°C світловий потік зменшується приблизно на 2.5%. Якщо виробник вказує, що світловий потік СДМ СХА 1520 при температурі активної зони 25°C складає, наприклад, 1000 лм то при поганому тепловідводі його температура може збільшитися до 125°C. При цьому світловий потік зменшиться на 25%. Висока температура експлуатації погіршує відразу кілька важливих параметрів - світловий потік, довговічність, колірну температуру і, в сукупності, економічну ефективність застосування напівпровідникового освітлювального приладу. В основі роботи сучасних охолоджувачів потужних СДМ лежить примусова циркуляція повітря або рідини в контурі. Проте, активне охолодження пов'язане з шумом. Електродвигуни вентиляторів і сам повітряний потік створюють звукові коливання, які часто шкідливі. Крім того, активне охолодження потребує додаткових капіталовкладень та технічного обслуговування. Все це змушує шукати альтернативні, безшумні системи термостабілізації. Теплові трубки (ТТ) є одним з найбільш ефективних пасивних методів відбору і переносу тепла. Завдяки використанню для передачі теплової енергії прихованої теплоти пароутворення ефективна теплопровідність ТТ на кілька порядків більша за теплопровідність металів. Термостабілізація режиму роботи елементів радіоелектронної апаратури при допомозі теплових трубок свідчить про високу ефективність цього методу охолодження. Очевидно, що він може бути ефективним і для стабілізації теплового режиму СДМ.

В роботі побудована математична модель системи термостабілізації СДМ на базі теплової трубки. На її основі, з використанням методу електротеплової аналогії та законів Кірхгофа для теплових кіл розрахована температура активної зони матриці

$$T_j = T_a + (\Theta_{jh} + \Theta_{hc} + \Theta_{ca}) \cdot P_t.$$

Теплова схема системи термостабілізації СДМ приведена на рисунку.

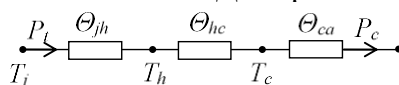


Рисунок 1. Тут P_t і T_j – відповідно теплова потужність і температура активної зони СДМ, T_h і T_c - температури гарячого і холодного кінців ТТ, T_a - температура середовища, Θ_{jh} , Θ_{hc} , Θ_{ca} – теплові опори системи термостабілізації.

Шляхом порівняльного аналізу показано, що система термостабілізації СДМ на базі теплової трубки має вищу ефективність в порівнянні з традиційними металевими радіаторами, які мають аналогічні геометричні розміри. Така перевага обумовлена рівномірним розподілом температури по поверхні ТТ, і ефективнішим відведенням теплової енергії. Використання схеми охолодження на базі ТТ збільшить світловіддачу та світловий потік НОП без збільшення електричної потужності і температури активної зони. Це дозволить зменшити кількість СДМ в світильнику і його вартість без скорочення терміну експлуатації [1].

Література

1. Закордонець В.С. Розрахунок системи охолодження світлодіода на базі теплової труби / В. С. Закордонець, Н. В. Кутузова // Термоелектрика. №4, 2018. – С. 60–67.

УДК 621.65

І. В. Прокопчук, М. С. Наконечний, к. т. н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСА СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ

I. Prokopchuk, M. Nakonechnyi, Ph.D

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE WATER SUPPLY PUMP IN THE LIVESTOCK COMPLEX

У системах зі нерівномірним завантаженням, якими є, зокрема, і насосні станції, відцентрові насоси у тваринницьких комплексах під час проектування розраховуються на максимальну продуктивність (у т. ч. з урахуванням виникнення екстремальних ситуацій - пожеж, аварій у мережі тощо). Установка загалом повинна мати максимальний ККД у номінальному режимі. Робоча точка насосу при цьому знаходиться на перетині характеристики насосу "Подача" Q - "Напір" H і характеристики системи (трубопроводу). У всьому робочому діапазоні досяжний ККД електропривода істотно залежить від застосовуваного способу регулювання.

Повна відсутність регулювання за знижених витрат води (наприклад, уночі) приводить до зростання тиску в системі в моменти зниження водоспоживання, а це спричиняє:

- втрати енергії на створення надлишкового тиску;
- втрати рідини, що перекачується, за рахунок витоків на негерметичних стиках;
- зношення обладнання та підвищення експлуатаційних витрат.

Регулювання продуктивності насосів може здійснюватися трьома способами: кількісним, якісним і з використанням байпасування.

Під час кількісного регулювання напір, що розвивається насосом, зменшується до необхідного за рахунок дроселювання рідини в регулювальному органі (найчастіше в напірній засувці). Чим менший ступінь відкриття засувки, тим більше дроселюється напір, що розвивається насосом, внаслідок чого істотно знижується ККД насосної установки.[1]

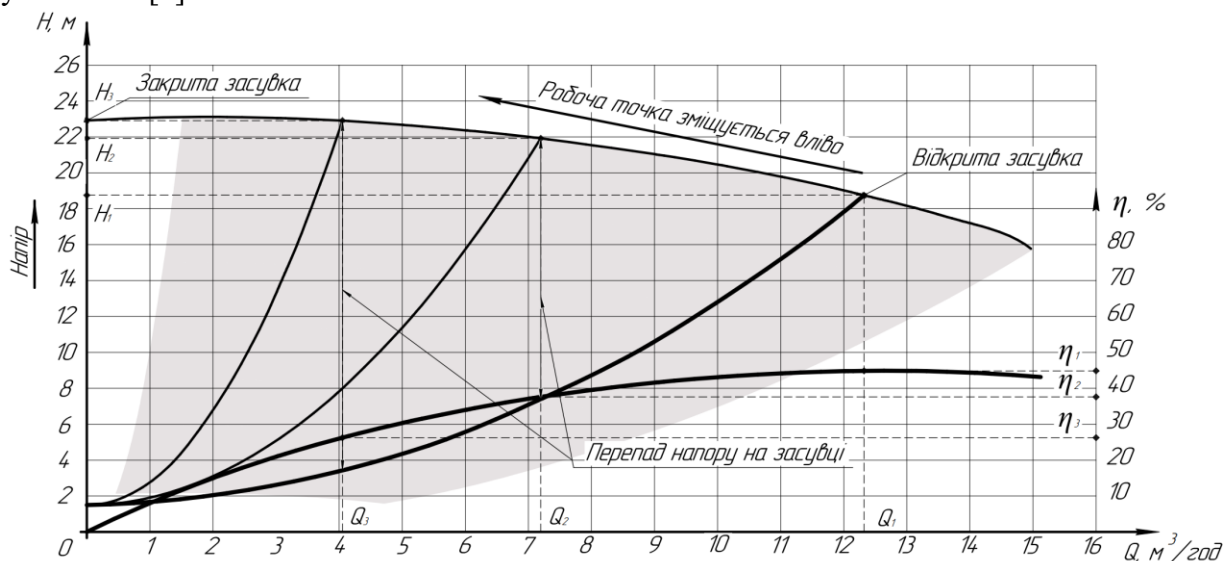


Рисунок 1. Напірно-витратна характеристика насоса при дросельному регулюванні

Під час регулювання подачі насоса байпасуванням необхідна витрата рідини в системі забезпечується за рахунок відведення частини переміщуваної насосом рідини з напірного трубопроводу в всмоктувальний по перепускному трубопроводу. Цей спосіб дає змогу експлуатувати насос у режимі номінальної подачі, тому усуваються недоліки, властиві регулюванню дроселюванням, крім зниження економічності. Байпасування ще менш вигідне, ніж дроселювання, оскільки у більшості відцентрових насосів споживана потужність збільшується зі зростанням подачі. [2]

Якісний метод регулювання досягається за допомогою зміни частоти обертання валу насоса. У цьому разі втрати енергії на дроселювання відсутні, і тому за всіх режимів можна забезпечити високий ККД установки за винятком випадків роботи насосного агрегату в системі із великим статичним напором

У свою чергу, складність застосування якісного методу полягає в тому, що найпростіші, широко поширені асинхронні електродвигуни не дають змоги змінювати частоту обертання валу для регулювання робочих характеристик насосних агрегатів і вимагають застосування додаткових дорогих електричних пристроїв, що ускладнюють насосну установку загалом. Однак досягнута економія електроенергії швидко відшкодовує витрати на придбання додаткових пристроїв для зміни частоти обертання і тому цей метод регулювання знаходить дедалі ширше застосування. [3]

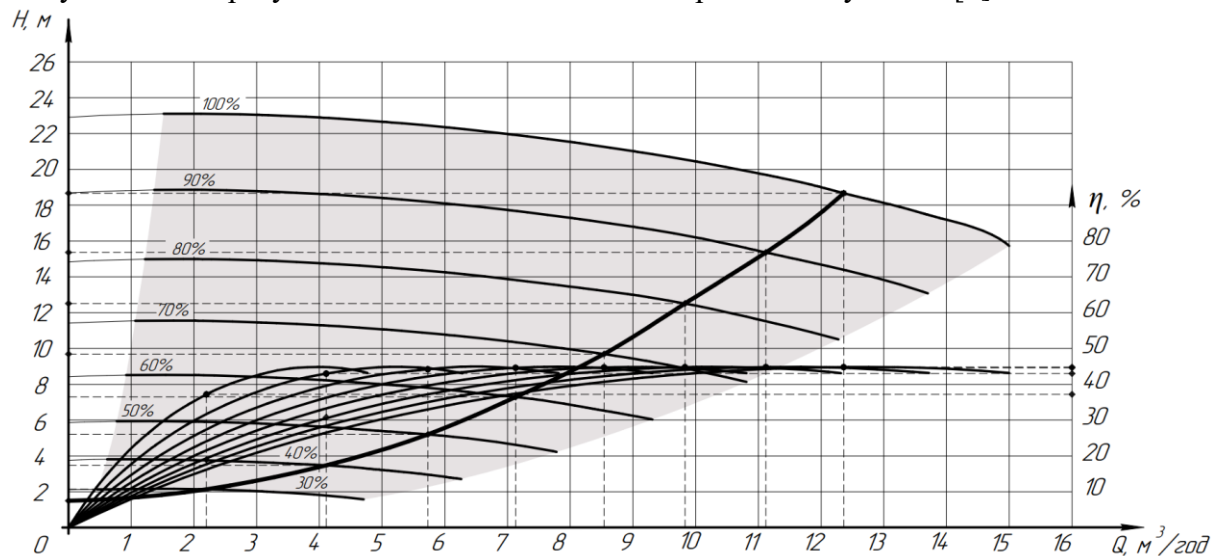


Рисунок 2. Напірно-витратна характеристика насосу при частотному регулюванні

Отже, відсутність регулювання або застосування застарілих методів призводять до істотних втрат електроенергії та зниження ресурсу обладнання.

Єдиний існуючий спосіб досягнення максимальної енергоефективності насосу - частотне регулювання, котре здатне забезпечити мінімальну потужність двигуна за мінімальної витрати води.

Література

1. Pump throttle control. [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступу: <https://www.pumpsaudit.com/throttle-control?lang=eng>
2. Improving pumping system performance. [Електронний ресурс] – 2006. – Режим доступу: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/05/f16/pump.pdf>
3. Variable speed control of a pump. [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступу: <https://www.pumpsaudit.com/speed-control-of-pumps?lang=eng>

УДК 621.311

Л. М. Костик, к.т.н., доцент; Ю. Ю. Каплан

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ

L. M. Kostyk, Ph.D, Assoc. Prof.; Y. Y. Kaplan

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF LIGHTING INSTALLATIONS THROUGH THE INTRODUCTION OF SMART TECHNOLOGIES

Глобальний розвиток Smart технологій в енергетичних секторах країн світу підтверджує свою ефективність та необхідність в контексті модернізації існуючих енергетичних об'єднань та введення нових інтелектуальних систем на різних енергетичних рівнях. Енергетичний сектор України потребує використання систем, ключовими показниками яких є швидке інтегрування та максимальна ефективність відносно встановленої вартості. Технічна та моральна зношеність електричного обладнання на підстанціях, втрати при передачі електричної енергії та багато інших чинників призводять до значних фінансових втрат. Будівництво нових мереж, підстанцій, модернізація та автоматизація приватних підприємств відбувається за рахунок економічної зацікавленості приватних осіб. Відсутність стимулювання для впровадження нових Smart технологій суттєво уповільнює технічний розвиток Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України.

На штучне освітлення припадає приблизно 30% електроенергії, що споживається всередині споруди. Економічний підхід до проектування освітлення і управління ним є обов'язковою умовою зменшення енергоспоживання адміністративних споруд.

Впровадження Smartтехнологій призводить до суттєвого покращення рівня життя людей, які використовують дані системи, але якісне і нове обладнання коштує значних фінансових вкладів, що суттєво перешкоджає інсталяції подібних систем в енергетичному секторі України.

З точки зору розвитку всієї енергосистеми, виділяють декілька ключових цілей. Окремі цілі мають різні масштаби розвитку енергосистеми, але в цілому вони направлені на покращення якісних та кількісних характеристик електроенергії для побутового споживача. Деякі з ключових цілей:

- мінімізувати фінансові операційні витрати для всіх учасників (мешканців будинків, уряду, користувачів електромобілів, власників активів, тощо);
- мінімізувати загальний вплив системи на навколишнє середовище;
- максимізувати проникнення поновлюваних джерел енергії;
- підвищення рівня комфорту кінцевого споживача.

Для аналізу стану системи освітлення будівлі необхідно зібрати наступну інформацію: тип і кількість існуючих світильників; тип, кількість і потужність використовуваних ламп; режим роботи системи штучного освітлення; характеристики поверхонь приміщень (коефіцієнти відбивання); тривалість експлуатації світильників; періодичність чищення світильників; фактичний і нормований рівень освітленості; значення напруги електромережі освітлення на початку і в кінці вимірювань освітленості; розміри приміщення; середній фактичний термін служби ламп; фактичне і нормоване значення коефіцієнта природної освітленості.

У результаті аналізу вихідних даних по освітленню споруди проводиться розрахунок показників енергоспоживання, які в подальшому служать для оцінки можливості підвищення енергоефективності освітлювальної установки.

На основі отриманих даних проводять оцінку можливого потенціалу економії електроенергії та можливі шляхи підвищення енергоефективності освітлювальної установки.

Основний потенціал енергозбереження в самих освітлювальних установках полягає у підвищенні ефективності перетворення електричної енергії в світлову. Основними факторами, що впливають на споживання енергії освітлювальної установки при заданих нормах освітлення, є:

- проект схеми освітлення, спільне використання природного та штучного освітлення, забезпечення гнучкості керування освітлювальними мережами;
- зовнішній вигляд та облицювання (збільшення коефіцієнтів відбивання поверхонь приміщень);
- світлова віддача лампи;
- ефективність світильника;
- правильне використання вимикачів та регуляторів;
- використання електронних пускорегулювальних пристроїв при освітленні люмінесцентними лампами;
- вибір схеми розміщення світильників та ін.

На основі оцінки використання запропонованих засобів та методів економії електроенергії, що для освітлювальної установки будівлі економія електричної енергії може становити близько 10-15%.

Література

1. FAQ: phasing out conventional incandescent bulbs [online] Режим доступу: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_09_368
 2. Лампа розжарювання [online] Режим доступу: https://znaimo.com.ua/Лампа_розжарювання
 3. ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ЛАМПИ: ВИДИ, ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА МАРКУВАННЯ [online] Режим доступу: <http://www.iskra.com.ua/index.php/uk-UA/novyny-ta-statti/item/97-lyuminestsentni-lampy-vydy-tekhnichni-kharakterystyky-ta-markuvannya>
 4. Газорозрядна лампа [online] Режим доступу: <https://uk.azartwiki.com/143787-gas-discharge-lamp-XSDWRX>
 5. Сучасні види ламп. Принципи роботи. [online] Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/sucasni-vidi-lamp-principi-roboti-245998.html>
 6. Якість і енергоефективність не суперечать один одному [online] Режим доступу: <https://www.elec.ru/publications/osveschenie/2085/>
- Место Wi-Fi в модели OSI [online] Режим доступу: https://zvondozvon.ru/tehnologii/internet/что-такое-wi-fi#_Wi-Fi_OSI

УДК 644.3

О. Д. Куплений, Є. В. Тиш, к.т.н.,

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КЛАСИЧНОГО І ПОГОДОЗАЛЕЖНОГО МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЮ ПРИМІЩЕННЯ

O. D. Kuplennyi, Ie. V. Tysh, Ph. D

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF CLASSICAL AND WEATHER- DEPENDENT METHODS OF ROOM TEMPERATURE CONTROL

Завдання контролю температури приміщення і підтримання його на сталому рівні є дуже важливим, особливо у холодний період року, адже від цього залежить здоров'я і самопочуття людини. Для виконання цієї роботи все частіше використовують спеціальні пристрої – терморегулятори. Вони оснащені датчиками температури, встановленими у приміщенні, де виконується контроль і під'єднані до якогось нагрівального елемента (котла, теплої підлоги і т.д.). Коли температура у приміщенні падає нижче заданого рівня, то автоматично включається обігрів. Така система є досить зручною, оскільки позбавляє користувача потреби регулярно дивитись на градусник і вмикати чи вимикати обігрів. Водночас системи опалення є одними із найбільш енергозатратних у будинку і їх покращення завжди є актуальним.

Недоліком терморегуляторів є те, що вони реагують на зміну температури всередині приміщення, тобто коли воно вже охоллоло і потрібно повернути його до нормального стану. Така ситуація виникає коли кількість тепла, що виходить з приміщення збільшилась, іншими словами на дворі похолодало. У випадку з терморегуляторами, системі потрібно спершу збільшити кількість тепла, щоб відповідати тепловтратам, а потім затратити певний час, щоб знову прогріти будинок.

Набагато ефективнішим є спосіб регулювання потужності обігрівача відносно зміни зовнішнього повітря. В цьому разі система не чекатиме коли приміщення вистигне, зменшення зовнішньої температури повітря автоматично потягне за собою збільшення потужності обігрівача. При такому підході, приміщення не зможе вистигнути і відповідно користувачу не потрібно буде чекати, доки воно знову нагріється.

Температура в середині приміщення знаходиться на сталому рівні, якщо виконується рівняння теплового балансу:

$$Q^+ = Q^- \quad (1)$$

Q^+ - це кількість теплоти яку отримує приміщення від системи опалення, його можна збільшувати або зменшувати змінюючи потужність обігрівача.

Q^- - це кількість теплоти яку приміщення виділяє в навколишнє середовище, воно залежить від температури повітря на вулиці і теплоізолюючих властивостей самого приміщення.

Щоб температура в приміщенні збільшувалась потрібно, щоб виконувалась наступна умова:

$$Q^+ > Q^- \quad (2)$$

Щоб температура в приміщенні зменшувалась потрібно виконання наступної умови:

$$Q^+ < Q^- \quad (3)$$

В ситуації коли потужність системи обігріву прив'язана до внутрішньої температури все відбувається наступним чином. В початковий момент часу у приміщенні стала температура (див. формулу 1), коли на вулиці зменшується температура повітря, кількість теплоти що втрачається збільшується (див. формулу 3) і температура в середині падає. Далше система повинна збільшити потужність, щоб кількість створеної теплоти дорівнювала втратам (див. формулу 1), але приміщення вже охолело, тому потрібно збільшити потужність системи обігріву, щоб створена теплота переважала втрати і приміщення нагрівалось (див. формулу 2).

Коли потужність системи обігріву прив'язана до температури зовнішнього повітря весь процес відбувається простіше і ефективніше. В початковий момент часу система знаходиться в стані рівноваги (див формулу 1), коли надворі похолодало, то кількість теплоти що втрачається приміщенням збільшилась, але система зреагувала і збільшила потужність. Таким чином приміщення залишилось у стані рівноваги.

Процес нагрівання повітря є дуже енергозатратним. Кількість енергії необхідної для нагрівання 1 кілограму речовини на 1°C називається теплоємність, для повітря цей показник становить 1000 Дж. У приміщенні площею 10 м² знаходиться приблизно 32 м³ повітря. Густина повітря становить приблизно 1,2 кг/м³, значить у приміщенні знаходиться 38,4 кг повітря, на обігрів якого потрібно 38400 Дж енергії. 38400 Дж = 10,7 Вт-годин, це означає, що для того щоб прогріти повітря система протягом години повинна мати потужність на 10,7 Вт більшу ніж необхідна для підтримки температурного балансу.

В процесі нагрівання будинку окрім повітря потрібно прогріти стіни, підлогу, стелю, предмети в середині будинку, саму систему опалення і т.д. Все це вимагає великої кількості енергії, тому система обігріву або повинна мати високу потужність, або процес займе певний час.

Отже, системи контролю і підтримки температури в приміщенні є дуже корисними і зручними у використанні. Основним недоліком більшості систем є прив'язка потужності обігрівача до температури в середині приміщення. Недоліком цього підходу є те, що приміщення встигає охолонути і для повернення нормального температурного режиму потрібно затратити додаткову енергію і час. Виходом із ситуації є прив'язка потужності обігрівача до температури зовнішнього повітря. Такий підхід дозволить системі миттєво реагувати на збільшення тепловтрат будинком, за рахунок цього будинок не охолоне і вдасться уникнути додаткових енерговитрат на повторний обігрів приміщення.

УДК 644.1; 004

О. Д. Куплений; Є.В. Тиш, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ У СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ ВІДНОСНО ЗОВІШНЬОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

O. D. Kuplennyi; Ie. Tysh, Ph.D.

CALCULATION OF WATER TEMPERATURE IN THE HEATING SYSTEM IN RELATION TO THE SURROUNDING AIR TEMPERATURE

Робота системи опалення та її потужність залежить від різних факторів: параметрів самого будинку, матеріалів, з яких він зроблений, температури на вулиці і бажаної температури в середині приміщення. Для того, щоб встановити потужність опалення на правильний рівень і досягти балансу між нагріванням і охолодженням приміщення, потрібно мати точну інформацію про всі вище перелічені параметри.

Одним з підходів для контролю потужності є відштовхування від зовнішньої температури повітря. Такий підхід, як правило, використовують у мережах централізованого теплопостачання, але він рідко зустрічається у приватних системах опалення. Принцип його роботи полягає в наступному: котел системи опалення підбирається таким чином, щоб при умовній мінімальній температурі зовнішнього повітря підтримувати в середині будинку певну комфортну температуру. Маючи ці параметри і фактичну температуру повітря на вулиці, можна розрахувати з якою потужністю повинен зараз працювати котел, щоб забезпечити ту саму комфортну температуру. Нижче наведено формули розрахунків температура води, яка подається з котла у систему опалення (чим вона вища, тим більше тепла виробляє система опалення):

$$t_n = t_{вр} + 0,5(t_{пр} - t_{зр}) q + 0,5 (t_{пр} + t_{зр} - 2t_{вр}) * q^{1/(1+n)}, \quad (1)$$

$$q = (t_{вр} - t_n) / (t_{вр} - t_{пр}), \quad (2)$$

де t_n – температура води, яка подається з котла у систему опалення;

$t_{вр}$ – внутрішня розрахована температура (бажана температура повітря у приміщенні, задається користувачем);

$t_{пр}$ – розрахункова температура подачі води (максимальна температура, на яку розрахована система, значення береться з документів тепломережі, найчастіше знаходиться у межах 60 – 90 °С);

$t_{зр}$ – розрахункова температура води повернення (значення температури води, яка приходить з мережі до котла після того, як віддала частину свого тепла батареям, як правило на 20 °С менша за температуру подачі);

q – відносний тепловий потік системи;

n – показник нелінійності тепловіддачі (індивідуальним для кожного конкретного приладу (радіатора опалення) і береться із документації);

t_n – температура повітря на вулиці (береться поточна температура повітря, вимірюється давачем);

$t_{вр}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря (температура, яка вважалась максимальною при розробці системи опалення).

Отже, задля збільшення точності керування системою опалення і підвищення її ефективності можна використовувати температуру зовнішнього повітря. Вона є більш точною при вимірюванні, оскільки на її вимірювання впливає менше факторів.

УДК 621.32

Р. В. Смосяк, О. П. Заболотний, М. М. Щербій, Я. О. Філюк, канд. техн. наук,
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СВІТЛОДІОДНИЙ ДРАЙВЕР ІЗ ПІДВИЩЕНИМ ТЕРМІНОМ СЛУЖБИ

R. V. Smosiuk, O. P. Zabolotnyi, M. M. Shcherbii, Y. O. Filiuk, Ph.D
LED DRIVER WITH INCREASED SERVICE LIFE

На зміну традиційному освітленню прийшли світлодіодні технології. Світлодіодні лампи тепер стали перспективним продуктом для заміни традиційного освітлення, такого як лампи розжарювання та компактні люмінесцентні лампи, завдяки своїм перевагам: високій ефективності, функціональності, низькій вартості, малих розмірах і високій надійності. Світлодіодна лампа є ідеальним поєднанням освітлення та науки про напівпровідники. Розвиток нових технологій, застосування нових матеріалів і швидке промислове впровадження є характеристиками світлодіодного освітлення.

Світлодіодна лампа або світильник — це складна система, яка складається зі світлодіодного джерела світла, електронного драйвера та механізмів керування, вторинних оптичних частин і компонентів розсіювання тепла. Серед цих компонентів світлодіодний драйвер, який забезпечує постійний струм для світлодіодів, вважається найслабшою ланкою в світлодіодних лампах або світильниках. Світлодіодне джерело світла часто має термін служби 25 000 - 100 000 годин. Однак деякі світлодіоди лампи можуть вийти з ладу значно раніше заявленого терміну служби. Розбіжності між терміном служби світлодіодного джерела світла та практичним терміном служби світлодіодних ламп зумовлені в основному такими причинами:

1. Повне визначення терміну служби повинно включати щонайменше чотири аспекти: умови експлуатації, критерії відмови, мінімально необхідну надійність і рівень довіри.

2. Може виникнути невідповідність терміну служби світлодіодної лампи та драйвера. Якщо термін служби драйвера набагато коротший, ніж у світлодіодів, термін служби світлодіодної лампи визначається терміном служби драйвера. Це означає, що світлодіодний драйвер зазвичай не має достатньо тривалого терміну служби, щоб відповідати терміну служби світлодіодів. Таким чином, прогнозування терміну служби світлодіодних драйверів відіграє важливу роль у розробці надійності світлодіодних ламп. Крім того, надійне прогнозування терміну служби має високий потенціал для скорочення витрат на розробку, матеріали і часу тестування, таким чином заощаджуючи вартість світлодіодних освітлювальних приладів.

Електролітичні конденсатори часто використовуються у комерційних світлодіодних драйверах. У більшості одно- та двокаскадних світлодіодних драйверів електролітичні конденсатори використовуються як накопичувачі та буфери енергії. Електролітичні конденсатори також зазвичай використовуються на вихідному кінці драйверів зворотного ходу. В останні роки також було представлено декілька драйверів світлодіодів без електролітичних конденсаторів, щоб максимізувати термін служби всієї світлодіодної системи. Тим не менш, застосування електролітичних конденсаторів у драйверах світлодіодів залишається широко поширеним і домінуючим. Щоб покращити продуктивність світлодіодів і продовжити термін їх служби, необхідно розробити світлодіодний драйвер без електролітичних конденсаторів.

УДК 621.32

А. М. Колівошко, Д. Ю. Соловко, Я. О. Філюк, канд. техн. наук,
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

A. M. Kolivoshko, D. Iu. Solovko, Y. O. Filiuk, Ph.D
**ELECTRICAL NETWORK WITH DISTRIBUTED RENEWABLE ENERGY
SOURCES**

Зміни клімату стає великою проблемою, з якою міжнародне співтовариство зіткнулося в цьому столітті. Заміна викопного палива відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ) розглядається як важливий захід для скорочення глобальних викидів вуглецю. Різні дослідження відзначають великий потенціал технологій відновлюваної енергії для скорочення викидів парникових газів, а також викидів, що сприяють регіональним проблемам з навколишнім середовищем.

Майбутнім джерелом технологій виробництва енергії є розподілена генерація (РГ), яка забезпечує двонаправлений потік електроенергії в електричній системі. Розподілена генерація - це мало масштабні енергетичні установки в діапазоні 3 кВт–10 МВт, які розташовані дуже близько до місця, де використовується електроенергія, щоб забезпечити альтернативу або вдосконалення традиційної електроенергетичної системи. Блоки РГ можуть бути прив'язані безпосередньо до системи розподілу або на стороні споживача лічильника як спосіб зменшення втрат при передачі та розподілі. Інженерам доводиться стикатися з багатьма проблемами, щоб реалізувати точні та захищені схеми для розподільчої мережі, підключеної до РГ.

Щоб отримати максимальну вигоду від відновлювальної розподіленої генерації в енергосистемі, необхідно провести стратегічні дослідження щодо оптимального розташування та розмірів відновлювальної РГ. Якщо поновлювані системи розподіленої генерації розташовані не оптимально, це може призвести до збільшення втрат в енергосистемі, падіння напруги, гармонік і стабільності низької напруги. Це передбачає додаткові витрати на встановлення допоміжних пристроїв, які захистять від аномалій, які могли спричинити суперечливі наслідки в установках з РГ. З цих причин проєктувальники та інженери енергосистеми повинні застосовувати кілька методів оптимізації для оптимального розташування та розміру блоків РГ з відновлюваними джерелами енергії.

Хоча може здатися, що відновлювані ресурси є відповіддю на проблему зміни клімату, проте є деякі ключові перешкоди, які необхідно подолати. Навколо зміни клімату та певних відновлюваних ресурсів існує певна громадська опозиція та дебати. Існують певні групи, які відкидають науковий консенсус щодо антропогенної зміни клімату. Значний спротив існує також у громадах, де планується будівництво відновлюваних ресурсів, зокрема вітрових електростанцій.

Існують суперечки щодо економічної життєздатності відновлюваних джерел енергії та того, чи виправдана віддача початкових інвестиційних витрат. Мінливість за своєю суттю впливає на низку відновлюваних ресурсів, а саме на енергію вітру, сонця та океану. Для регіону було б неможливо покладатися виключно на ці змінні ресурси без значних ресурсів зберігання. Крім того, інфраструктура електроенергетичної системи потребуватиме значної модернізації для розміщення нових відновлюваних ресурсів, особливо тому, що найбільш підходящі місця для цих ресурсів не завжди зручні з точки зору електроенергетичної системи.

УДК 628.92

О. М. Влібницький; Є. В. Тиш, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ОБЛАСТІ АДАПТИВНОГО КОНТРОЛЮ ОСВІТЛЕННЯМ

О.М. Vilibnitskyi, Ie.V. Tysh, Ph. D. Assoc. Prof.

INNOVATIVE SOLUTIONS IN ADAPTIVE LIGHTING CONTROL

Останнім часом велику увагу приділяють дослідженням та розвитку систем адаптивного контролю освітленням. Розроблено різноманітні готові рішення та технології, спрямовані на оптимізацію якості освітлення та раціональне використання енергії.

Інтелектуальне освітлення, яке використовує світлодіоди, є одним із прикладів в даній області. Такі системи взаємодіють між світлодіодними лампами, сенсорами та контролерами за допомогою бездротових протоколів. Керування доступне користувачам дистанційно за допомогою мобільних додатків або веб-інтерфейсів (див. рис. 1). Важливою характеристикою є можливість налаштовувати колірну температуру світла від теплого до холодного спектру і регулювати яскравість. Системи можуть програмуватися для автоматичного запуску різних сценаріїв освітлення в залежності від конкретних умов.



Рисунок 1. Засоби керування системами

Іншим рішенням є системи керування освітленням на базі Internet of Things (IoT), які використовують підключені пристрої та мережі для створення розумних освітлювальних систем. Модулі освітлення таких систем оснащені вбудованими IoT-модулями для забезпечення їхнього підключення до мережі. Вбудовані сенсори, такі як датчики руху, присутності, освітленості - збирають дані про навколишнє середовище. Ці дані використовуються для автоматичного адаптування освітлення до різноманітних умов та для збору інформації про використання енергії. Інтеграція з голосовими асистентами, такими як Google Assistant, надає користувачам можливість управління освітленням за допомогою голосових команд.

У підсумку, інноваційні системи адаптивного контролю освітленням визначають нові стандарти ефективності та комфорту. Використання світлодіодів і бездротових технологій дозволяє не лише забезпечувати оптимальне освітлення, але і персоналізувати простір, створюючи різноманітні атмосфери для користувачів. Це є кроком вперед у сфері раціонального використання енергії та технологічної зручності.

УДК 628.987

І. М. Дулик; О. О. Іваніга; О. Я. Чайковський; Я. М. Осадца, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)
**АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО
СВІЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ**

I. M. Dulyk; O. O. Ivaniha; O. Ya. Chaikovskiy; Ya. M. Osadtsa, Ph.D., Assoc. Prof.
**ANALYSIS OF SOFTWARE FOR SPECIALIZED LIGHTING CALCULATION OF
LIGHTING SYSTEMS**

При проектуванні систем освітлення на стадії світлотехнічних розрахунків використання спеціалізованого програмного забезпечення має ряд переваг, котрі полягають у наступному:

підвищення точності та оперативності проектування систем освітлення;
можливість отримання фотореалістичної картини об'єкта, для якого проектується освітлення;

велика кількість цифрової та графічної інформації, отриманої в результаті розрахунку, дозволяє проводити детальний аналіз ОУ, що в результаті допомагає реалізувати її з найменшим ризиком похибки.

В даний час на ринку існує велика кількість розрахункових світлотехнічних програм. В зв'язку з цим появляється ціла низка проблем, щодо вибору того чи іншого програмного пакету, основними з яких є: визначення ступеня точності розрахунку світлотехнічних параметрів; визначення області застосування тієї чи іншої програми та їх класифікація; визначення методики розрахунку світлотехнічних параметрів для конкретної програми.

Тому при виборі спеціалізованих програм необхідно звертати увагу на основні функції, які повинна виконувати програма, щоб найбільш ефективно допомогти проектувальнику виконати світлотехнічний проект. Ці функції полягають у:

- доступності самої програми, а також баз даних, які використовуються цією програмою;
- інтуїтивно зрозумілому і звичному для проектувальника інтерфейсі, що робить можливим освоєння цієї програми в максимально короткий час;
- використанні в світлотехнічних розрахунках параметрів, що регламентуються в нормативних документах;
- можливості завантаження креслень об'єктів, а також тривимірних моделей світлових приладів
- здатності до розрахунку та представлення як кількісних, так і якісних світлотехнічних параметрів;
- можливості регулювання світлотехнічних параметрів світлових приладів, а також способів їх розміщення;
- можливості тривимірної візуалізації проекту системи освітлення.

На основі аналізу та оцінки можливостей, котрі пропонуються виробниками різноманітних програм, встановлено, що найдоступнішим програмним забезпеченням, котре здатне виконувати вищенаведені функції є програмний пакет DIALux (DIALux evo), що дозволяє його застосовувати для подальшого виконання світлотехнічних розрахунків. Використання цього пакету дозволяє виконувати моделювання та світлотехнічний розрахунок систем зовнішнього та внутрішнього освітлення, застосовувати бази світлових приладів різних виробників, імпортувати та експортувати плани об'єктів у форматах пакету AutoCad, формувати результати моделювання та світлотехнічного розрахунку у вигляді окремого файлу у форматі *.pdf, виконувати розрахунок як усереднених, так і світлотехнічних параметрів в конкретних точках об'єктів, створювати тривимірну візуалізацію об'єктів, для яких розробляється проект освітлення.

УДК 628.987

І. І. Станчев¹; І. В. Ковалишин¹; Р. Б. Кріль²; Я. М. Осадца¹, к.т.н., доц.
(¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)
(²КП «Тернопільське світло», Україна)

ОСОБЛИВОСТІ СВІЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПАРКОВИХ АЛЕЙ

I. I. Stanchev; I. V. Kovalyshyn; R. B. Kril, Ya. M. Osadtsa, Ph.D., Assoc. Prof.
FEATURES OF THE LIGHTING ENGINEERING CALCULATION OF PARK
ALLEY LIGHTING SYSTEMS

При проектуванні систем зовнішнього освітлення доцільним є використання спеціалізованих програм для моделювання та розрахунку світлотехнічних параметрів. Перевагами їх застосування є можливість аналізу світлотехнічних параметрів освітлювальних установок. Проте виникає проблема, пов'язана із вибором світлових приладів на основі необхідних значень таких світлотехнічних характеристик, як потужності та світлового потоку світлових приладів в залежності від ширини алеї, відстані між опорами та висоти встановлення світлових приладів.

Як правило, для освітлення пішохідних алеї застосовуються світлові прилади круглосиметричного розподілу та з кривими сили світла типу Д. В загальному випадку залежності значень сили світла $I(\gamma)$ від кута випромінювання можна аналітично описати одним із рівнянь

$$I(\gamma) = I_0 \cdot \cos(m \cdot \gamma), \quad (1)$$

де I_0 – осьова сила світла; m – спеціальний розрахунковий коефіцієнт, значення якого для кривих сили світла Д1, Д2 та Д3 становить відповідно 0,7841, 1,0374 та 1,038.

Значення освітленості E_A , створеної точковим світловим елементом в конкретній точці A горизонтальної поверхні на рівні покриття алеї визначимо, виходячи із закону квадратів відстаней:

$$E_A = \frac{I(\gamma_A)}{l_A^2} \cdot \cos(\gamma_A), \quad (2)$$

де $I(\gamma_A)$ – сила світла в напрямку до розрахункової точки; γ_A – кут, котрий характеризує напрям сили світла до розрахункової точки; l_A – відстань між розрахунковою точкою та джерелом світла.

При використанні n джерел світла освітленість

$$E_{An} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{I(\gamma_{iA})}{l_{iA}^2} \cdot \cos(\gamma_{iA}). \quad (3)$$

Використовуючи дану методику в пакеті MATLAB, виконано розрахунок освітленості пішохідних алеї парків м. Тернополя. При виконанні розрахунку було враховано, що коефіцієнт експлуатації, відповідно до п. 8.3.7 ДБН В2.5-28:2018 становить 0,67. Значення освітленості у кожній точці, а також мінімальної, максимальної та середньої освітленостей, розраховували для полігону точок, обмеженого відстанню між світловими приладами, а також шириною пішохідних алеї, значення котрої були вибрані для алеї, які освітлюються світловими приладами із розрядними джерелами світла. Крім того, вихідними даними для розрахунків були:

світловий потік джерел світла, значення котрого становили від 1000 до 10000 лм із кроком 1000 лм;

відстань між опорами – від 2 до 50 м;

висота встановлення світлових приладів – від 3,0 до 10,0 м.

На підставі отриманих результатів, встановлено значення світлового потоку світлових приладів, необхідного для забезпечення нормованих значень освітленості.

УДК 621.316.7

В. П. Волоський, А. М. Паламар, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ БАЛАНСУВАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ У СУЧАСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

V. P. Voloskyi, A. M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.

ANALYSIS OF METHODS FOR BALANCING ACCUMULATORS IN MODERN ENERGY SYSTEMS

У контексті стрімкого розвитку та широкого застосування систем з використанням акумуляторних батарей (АКБ), проблематика підвищення ефективності їх балансування набуває значного науково-технічного інтересу. Забезпечення відмовостійкості та тривалої роботи АКБ є актуальним завданням, особливо у контексті їхнього використання у портативних пристроях і засобах накопичення та збереження електроенергії [1].

Метою систем балансування акумуляторів є коригування нерівності заряду між окремими елементами батарей, сприяючи оптимізації ефективності, продовженню терміну служби та підвищенню безпеки експлуатації. В процесі розробки таких систем важливо ретельно розглядати як переваги, так і можливі негативні аспекти їхнього застосування. У загальному балансування може бути пасивним та активним.

Пасивне балансування акумуляторів являє собою метод, який в основному використовується для розподілу заряду між різними елементами акумуляторного блоку без активного втручання електроніки. В його основі лежить використання пасивних компонентів, таких як резистори, конденсатори або діоди, для рівномірного розподілу електричного заряду. Однією з переваг цього методу є економічна вигода, оскільки його впровадження не вимагає великих витрат на складні електронні компоненти чи спеціалізоване обладнання. Важливим аспектом пасивного балансування є підбір алгоритму балансування. Крім того, простота конструкції пасивного балансування сприяє підвищенню надійності системи, оскільки вона є менш схильною до виникнення несправностей.

Активне балансування відзначається високою ефективністю, що досягається завдяки використанню електронних схем та перемикачів для активного керування зарядом. Переваги включають його ефективність навіть при низьких рівнях заряду. Активне балансування має можливість забезпечити оптимальний стан акумуляторів, що сприяє підвищенню їх тривалості служби та надійності в різноманітних застосуваннях, зокрема в сучасних електричних транспортних засобах та системах зберігання енергії.

Отже, активний метод балансування доцільно використовувати для систем безперебійного живлення (UPS), систем енергозбереження (ESS) та електричних транспортних засобів (EV). Пасивний метод доцільно використовувати для переносних інструментів та систем з низькою потужністю через свою здатність ефективно випромінювати тепло при низькому струмі.

Література

1. Волоський В.П., Паламар А.М., Лупенко С.А. Метод визначення внутрішнього опору для систем контролю li-ion акумуляторних батарей. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. С. 107.

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

УДК 664.661

О. В. Адамішин, Г. В. Карпик, к.т.н., доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ БУЛОЧКИ ЗІ ЗМІНЕНИМ СКЛАДОМ ЖИРІВ

O. V. Adamishyn, G. V. Karpyk, Ph.D., Assoc. Prof.

NUTRITIONAL VALUE OF A BUN WITH A CHANGED COMPOSITION OF FATS

Історія виробництва та споживання хлібобулочних виробів налічує тисячоліття, і різноманітні їх види є неодмінною частиною культурної та харчової спадщини багатьох націй. Вони можуть входити в харчовий раціон як самостійний продукт, так і використовуватися з різними стравами. Булочки широко вживаються як перекус, на сніданок або десерт. Їх можна знайти у багатьох кулінарних традиціях у всьому світі. Зовнішній вигляд та смак можуть різнитись залежно від регіону, але невід'ємною складовою є жирова сировина. Жири відіграють важливу роль в процесі виготовлення булочок забезпечуючи структуру, додаючи смак, м'якість і шарм. Зазвичай використовують рослинні олії, вершкове масло, маргарин.

Як відомо, в організмі людини, жири допомагають засвоєнню жиророзчинних вітамінів з інших продуктів та роблять страву більш ситною. Дієтологи наголошують на важливості у раціоні людини їх балансу і наданні переваги речовинам з більш високим вмістом ненасичених жирних кислот, таких як омега-3 та омега-9. Важливо також слідкувати за загальною кількістю споживаних жирів та калорій для підтримки оптимального здоров'я. Людям з захворюваннями серця, судин, ожирінням пропонується замінити тваринні жири оливковою олією, маслом авокадо або кунжутною олією. В цьому контексті слід звернути увагу на такий фрукт як авокадо. В його м'якоті, як і в оливковій олії, спостерігається високий вміст Омега-3 поліненасичених та мононенасичених жирних кислот. Поряд з цим, відмічається значна кількість таких біологічно активних сполук як фітостероли, токофероли, токотрієноли, каротиноїди, хлорофіли, феноли, органічні кислоти, ацетогеніни. Присутні мінерали - залізо, магній, фосфор і калій, цинк. Авокадо є несолодким фруктом та не містить холестерину. Вітаміну D в олії авокадо більше, ніж яйцях та вершковому маслі. Завдяки високому вмісту вітамінів А, В, Е, клітковини, стеринів і каротиноїдів має хороший потенціал для застосування у здоровому харчуванні.

Нами розроблено рецептуру булочного виробу з пюре авокадо (БА). Дозування підібрано таким чином, щоб загальний вміст жирів відповідав рецептурі в яку входить масло вершкове (БМ). В таблиці наведено результати розрахунку харчової цінності цих виробів. 100 г продукту з авокадо містить мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти, відповідно 60 г та 0,16 г.

Таблиця 1. Хімічний склад булочок

Виріб	Білки	Жири	Вуглеводи	ХВ	ЕЦ, ккал	Мінеральні речовини				
						К	Mg	P	Fe	Zn
						міліграм/100 г продукту				
БА	8,11	2,15	61,1	0,67	302	143,4	16,04	71,89	1,46	0,054
БМ	10,94	2,15	60,67	0,11	311	103,2	13,59	67,95	1,00	-

Отже, авокадо є відмінною альтернативною сировиною для дріжджових борошняних виробів, що містять жири.

УДК 664.661

А. В. Чернега, Г. В. Карпик к.т.н., доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ВИКОРИСТАННЯ ГОРІХІВ ЯК КОМПОНЕНТУ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

A. V. Cherneha, G. V. Karpyk, Ph.D., Assoc. Prof.

PROSPECTIVE DIRECTION OF USING NUTS AS A COMPONENT OF HEALTHY NUTRITION

Горіхова промисловість у світі стрімко розвивається. В Україні вирощування таких нішевих культур як горіхи стає популярним на рівні з технічними культурами. Таке зростання пов'язане з популяризацією споживання горіхів у світі та з новими дослідженнями, що доводять корисність для організму цих продуктів.

Широко продемонстрована користь горіхів для здоров'я людей, головним чином щодо покращення дисметаболических станів, таких як ожиріння, цукровий діабет 2 типу та пов'язаних з ним серцево-судинних захворювань. Порівняно з іншими горіхами, фісташки мають нижчу жирність і калорійність, а також містять найвищий рівень ненасичених жирних кислот, калію, токоферолів, фітостеролів - речовин, які добре відомі своєю антиоксидантною дією. За рахунок присутності вітаміну К, життєво важливого компонента проти хронічних вікових захворювань, фісташки мають протизапальну дію. У цих горіхах висока концентрація антиоксидантів лютеїну і зеаксантину, які сприяють здоров'ю очей. Вживання фісташок зміцнює імунну систему та допомагає їй краще боротися з інфекціями та вільними радикалами.

Оскільки надходження в організм горіхів в необхідній добовій кількості далеке від ідеального, науковці пропонують додавати їх до основного продукту харчування, наприклад хлібобулочних виробів. Споживання фісташок у складі білого хліба знижує постпрандіальну глікемію, підвищує рівень глюкагоноподібного пептиду та може мати інсулінзберігаючі властивості. Наявність горіхів у хлібі є зручним, доступним і прийнятним варіантом для споживачів.

Постало питання як зміниться якість хлібобулочного виробу від такого заходу. Проводили пробне лабораторне випікання з підбором оптимального дозування оздоровчого інгредієнта. До пшеничного борошна додавали борошно фісташкового горіха в кількості 4, 8, 12 %. Здійснено порівняння якості контрольної булочки і виробів з добавками. Найкраще зберігали форму виробу з 4 та 8 % горіхової складової.

Фісташкове борошно призводило до певного затемнення м'якушки. 12 % фісташків надає оливкового відтінку, який не властивий для хлібобулочних виробів. М'якушка пориста та еластична. Смак виробів не відрізнявся від контрольного, лише за дозування 12 %, відчувався ледь виражений горіховий присмак. Хрускіт при розжовуванні був відсутній у всіх зразках.

Таким чином, нами розроблено рецептуру булочки, що містить 8 % добавки фісташкового продукту. Таке дозування не змінює смаку виробів, покращує їх формостійкість та споживчі властивості.

Література.

1. Vadivel V, Kunyanga CN, Biesalski HK. Health benefits of nut consumption with special reference to body weight control. *Nutrition*. 2012 Nov-Dec;28(11-12):1089-97.
2. Вплив борошна знежиреного насіння олійних культур та порошку топінамбура на якість та безпечність житнього хліба / Н. В. Пашова, Г. І. Волощук, Н. М. Грегірчак, Г. В. Карпик // *Продовольчі ресурси*. - 2018. - № 11. - С. 139-147.

УДК 664.956

В. В. Дорожко

(Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна)

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ СНЕКІВ

V. V. Dorozhko

CURRENT ISSUES IN THE ADVANCEMENT OF FISH SNACK TECHNOLOGY

Рибне господарство в Україні відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічного розвитку країни. За останні роки відзначається значним зростанням обсягів виробництва, особливо у сфері аквакультури [1].

Сучасні технології стрімко змінюють харчову індустрію, впливають на індустрію виробництва продуктів харчування, які ведуть до розширення джерел сировинних ресурсів. Пандемія Covid-19 створила умови щодо переосмислення харчування населення. Переосмислення політики соціальної, екологічної та економічної складової визначило підходи до харчування Post-Covid 19 [2].

У зв'язку з цим, актуальним стає вивчення перспектив розвитку технологій продуктів харчування із рибної сировини.

Вже запущено в роботу онлайн-платформу «Риба-Допомога-Захист», яка консолідує в єдиній інформаційній системі дані про наявність риби та рибопродукції, що може бути використана для продовольчих потреб в умовах воєнного стану, переробні потужності для виробництва продукції з водних біоресурсів, продавців рибної продукції, можливості з надання послуг вантажних перевезень, волонтерські та інші організації, які можуть тим чи іншим шляхом сприяти забезпеченню продовольчої безпеки України.

Наразі більшість внутрішніх сировинних ресурсів – це 80% – становить прісноводна риба, яка вирощується завдяки аквакультури. Серед найпопулярніших видів можна виділити коропа, сазана та товстолобика. Ці види риби відзначаються не лише високими показниками виробництва, але й популярністю серед споживачів [3].

Важливою перевагою рибної галузі в Україні є її спроможність забезпечувати населення якісною та доступною продукцією. Зростання виробництва риби також сприяє створенню нових робочих місць та підтримці розвитку сільських територій.

У цілому, рибне господарство України продовжує розвиватися, впроваджуючи сучасні технології та стандарти у виробництво, щоб забезпечити сталість галузі та сприяти економічному зростанню країни.

На сьогоднішній день снекові продукти користуються популярністю серед споживачів у всьому світі. Сучасний темп життя зумовлює необхідність швидкого і зручного варіанту для перекусу.

Рибні снеки виступають як високоцінна альтернатива, оскільки вони не лише задовольняють потребу у перекусі, а й мають високу харчову цінність. Асортимент таких снеків різноманітний і включає солоно-сушені продукти, виготовлені з минтая, хека, бичків, тунця, окуня, тріски, камбали, ставридових та інших видів риби.

В умовах жорсткої конкуренції на ринку снеків важливо покращувати органолептичні характеристики продукції, підвищувати харчову цінність та продовжувати термін зберігання готових виробів. Інноваційні технології та використання нових інгредієнтів можуть сприяти цьому, роблячи рибні снеки більш привабливими для споживачів і відповідаючи сучасним вимогам щодо смаку, якості та здоров'я.

Впровадження перспективних технологій виробництва продуктів харчування із рибної сировини забезпечить високу конкурентоспроможність на європейському ринку споживання.

Література

1. Страшинська Л. В., Ніколаєнко І. В. Маркетингові аспекти розвитку ринку снєків в Україні. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. Т. 23, № 1. С. 75–84.
2. Дорошко В. Сучасні технології виробництва рибних снєків: тези доп. учасників Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference, Стокгольм, м. Сведен, 27–29 бер. 2023р. / Стокгольм, м. Сведен, 2023. С. 227–229.
3. Чукурна О.П. Технологія цінового позиціонування брендів. Науковий Вісник Херсонського державного університету. 2016. Вип. 17, ч. 4. С. 68–72.

УДК 641.56.338

А. С. Пахомова, В. С. Картель, канд. техн. наук, асистент
(Одеський національний технологічний університет, Україна)

ВЕГЕТАРИАНСЬКІ ТА ВЕГАНСЬКІ ОПЦІЇ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА - РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ

A. S. Pakhomova, V. S. Kartel, PhD, assistant
**VEGETARIAN AND VEGAN OPTIONS IN RESTAURANTS - EXPANDING
THE RANGE**

На сьогоднішній день спостерігається зростання популярності вегетаріанської та веганської дієт. Світова Організація Охорони Здоров'я повідомляє, що кількість вегетаріанців у 2021 році складала близько 1,4 млрд осіб, а веганів – приблизно 500 млн осіб. Це свідчить про необхідність розширення страв та кулінарної продукції для цієї категорії споживачів закладами ресторанного господарства [1].

Також збільшення попиту на вегетаріанські та веганські страви у ресторанах пов'язано із зусиллями ресторанів задовольнити потреби всіх клієнтів, включаючи тих, хто обирає вегетаріанський чи веганський стиль життя та в загальному дотримується концепції оздоровчого харчування та прагне зменшити споживання продуктів тваринного походження.

Проблематика дослідження полягає в необхідності визначення ефективних стратегій для галузі ресторанного господарства у відповідь на зростаючий попит на вегетаріанські та веганські страви. З урахуванням розширення цього ринку та збільшення кількості прихильників вегетаріанського та веганського харчування, ресторани стикаються з викликами, пов'язаними із задоволенням різноманітних потреб споживачів. Основні аспекти проблеми включають розробку інноваційних меню, які враховують дієтичні уподобання та очікування вегетаріанців і веганів, а також вирішення питань, пов'язаних із постачанням та обробкою інгредієнтів. Додатково, ресторани стикаються із завданням позиціонування себе в конкурентному середовищі, де росте конкуренція за увагу та лояльність клієнтів, особливо серед прихильників страв на основі рослинної сировини.

У світі спостерігається зростання популярності вегетаріанської та веганської дієт, що пояснюється кількома факторами. По-перше, зростає усвідомлення впливу харчування на здоров'я людини, де вегетаріанське та веганське харчування розглядається як більш здорова альтернатива традиційному раціону, що включає м'ясо. По-друге, зростає увага до екологічних проблем, пов'язаних з виробництвом м'яса, яке вважається одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища. По-третє, наростає гуманістичне ставлення до тварин, що виражається в відмові від вживання продуктів тваринного походження серед веганів.

В Україні спостерігається аналогічний тренд у зростанні кількості вегетаріанців і веганів. Згідно з дослідженням Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України у 2022 році, частка вегетаріанців у загальній популяції України становить близько 2 %, а веганів – близько 0,5 % [2]. Це зростання популярності в Україні може бути пояснене декількома чинниками. По-перше, зростає доступність вегетаріанських та веганських продуктів у супермаркетах та ресторанах. По-друге, збільшується кількість вегетаріанських та веганських громадських організацій, які активно проводять освітні кампанії та популяризують вегетаріанське та веганське харчування. По-третє, росте вплив соціальних медіа, де існує велика кількість спільнот, присвячених цій темі, що сприяє поширенню інформації та обміну досвідом серед зацікавлених осіб.

Зростання популярності вегетаріанської та веганської дієт приносить вигоди і споживачам, і виробникам їжі. Для перших це означає покращення здоров'я, зменшення екологічного впливу та підтримку добробуту тварин. Для останніх це відкриває нові можливості, такі як збільшення продажів вегетаріанських та веганських продуктів, а також розробка нових товарів та послуг для цільової аудиторії. Споживачі сьогодні більше відкриті до нових кулінарних вражень і активно шукають заклади харчування, які задовольняють їхні дієтичні потреби. Ресторани відгукуються на зростання попиту, пропонуючи альтернативні варіанти, такі як вегетаріанські та веганські меню, спеціальні акції та знижки для цільової аудиторії.

Одним із ключових моментів в цьому процесі є реагування ресторанів на зростання попиту та пред'явлення їм альтернативних варіантів, які враховують вподобання вегетаріанців і веганів. Це може включати в себе розробку вегетаріанських та веганських меню, а також впровадження спеціальних акцій чи знижок для привертання уваги цільової аудиторії. Заклади ресторанного господарства мають кілька можливих стратегій для розширення асортименту вегетаріанських та веганських страв. Однією з них є додавання вегетаріанських та веганських страв до основного меню, надаючи клієнтам більше варіантів або розробка альтернативних вегетаріанських страв, які дублюють традиційні позиції меню. Іншою стратегією є створення окремого, додаткового вегетаріанського та веганського меню, що може привернути увагу та задовольнити вибіркового гостей. Третій варіант - запропонувати повноцінне вегетаріанське або веганське меню, спрямоване на специфічний сегмент ринку.

При виборі стратегії важливо враховувати фактори, такі як цільова аудиторія, конкурентне середовище та фінансові можливості. Ресторанам рекомендується співпрацювати з досвідченими шеф-кухарами, які мають досвід у приготуванні вегетаріанських та веганських страв. Використання якісних інгредієнтів гарантує смачні та насичені страви, а маркетингові заходи допоможуть інформувати клієнтів про новинки у меню [3].

Висновок. Визначено необхідністю розробки ефективних стратегій для ресторанів, які мають відповісти на зростаючий попит на вегетаріанські та веганські страви. З ростом інтересу до цих типів харчування та збільшенням кількості прихильників, заклади ресторанного господарства стикаються з викликами, пов'язаними зі задоволенням різноманітних потреб споживачів.

Основні аспекти проблеми включають розробку інноваційних меню, які враховують дієтичні уподобання та очікування вегетаріанців і веганів, а також вирішення питань, пов'язаних із постачанням та обробкою інгредієнтів. Додатково, ресторани стикаються із завданням позиціонування себе в конкурентному середовищі, де росте конкуренція за увагу та лояльність клієнтів, особливо серед прихильників альтернативних дієт.

Дослідження спрямоване на визначення оптимальних стратегій для ресторанів щодо розширення асортименту вегетаріанських та веганських страв, а також виявлення факторів, які впливають на успішну імплементацію цих змін у галузі ресторанного бізнесу.

Література

1. Tucker, J., & Thompson, J. (2022). The growth of vegetarianism and veganism: implications for food and nutrition policy. *Food Policy*, 97, 102077
2. Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України. (2022). Соціодемографічний портрет України. Київ: НАН України.
3. Українська асоціація вегетаріанців. (2022). Вегетаріанське харчування в Україні: тенденції та перспективи. Київ: Українська асоціація вегетаріанців.

УДК 532.5

Д. Вітенько, Н. Зварич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ В МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСАХ.
АНАЛІЗ ПАРОГАЗОВОЇ ФАЗИ**

D. Vitenko, N. Zvarych

**HYDRODYNAMIC CAVITATION IN MASS TRANSFER PROCESSES.
ANALYSIS OF THE VAPOUR-GAS PHASE**

In pursuing advancing technological processes and crafting efficient devices, considering mass transfer processes, mainly through hydrodynamic cavitation, is crucial for energy and resource conservation [1]. Empirical studies have explored mass transfer during the dissolution of solids under hydrodynamic cavitation, emphasizing its significance [1]. Controlled hydrodynamic cavitation has been assessed for biological hydrogen methanation, demonstrating its potential to enhance gas-liquid mass transfer rates [2]. The exploration of thermal and cavitation effects reveals the potential of cavitation to improve heat and mass transfer processes in multicomponent liquid media [3]. Hydrodynamic cavitation's influence extends to diverse applications, including non-immersed ultraviolet systems for processing liquid food products [4]. Notably, it efficiently amplifies mass transfer from liquid to solid surfaces, positioning it as an energy-efficient technology for food processing and process intensification [5]. The realm of hydrodynamic cavitation significantly impacts both internal and external mass transfer coefficients [6]. Experimental inquiries have scrutinized mass transfer during the dissolution of solids under hydrodynamic cavitation, dissecting the influence of cavitation on diffusion and kinetic-controlled processes [7]. Employing both acoustic and hydrodynamic cavitation, studies have elevated the mass transfer coefficient of ozone, indicating cavitation's capacity to shape mass transfer dynamics across diverse applications [8]. Engineered reactor geometries in controlled hydrodynamic cavitation systems aim to enhance gas-liquid mass transfer rates [5]. These findings accentuate the considerable influence of hydrodynamic cavitation on internal and external mass transfer coefficients, affirming its potential to refine mass transfer processes in various industrial applications [6]. The intricate dynamics of vapor-gas cavitation bubbles play a pivotal role in comprehending the nuanced phenomenon of energy discretization in cavitation. The formation of cavitation bubbles results from abrupt changes in fluid pressure induced by fluctuations or turbulence within the medium. When a localized drop in pressure is triggered by sudden accelerations or changes in direction, vapor bubbles emerge. These bubbles originate from minute vapor pockets within the dissolved liquid, manifesting at low-pressure levels. During dynamic pressure changes, these microscopic bubbles undergo expansion, transforming into gas and steam bubbles. The subsequent phase involves the implosion or oscillation of these bubbles with considerable energy, releasing substantial energy into the surrounding liquid. This intricate process generates high-frequency sounds and vibrations and induces discrete changes in energy distribution within the medium. This specific characteristic of vapor-gas cavitation bubble dynamics delineates a distinctive mechanism of energy discretization during cavitation.

The reverberations from this phenomenon have far-reaching implications, as they can be harnessed to optimize and enhance the efficiency of various technological processes. By understanding and manipulating the dynamics of vapor-gas cavitation bubbles, industries can unlock novel avenues for improving energy transfer, enhancing fluid dynamics, and refining the overall performance of diverse systems. This knowledge is a valuable tool for engineers and researchers seeking to harness the power of cavitation in a controlled and beneficial

manner, thereby opening up possibilities for innovation across a spectrum of applications, from propulsion systems to industrial processes. The investigation delved into unraveling the intricate dance of cavitation bubbles within a static-type device featuring a tangential liquid supply [9]. The generation of bubbles through hydrodynamic cavitation was meticulously monitored using a high-speed camera capturing 125 frames per second, paired with a high-magnification lens. A strategic play of light sources behind the camera ensured optimal illumination for crisp imaging, while MATLAB's image analysis software sifted through 524 frames to detect and measure bubble sizes. Figure 1 offers a visual feast, showcasing the calculated bubble size distribution. In this visual exploration, we traced the cavitation zone's initiation and evolution, culminating in the mesmerizing moment of hydro-luminescence. At flow rates surpassing 35 m/s, cavitation materialized vividly—a choreography of a well-formed plume and the emergence of ethereal light. Beyond the cavitation bubbles, our observations extended to light phenomena within the narrow channel. A unfolded at a pressure drop of 1.9 MPa, revealing sparks along the downstream channel's central part. This investigation experimentally determined the vapor-gas phase—volume characteristics and average dimensions. The nuances of their evolution, tethered to the cavitation dynamics of the flow, were distilled into mathematical expressions, embodying the rhythmic heartbeat of this captivating, fluidic exploration.

References

1. Haoxuan Zheng, Ying Zheng , Jesse Zhu. Recent Developments in Hydrodynamic Cavitation Reactors: Cavitation Mechanism, Reactor Design, and Applications; Engineering ; Volume 19, December 2022, Pages 180-198.
2. AM Pavlenko, H Koshlak. Application of Thermal and Cavitation Effects for Heat and Mass Transfer Process Intensification in Multicomponent Liquid Media; Energies 2021, 14(23), 7996.
3. Feng Hong, Hailin Tian , Xi Yuan, Shuchang Liu, Qintian Peng, Yan Shi, Lei Jin, Liqun Ye, Jinping Jia d, Diwen Ying, Thomas Stephen Ramsey, Yingping Huang. CFD-assisted modeling of the hydrodynamic cavitation reactors for wastewater treatment — A review. Journal of Environmental Management Volume 321, 1 November 2022, 115982
4. Shalini S. Arya,a,* Pavankumar R. More,a Mayur R. Ladole,b Kakoli Pegu,a and Aniruddha B. Panditc. Non-thermal, energy efficient hydrodynamic cavitation for food processing, process intensification and extraction of natural bioactives: A review. Ultrason Sonochem. 2023 Aug; 98: 106504.
5. Liguang Song, Yuhang Wei, Chengqi Deng, Jingang Yang, Hao Sui, Feng Guo, Lingrun Meng, Xingda Zhao, Shiping Wei, Deping Sun, Zhitao Han, Minyi Xu and Xinxiang Pan. A Novel Method Based on Hydrodynamic Cavitation for Improving Nitric Oxide Removal Performance of NaClO₂
6. Tatiana Vitenko, Paweł Drożdżziel, Anna Rudawska. Industrial usage of hydrodynamic cavitation device. Advances in Science and Technology Research Journal Volume 12, No. 3, September 2018, pages 158–167.
7. Viten'ko, T.N., Gumnitskii, Y.M. Mass transfer during dissolution of solids using hydrodynamic cavitation devices. Theor Found Chem Eng 40, 598–603 (2006). <https://doi.org/10.1134/S0040579506060078>
8. Haoxuan Zheng, Ying Zheng, Jesse Zhu. Recent Developments in Hydrodynamic Cavitation Reactors: Cavitation Mechanism, Reactor Design, and Applications. Engineering Volume 19, December 2022, Pages 180-198.
9. Drozdziel, P.; Vitenko, T.; Voroshchuk, V.; Narizhnyy, S.; Snizhko, O. Discrete-Impulse Energy Supply in Milk and Dairy Product Processing. Materials 2021, 14, 4181. <https://doi.org/10.3390/ma14154181>

УДК : 502/504:57(477.81) 577.47: 504.054

В. В. Мартинюк^{1,2}; О. Б. Столяр¹, д.б.н., професор; Н. І. Хомик² к.т.н., доцент

(¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка)

(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АКУМУЛЯТИВНА ЗДАТНІСТЬ ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВПЛИВУ

V. V. Martuniuk, O. B. Stoliar Dr. Prof., N. I. Khomyk Ph.D., Assoc. Prof

ACCUMULATIVE CAPACITY OF BIVALVE MOLLUSC UNDER EXPERIMENTAL INFLUENCE

У структурі сучасних забруднювачів водного середовища дедалі більше занепокоєння викликає мікропластик. Серед прогнозованих наслідків цього забруднення чільне місце займає здатність мікропластику сорбувати на своїй поверхні гідрофобні молекули та діяти як вектор, сприяючи контакту цих ксенобіотиків з організмом.

Двостулкові молюски є загально визнаними біоіндикаторами стану водойм, оскільки вони, завдяки фільтруючому способу харчування та осілому способу життя, акумулюють забруднювачі водного середовища та володіють механізмами реакції на стрес та токсичність середовища консервативними у тваринному світі. Разом з тим, двостулкові молюски здатні адаптуватись до умов існування у природному біотопі, та відповідно, демонструють залежні від популяції відмінності у резистентності до впливу пошкоджуючих чинників.

Щодо потенційної токсичності мікропластику для двостулкових молюсків висновки суперечливі з огляду на високу фільтруючу активність організму, проте дослідження стосуються здебільшого гостротоксичної дії. Акумуляційну здатність двостулкового молюска *Unio tumidus* щодо мікропластику визначали за експериментального впливу концентрації 1мг/л. Перлівниця володіє високою здатністю акумулювати мікропластик із середовища з максимальною кількістю частинок у м'яких тканинах на 8-10 доби інкубації, що становить ≈ 350 частинок з розрахунку на організм порівняно з 9 частинками у контролі, та узгоджено зі зниженням його кількості у дослідному середовищі. Ці результати дозволяють стверджувати про доцільність використання перлівниці як індикаторного організму для оцінки вмісту мікропластику у водному середовищі.

Отже, прісноводний двостулковий молюск *U. tumidus* має здатність акумулювати мікропластик водного середовища та реагувати диференційовано на вплив мікропластику різних розмірів, що створює перспективи подальших досліджень.

Дослідження виконанні за грантом наданим Міністерством освіти і науки України Оксані Столяр (Проекти №М-70/2021 та №М-84/2021 Литовсько-Української та Французько-Української програм співробітництва).

Література

1. Martyniuk, V. V. (2022). Accumulation of microplastics in the bivalve mollusc *Unio tumidus* under experimental and field exposures. *Studia Biologica*, 16(4): 33–44. doi:10.30970/sbi.1604.694.
2. Martyniuk, V., Khoma, V., Matskiv, T., Baranovsky, V., Orlova-Hudim, K., Gylytė, B., Symchak, R., Matciuk, O., Gnatyshyna, L., Manusadžianas, L., & Stoliar, O. (2022). Indication of the impact of environmental stress on the responses of the bivalve mollusk *Unio tumidus* to ibuprofen and microplastics based on biomarkers of reductive stress and apoptosis. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 261, 109425. doi:10.1016/j.cbpc.2022.109425.
3. Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5, 14340. doi:10.1038/srep14340.
4. Prata, J. C., Reis, V., Matos, J., da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019). A new approach for routine quantification of microplastics using Nile Red and automated software (MP-VAT). *The Science of the Total Environment*, 690, 1277–1283. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.07.060.

УДК 620.1

Р. О. Баран

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КАВІТАЦІЙНІ ЯВИЩА

R. O. Baran

CAVITATION EFFECTS

Кавітація полягає в утворенні порожнин всередині рідини, які заповнені газом, паром або їх комбінацією (кавітаційні бульбашки), що порушує цілісність рідини. У сфері техніки кавітація може призвести до різноманітних наслідків, таких як гострий шум, зниження ефективності системи та пошкодження обладнання. Кавітація виникає при впливі звуку на рідину зі значною силою, яка перевищує певний пороговий рівень звукового тиску. Під час періодів різкого зменшення тиску, формуються кавітаційні бульбашки на місцях, які називають кавітаційними зародками. Ці зародки, зазвичай, утворюються з газових включень, що містяться в рідині, або на поверхні акустичних випромінювачів. Кавітаційні бульбашки групуються, утворюючи складні й змінні кавітаційні зони. Цей призводить до вібрацій, ударів та коливань, що можуть пошкодити з'єднання, призвести до слабкості кріпильних елементів, втрати цілісності різців, а також до руйнування ущільнень та втомного пошкодження деталей. Кавітація зменшує продуктивність машин та гвинтових пристроїв і може безпосередньо призвести до пошкодження поверхонь деталей, що піддаються її впливу. Щоб уникнути кавітації, можна спроектувати систему таким чином, щоб у всіх точках потоку тиск не падав нижче, ніж тиск пароутворення. Додавання до води речовин, які утворюють емульсії, наприклад, масел і емульгаторів, зменшує поверхневий натяг і знижує кавітаційне зношування.

Ефект кавітації може мати різноманітний вплив, який залежить від конкретного контексту його застосування. Наприклад, у медицині та косметології ультразвукова кавітація використовується для руйнування жирових відкладень, підтягнення шкіри та її оздоровлення. Ця процедура розглядається як безпечна, але може мати обмеження та побічні ефекти, тому важливо дотримуватися рекомендацій кваліфікованих фахівців.

У промисловості кавітація застосовується для очищення технічних пристроїв та активізації процесів масообміну. Для виклику кавітації використовують ультразвукові хвилі, а знищення кавітаційних бульбашок використовується для очищення поверхонь. Але в гідродинамічних системах, таких як насоси та турбіни, кавітація може спричинити зношування та зниження їх ефективності, що є негативним наслідком. Таким чином, ефективне використання кавітації потребує уважного аналізу контексту та дотримання відповідних рекомендацій. Також у промисловості часто використовується кавітація для двох цілей: для гомогенізації котельного палива з метою підвищення його енергетичної цінності під час згорання та для змішування часток у харчовій промисловості. При такому застосуванні кавітації відбувається значне зниження використання агресивних та отруйних речовин у технологічних процесах.

У виробництві електронних приладів широко застосовується ультразвукова кавітація для очищення та обробки деталей. Цей процес базується на створенні й руйнуванні надрізних кавітаційних бульбашок у рідині за допомогою ультразвукових хвиль. Після вибухів цих кавітаційних бульбашок відбувається інтенсивне мікрошарове оброблення поверхні, що призводить до її очищення від забруднень і окислів. Також цей процес підвищує адгезію фарби, лаку або клею до обробленої поверхні. Ультразвукова кавітація також використовується для створення наноструктурних покриттів на деталях, що поліпшує їхню міцність та стійкість до зношування.

Таким чином, кавітаційні явища являють собою досить потужний інструмент, який при належному підході можна з вигодою використати на користь.

Література

1. Drozdziel, P.; Vitenko, T.; Voroshchuk, V.; Narizhnyy, S.; Snizhko, O. Discrete-Impulse Energy Supply in Milk and Dairy Product Processing. Materials 2021, 14, 4181. <https://doi.org/10.3390/ma14154181>

УДК 637.234.2.001.8

Р. В. Паперняк; М. М. Шинкарик, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА МАСЛА У МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧАХ

R. V. Paperniak, M. M. Shynkaryk, Ph.D.

IMPROVEMENT OF BUTTER IN BUTTER MAKERS

Найбільш поширеним способом виробництва масла в Україні є спосіб ВЖВ – перетворення високожирних вершків. Суть способу полягає в тому, що вершки піддають двократному сепаруванню і далі високожирні вершки, які за вмістом молочного жиру відповідають масовій частці жиру у готовому продукті, піддають термомеханічній обробці з метою зміни виду емульсії і її перетворення із жир в плазмі у плазма в жирі. Таким чином одержуємо відповідну структуру масла.

Для охолодження і оброблення ВЖВ використовуються скребкові теплообмінники двох типів – пластинчасті і циліндрові, проте на виході із апаратів масло має рідку – сметано подібну консистенцію, тобто процес кристалізації молочного жиру не завершений.

Скребковий теплообмінник пластинчастого типу складається з продуктових і розсільних пластин, розміщених на валі і стягнутих штангами з двох сторін. Продуктові пластини є фактично рамами, які разом із суміжними розсільними пластинами утворюють зону охолодження. Оброблення масла відбувається турбулізаторами, встановленими на центральному валі.

У циліндрових охолоджувачах – обробниках масло охолоджується на циліндровій поверхні, яка омивається холодоносієм і зішкрябається ножом.

Для оцінювання виробничих характеристик апаратів можна використати два параметри – витрати потужності та якість обробки масла. Щодо маслоутворювачів циліндричного типу, то витрати електроенергії у них значно менші чим у маслоутворювачів пластинчастого типу. Якщо в маслоутворювачі Т1-ОМ-2М витрати потужності 3,1 Вт/кг то в масловиготовлювачі Я5-ОМС-1 - 18,2 Вт/кг. Проте пластинчасті маслоутворювачі характеризуються значно кращою якістю масла, але виготовлене масло в обох випадках характеризується незавершеним процесом кристалізації.

Для більш повного завершення процесу кристалізації молочного жиру удосконалення конструкцій пішло двома шляхами: підвищення термомеханічної обробки вершків і збільшення тривалості кристалізації молочного жиру.

З цією метою у конструкціях апаратів встановлені дистабілізатори та продовжений час кристалізації у трубі діаметром 100 мм і довжиною до 3м. Очевидно, що такі апарати займають велику площу і не є ефективними, оскільки в них залишаються ті ж недоліки, які стосуються витрат енергоресурсів і якості масла.

Запропоновано на першому етапі охолодження і оброблення масла до температури початку кристалізації молочного жиру використати скребковий пластинчастий теплообмінник, а далі – скребковий циліндричний теплообмінник, а також охолодження високожирних вершків проводити крижаною водою. Це зменшить витрати потужності у пластинчастому теплообміннику (не буде примерзання вершків), а в циліндровому можна збільшити тривалість перебування до завершення кристалізації тригліцеридів.

УДК 664.8

А. В. Корнійчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК

A. V. Korniiichuk

APPLICATION FEATURES OF HAMMER MILLS

Подрібнення є процесом механічного руйнування твердих тіл під дією зовнішніх сил. Промислова реалізація подрібнення має ряд особливостей, серед яких можна виділити наявність таких властивостей предметів руйнування, як їх вологість, в'язкість, пружність і тому подібне. У зв'язку з цим, подрібнення цих предметів вимагає розробки подрібнювачів спеціальної цільової конструкції.

До найбільш поширених відносяться дробарки ударної дії. Їх застосовують для подрібнення значної номенклатури харчових продуктів і хімічної сировини. На подібних матеріалах дробарки ударної дії дозволяють досягати великих ступенів подрібнення, а простота конструкції, низька металоемність, можливість виготовлення машини великої продуктивності і зручність обслуговування роблять їхнє застосування ефективним. Одним із найбільш поширених видів дробарок ударної дії є молоткові.

Переваги застосування молоткових дробарок:

- Висока продуктивність. Молоткові дробарки можуть подрібнювати великі кількості матеріалу за короткий час. Це дозволяє підвищити ефективність переробки матеріалів і скоротити час виробництва.
- Рівномірний ступінь подрібнення. Молоткові дробарки забезпечують рівномірний ступінь подрібнення матеріалу, що важливо для багатьох технологічних процесів. Це дозволяє отримати продукт високої якості, який відповідає вимогам стандартів.
- Широкий діапазон подрібнення. Молоткові дробарки можуть подрібнювати матеріал від крупного до дрібного. Це дозволяє використовувати їх для різних цілей, наприклад, для виробництва будівельних матеріалів, харчових продуктів, кормів для тварин і т. д.
- Невисока вартість. Молоткові дробарки є відносно недорогими в порівнянні з іншими типами дробарок. Це дозволяє їм бути доступними для широкого кола підприємств.

Недоліки застосування молоткових дробарок:

- Висока енергоемність. Молоткові дробарки вимагають значних витрат енергії для подрібнення матеріалу. Це може призвести до підвищення собівартості виробництва.
- Висока шумність. Молоткові дробарки працюють з високим шумом. Це може бути шкідливим для здоров'я працівників.
- Виділення пилу. Молоткові дробарки виділяють пил, який може бути шкідливим для здоров'я працівників і навколишнього середовища.

Молоткові дробарки є універсальними машинами, які мають ряд переваг. Вони можуть застосовуватися в різних галузях промисловості для подрібнення різних матеріалів. Однак, вони мають і деякі недоліки, які необхідно враховувати при виборі обладнання.

Для зниження енергоемності і шумності молоткових дробарок можна використовувати сучасні технології, такі як рекуператор енергії, шумоглушники і т. д. Для зниження викидів пилу можна використовувати пилоуловлювачі.

Література

1. Олександр Смолій, Віктор Ворошук. 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", 3-7 квітня 2023 р. К., НУХТ, 2023 р. Ч.2. С. 36.

УДК 663.6

А.-І. М. Голояд

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОДОВЕНЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СПИРТУ

А.-І. М. Holoiad

APPLICATION OF MALTHOUSES IN ALCOHOL PRODUCTION

Солодовні є важливим елементом виробництва спирту. Вони забезпечують сировиною для виробництва спирту, визначають якість і формують собівартість виробництва спирту.

У пневматичних солодовнях замочене зерно проростає на ситах, під які вентилятором нагнітається кондиціоноване повітря. Для подачі повітря прокладається загальний канал з індивідуальним підведенням до кожного сита. Повітряний канал служить одночасно і для відведення промивних вод в каналізацію. Для запобігання витоку повітря каналізаційні трапи обладнані гідравлічними затворами. Регулюють подачу повітря шиберами, що є на кожному лотку. Процес перелопачування солоду зараз механізований.

Пневматичні солодовні бувають різної конструкції: ящичні, барабанні і шахтні. На спиртових заводах найбільшого поширення набули ящичні солодовні.

Ящична пневматична солодовня з шнековим перетрушувачем складається з прямокутних бетонних або цегельних ящиків (відсіків), в яких на каркасах розташовані металеві сита з штапованими отворами. Долівка робиться з ухилом 3-5 мм на 1 м довжини до середини і уздовж ящика для стоку води в каналізацію, а також напрями повітряного потоку. Висота підситового простору 0,7-0,8 м. Сита укладають на рами і кріплять шарнірними петлями, на яких вони піднімаються, відкриваючи доступ в підситовий простір для чищення і миття. На подовжні стіни ящиків укріплюють рейки, які служать опорою для катків перетрушувача.

Шнековий перетрушувач солоду є візком, що катками спирається на рейки, укладені уздовж ящика. На траверсі візка встановлені вертикальні шнеки лівого і правого обертання. При обертанні шнеки захоплюють нижні шари солоду на ситах і піднімають у верхню частину ящика, тим самим зворушивши зерно і створюючи нормальні умови для його пророщування.

Ящична пневматична солодовня з пересувною грядкою - це довгий ящик, викладений ситами. Підситовий простір цегельними або бетонними перегородками розділений на 16-18 секцій (відділень). На подовжні стінки ящика укладені рейки, по яких за допомогою каретки переміщається ковшовий перетрушувач. Якщо у солодовні декілька солодовирощувальних ящиків, то перетрушувач на візку переміщається від одного ящика до іншого.

До найбільш технологічних перетрушувачів відносять ковшові, головною частиною якого є каретка нескінченного ланцюгового конвеєра з ковшами. Ковші розміщуються по всій ширині ящика. Для робочого ходу перетрушувача один кінець ковшового конвеєра опускається в крайнє нижнє положення, при якому ковші не доходять до ситчатого дна ящика всього на 10-15 мм, наводяться в рух конвеєр і каретка перетрушувача. Ковші конвеєра зачерпують солод і перекидають його назад по ходу каретки, яка в цей час повільно рухається вперед. При цьому солод не лише переміщується, але і переміщається уздовж ящика.

Ковшові зворушувачі дозволяють ефективно зворушувати великі обсяги солоду, забезпечуючи необхідний рівень оброблення зерна і відіграють важливу роль при виробництві спирту.

Література

1. Кобзар І. Зношування елементів обладнання у харчовій промисловості / Кобзар І., Криворучко О., Ворошук Віктор Ярославович // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 28-29 квітня 2022 р. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 93. — (Механічна інженерія).

УДК 637.52

І. В. Прунько

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ НАПОВНЕННЯ ФАРШЕМ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ НАГНІТАЧАМИ

I. V. Prunko

ANALYSIS OF THE PROCESS OF FILLING SAUSAGES WITH MINCED MEAT USING STUFFERS

Наповнення ковбасної оболонки фаршем є одним з найважливіших етапів виробництва ковбасних виробів. Від якості цього процесу залежить зовнішній вигляд, консистенція та смакові якості готового продукту.

Процес наповнення ковбасної оболонки фаршем складається з наступних етапів:

1. Підготовка фаршу. Фарш повинен бути однорідним, без грудок та бульбашок повітря. Для цього його перемішують, подрібнюють і додають розсіл, спеції та інші добавки згідно рецептури.

2. Підготовка оболонки. Оболонка повинна бути чистою, сухою та без пошкоджень. У випадку натурального походження її промивають, дезінфікують та висушують.

3. Наповнення оболонки фаршем. Фарш нагнітається в оболонку за допомогою спеціального обладнання - нагнітача. Нагнітач може бути поршневым, роторним або шнековим.

4. Формування ковбасного виробу. Після нагнітання фаршу в оболонку ковбасний виріб формується. Формування може бути ручним або автоматичним. Ручне формування здійснюється за допомогою спеціальних пристосувань, таких як штуцери та насадки. Автоматичне формування здійснюється за допомогою спеціального обладнання - формувальної машини.

Якість наповнення ковбасної оболонки фаршем має важливий вплив на якість ковбасних виробів. Від якості наповнення залежить:

- Однорідність розподілу фаршу в оболонці. Однорідний розподіл фаршу забезпечує рівномірну структуру та смакові якості готового продукту.

- Форма ковбасного виробу. Правильна форма ковбасного виробу забезпечує його привабливий зовнішній вигляд.

- Герметичність оболонки. Герметичність оболонки забезпечує збереження якості ковбасного виробу під час зберігання та транспортування.

Важливу роль у процесі наповнення ковбасних виробів займає вакуумування фаршу в процесі нагнітання. При цьому досягається наступне.

Відсутність бульбашок повітря. Бульбашки повітря в фарші можуть привести до порушення його структури, а також до появи неприємного смаку та запаху готового продукту. Вакуумування дозволяє видалити бульбашки повітря з фаршу, забезпечуючи його однорідність та високі смакові якості.

Однорідність розподілу фаршу в оболонці. Вакуумування сприяє рівномірному розподілу фаршу в оболонці, запобігаючи утворенню пустот. Це забезпечує привабливий зовнішній вигляд та рівномірну структуру готового продукту.

Збереження смаку та аромату фаршу. Вакуумування сприяє збереженню смаку та аромату фаршу, оскільки запобігає контакту фаршу з повітрям. Це забезпечує високі смакові якості готового продукту.

Збільшення терміну зберігання продукту. Вакуумування сприяє збільшенню терміну зберігання продукту, оскільки запобігає проникненню повітря та мікроорганізмів всередину ковбасного виробу.

Вакуумування при наповненні ковбасної оболонки фаршем у промисловості є ефективним методом, який дозволяє поліпшити якість ковбасних виробів та підвищити їх конкурентоспроможність.

Література

1. Кравченко Р. Оцінка надійності обладнання харчової промисловості / Кравченко Р., Фік М., Ворощук В. Я. // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», 28-29 квітня 2022 р. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 94. — (Механічна інженерія).

УДК 664.7

М. А. Тримбашевський; Т. П. Друк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА

М. А. Trymbashevskiy; T. P. Druk

ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS FOR DOUGH MIXING

Розвиток хлібопекарської промисловості у світі свідчить, що сьогодні пріоритет мають технології, що забезпечують максимальне збереження у готовому продукті смакових і харчових властивостей первинної сировини. Особливо це стосується хлібобулочних виробів, термічна обробка яких призводить до значних втрат смакових, харчових властивостей. Тому сучасні тенденції тістоприготування повинні базуватися на оптимізації наукових досліджень з подальшим оперативним впровадженням їх результатів у промисловості. Ефективну роль у виконанні цих досліджень все більше відіграють багатофункціональні можливості машин, що відбуваються в різних зонах робочих камер (змішування, гомогенізація, диспергування, багатократність течії та ін.).

В даний час в хлібопекарській промисловості розвинених країн використовується велика кількість різноманітних тістомісильних машин. Тістомісильні машини займають одне з провідних місць в технологічній лінії при виготовленні хлібобулочних виробів. Якість замісу опари та тіста суттєво впливає на якість готових виробів. Основними етапами технологічного процесу замішування тіста є підготовка вихідних компонентів, їх дозування, перемішування. Однорідність тіста є основною вимогою якості, адже від того, наскільки рівномірно окремі компоненти будуть розподілені в основному об'ємі, залежать характеристики одержаного готового продукту. Саме тому тістомісильна машина є найбільш відповідальним обладнанням технологічного ланцюга з виготовлення хлібобулочних виробів.

На сучасному етапі розвитку хлібопекарської промисловості для виробництва хлібобулочних виробів використовуються тістомісильні машини різних конструкцій. Найбільш поширеними є машини циклічної та безперервної дії. Причому, частіш за все зустрічаються періодичні (циклічні) тістомісильні машини з горизонтальним та вертикальним привідним валом. Вони характеризуються гнучкістю при роботі із компонентами різного складу, а циклічність процесу замішування дозволяє готувати їх в об'ємі, що дорівнює одному замісу. Для вивчення та удосконалення різного класу тістомісильних машин необхідно знати їх структуру та функціональне призначення окремих конструктивних елементів. При сучасній різноманітності тістомісильних машин, що використовується в хлібопекарській промисловості, їх можна класифікувати за загальними ознаками:

- характером (способом) дії на компоненти, що обробляються;
- структурою робочого циклу;
- ступенем механізації та автоматизації;
- принципом взаємозв'язку у виробничому потоці;
- функціональною ознакою.

У сучасних машинах робочий орган має постійну і незмінну геометричну форму, певне місце і просторову орієнтацію в ємкості. За класичною схемою побудовані, наприклад, тістомісильні машини А2-ХТБ, ІС-120, ДК, І8-ХТА, А2-ХТТ, машини європейських виробників і багато інших. При таких схемах можна регулювати тільки число обертів її робочого органу. У відомих вітчизняних тістомісильних машинах число обертів в основному не регулюється. Таким чином, практично відсутня можливість впливати на якість перемішування. Такі тістомісильні машини конструктивно є складними в управлінні та обслуговуванні. До такого класу тістомісильних машин відносяться «Твіді», ІМК-150, «Таглавіні» (Італія), «Глімек» (Швеція), «Діосна» (Німеччина).

Машина з одним робочим органом по своїй конструкції є простими. В них виконавчі механізми характеризуються умовами роботи місильного робочого органу. Робочий орган знаходиться у безпосередньому контакті з компонентами, які замішуються продовж всього циклу. Тому вони працюють у постійно змінних умовах. До такого класу машин мажна віднести вище згадані та ИС-120, ESI-140/80, ДК, А2-ХТБ і багато інших.

Відомі також тістомісильні машини безперервної і періодичної роботи, робочі органи яких знаходяться в контакті з компонентами, що замішуються, лише на протязі частини циклу руху (робоче переміщення). Інший час робочі органи знаходяться в неробочому положенні (холосте переміщення). До такого класу машин мажна віднести ТММ-1М, Т1-ХТ2А, фірми «Луїзель» (Франція), «Діосна» (Німеччина). Тістомісильні машини приводять в рух робочі органи, головним чином, індивідуальними електродвигунами.

Необхідність зменшувати витрати енергії на заміс обумовлює відмову деяких виробників тістомісильного обладнання від обертання діжі. Щоб забезпечити при цьому якісний заміс, необхідно за допомогою робочого органу забезпечити достатню циркуляцію тіста.

Проблема узгодження робочих режимів обладнання для замішування з параметрами сировини та іншими складовими рецептури, вирішується різними винахідниками по-різному.

Необхідно передбачити, щоб робочі органи машини виконували таку механічну дію на компоненти, яка буде спрямована на створення умов для різних процесів та операції, зв'язаних певною послідовністю. Така машина забезпечить прискорення процесів, економію праці та виробничих площ, зменшення втрат, зниження використання енергії та зменшення експлуатаційних витрат.

Аналіз існуючого обладнання та технологій показує, що в провідних фірмах-виробниках тістомісильної техніки для хлібопекарської галузі в даний час існує стійка тенденція до створення комп'ютерно-керованих технологічних машин та інтегральних технологій. Однак слід підкреслити, що робочі органи існуючих машин мають постійну і незмінну геометричну форму. Регулюється в таких машинах лише число обертів привідного валу. Цілком очевидно, що такі технічні рішення нічого принципово нового не дають, але серйозно ускладнюють кінематику машини, її обслуговування та управління.

Проте природні обмеження, що пов'язані з швидкостями протікання в тісті фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів – є серйозною перешкодою для подальшого розвитку цього напрямку.

Аналіз якості хлібобулочних виробів підтверджує, що багато технологічних процесів замішування вже досягли або наблизилися до своїх граничних параметрів. Спроба подальшого їх прискорення за рахунок інтенсифікації роботи машин шляхом підвищення робочих параметрів може привести до суттєвого погіршення якості готових виробів.

З короткого аналізу особливостей і стану сучасного обладнання і способів процесу замішування випливає, що проблема пошуку нових напрямків у харчовому машинобудуванні і способів замішування, які вирішили б частково або повністю перераховані проблеми, як і раніше надзвичайно актуальна.

Література

1. Кравченко Р. Оцінка надійності обладнання харчової промисловості / Кравченко Р., Фік М., Ворошук В. Я. // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 28-29 квітня 2022 р. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 94. — (Механічна інженерія).

УДК 664.7

М. С. Маракін, Д. Р. Гавліч

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БОРОШНА В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА

M. S. Marakin, D. R. Havlich

FORMATION OF FLOUR QUALITY IN THE PRODUCTION PROCESS

Формування якості борошна в процесі виробництва є складним та багаторівневим процесом, який включає ряд кроків та управлінських заходів для досягнення бажаних характеристик продукту. Основні аспекти формування якості борошна включають:

- Підготовка сировини: якість борошна значно залежить від якості вихідного сировини, а саме зерна пшениці. Вибір відповідного сорту пшениці, його вологовмісту, клейкості та інших характеристик є ключовим для успішного формування якості. Також такі фактори, як удобрення, обробка, умови зберігання та обробка після збору можуть впливати на якість борошна.

- Помел та підготовка борошна: процес помелу включає дертьовий та розмельний етапи. Дертьовий етап забезпечує зняття оболонки та отримання крупки, а розмельний етап відповідає за здрібнення крупки до бажаного розміру. Під час цих етапів формується текстура та розмір часток борошна. Принципи руйнування зерна визначаються конкретним типом обладнання та його параметрами (швидкість, тиск, конструкція робочих елементів). Важливо враховувати, що правильний вибір подрібнюючої машини залежить від конкретного завдання, типу зерна та очікуваних характеристик продукту.

- Регулювання якості за допомогою технологічних параметрів: керування технологічними параметрами, такими як тиск, температура, час подрібнення та інші, впливає на фізико-хімічні властивості борошна. Це дозволяє досягти бажаної консистенції та характеристик продукту.

- СОРТУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ: борошно поділяється на різні сорти в залежності від його зольності, колориту, текстури та інших параметрів. Цей етап формування якості дозволяє отримати різні види борошна для різних виробів.

- Контроль якості: системи контролю якості включають в себе використання сучасних аналітичних методів для оцінки характеристик борошна. Вимірюються такі параметри, як вологість, протеїни, зольність, кольорові показники та інші.

- Формування сортів: додатковим етапом є формування різних сортів борошна шляхом змішування різних партій з різними характеристиками. Формування різних сортів борошна - це комплексний процес, який вимагає уваги до деталей та контролю якості на кожному етапі виробництва. В результаті цього процесу можна отримати борошно з різним вмістом протеїнів, текстурою та іншими характеристиками для виробництва різних видів хлібобулочних виробів.

- Управління виробництвом: оптимізація та управління всім процесом виробництва, включаючи регулювання обладнання, моніторинг технологічних параметрів та введення коректив за необхідності.

Забезпечення високої якості борошна вимагає ретельного контролю усіх характеристик на кожному етапі виробництва, починаючи від вибору сировини і закінчуючи контролем якості готового борошна. Загальний успіх формування якості борошна визначається впливом всіх цих аспектів на характеристики кінцевого продукту, такі як структура тіста, смак, аромат та інші властивості хлібобулочних виробів.

УДК 637.3

М. І. Шпікула

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ МОРОЗИВА

М. I. Spicula

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF THE ICE CREAM MILLING PROCESS

У технологічному процесі виробництва морозива розрізняють дві групи операцій: приготування суміші і виготовлення морозива із суміші. Приготування суміші здійснюється в машинах і апаратах загального призначення, а основною операцією другої стадії є фрізерування.

Для фрізерування застосовують спеціальні машини – фрізери, що можуть бути виготовлені у вигляді горизонтальної чи вертикальної конструкції.

Досліджувати режими роботи даного апарату можна шляхом зміни температури морозива, збільшуючи чи зменшуючи температуру холодоагенту, а також збільшуючи кількість обертів робочого органу апарату. При цьому слід виконувати заходи із контролю параметрів готової продукції, продуктивності та енергоспоживання.

Було проведено дослідження залежності продуктивності фрізера марки FC-200 від температури морозива

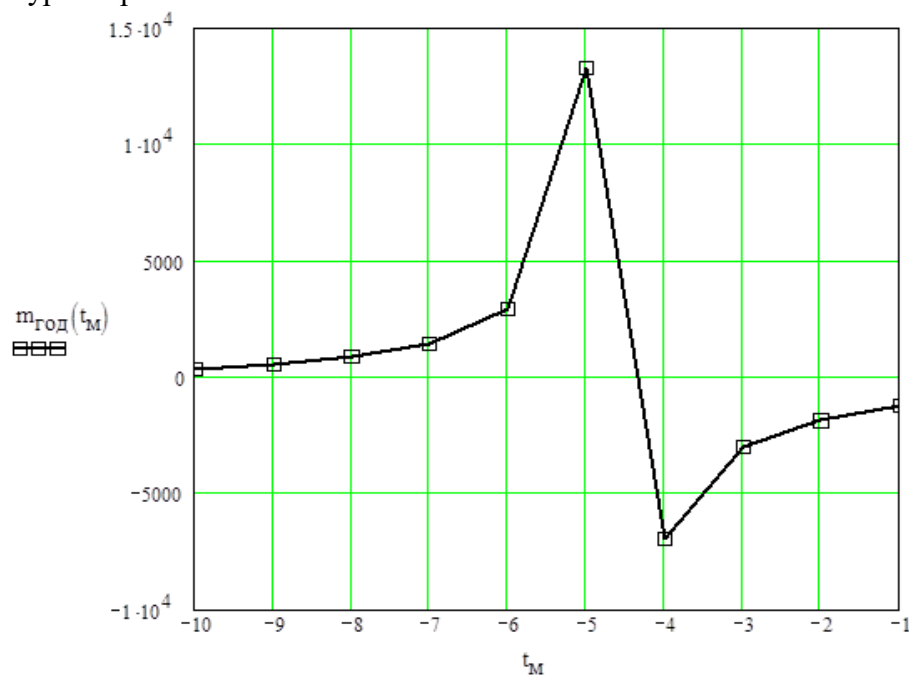


Рисунок. Залежність продуктивності фрізера від температури морозива.

Аналіз результатів досліджень дозволив зробити висновок, що раціональним значенням температури морозива, з точки зору максимальної продуктивності фрізера, становить -5°C .

Перспективним напрямком дослідження також є визначення ступеня насиченості морозива повітрям. При цьому завдання дослідження полягає у виборі найбільш оптимальних режимів роботи машини з метою отримання найбільш раціональних значень ступеня насичення продукту повітрям.

УДК 637.12

Р. В. Береговий, Н. М. Кость, М. М. Череватий, О. І. Бакалець
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКІВ МОЛОКА

R.V. Beregovyy, N. M. Kost, M. M. Cherevatyy, O. I. Bakalets
METHODS OF THE MILK PROTEINS RESEARCH

Історія вивчення білків молока може бути розбита на три періоди. Перший період тривав до того часу, як було встановлено само поняття білки, як природну органічну сполуку. Це сталося в кінці VIII і на початку IX століть. Необхідно відзначити, що вивчення білків, як сполук тісно пов'язано саме з молоком. Отже, на першому етапі вивчення білків молока були описані процеси коагуляції або за сучасними поняттями – денатурації молока за дії кислоти або нагрівання. Емпірично встановлено факт розділення двох груп білків молока – казеїнів і білків сироватки молока. Назва “казеїни” походить від слова “казеус”, що означає сир. На цьому ж етапі було описано явище згортання молока за дії субстанцій, які виділялися зі шлунку. Зрозуміло, що тодішній рівень науки не дозволяв розкрити як будову білків молока, так і механізм описаних процесів.

Другий етап вивчення білків молока пов'язаний з розвитком біохімії, генетики, біофізики, хімічних наук. Він розпочався у XX столітті і тривав до початку XI століття. З використанням нових методів, які тоді були відкриті, а саме ультрацентрифугування, різних видів електрофорезу і хроматографії, були виділені основні фракції білків. Далі була встановлена їх первинна структура, вивчено властивості і розроблена класифікація і номенклатура. Класифікація уточнювалась шість разів. Шоста редакція (2004 р.) є дійсною до сьогоднішнього дня. Тоді ж було рекомендовано методи для ідентифікації і кількісного визначення білків. Для казеїнів – це електрофорез в присутності карбаміду, а для білків сироватки – це електрофорез в присутності додецилсульфату натрію.

Третій, сучасний, етап вивчення білків молока почався у 2000-х роках. З використанням сучасних видів електрофорезу, високо-ефективної хроматографії, мас-спектрофотометрії дослідження були і є направлені на ідентифікацію і виділення численних мінорних білків молока, зокрема білків протеозо-пептонної фракції і дуже цікавої групи білків жирових кульок молока. Ці дослідження тривають і в наш час.

Висновки. Протеїни молока характеризуються високою гетерогенністю і потребують подальшого вивчення з використанням новітніх фізико-хімічних і біологічних методів.

УДК 637.3

М. А. Стадницький, В. І. Кравець

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГОМОГЕНІЗАТОРА КЛАПАННОГО ТИПУ

М. А. Stadnytskyi, V. I. Kravets

INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF VALVE TYPE HOMOGENIZER

У гомогенізаторі клапанного типу продукт подається під тиском в кільцевий канал між сідлом і клапаном, що створюється багатоплунжерним насосом. Подрібнення жирових кульок і збільшення їх дисперсності відбувається при проходженні продукту через канал зі швидкістю 200 м/с, при цьому кількість жирових кульок збільшується в 200-500 разів, а їх сумарна поверхня в 6-10 разів.

На основі отриманих експериментально даних побудували універсальну характеристику гомогенізатора (рис. 1), яка є залежністю між його продуктивністю, потужністю та ККД.

Ще одним важливим показником роботи плунжерного гомогенізатора є кавітаційна характеристики. Її зняття вимагає встановлення мановакууметра на всмоктуючій стороні гомогенізатора. Початок кавітації визначають за початком зниження подачі більш ніж на 2%. Кавітаційна крива показує особливості роботи гомогенізатора на його всмоктуючої стороні і дозволяє вирішити завдання щодо покращення умов роботи в конкретному випадку.

Відповідно до отриманої кавітаційної характеристики гомогенізатора (рис. 2) вакууметрична висота всмоктування $H_{\text{вак}}$, що становить близько 6,5 м, є критичною $H_{\text{вак кр}}$. Таким чином, для нормальної роботи гомогенізатора гідравлічний опір на всмоктуючій стороні у вигляд труб, поворотів та кранів не повинний перевищувати $H_{\text{вак кр}}$, тобто 6,5 м.

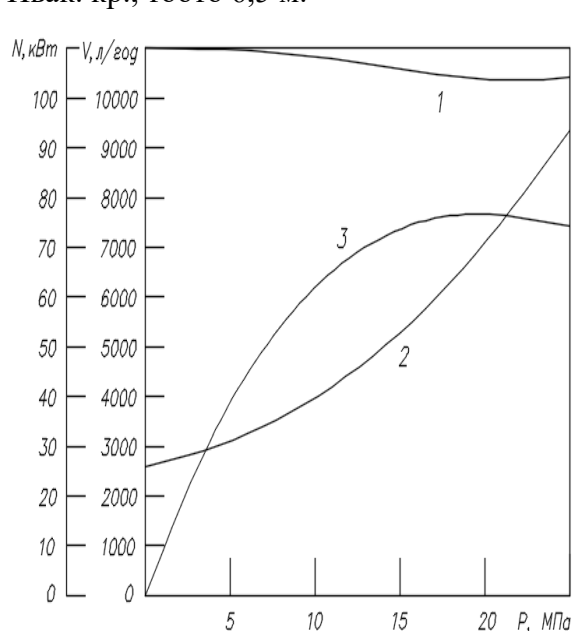


Рисунок 1. Універсальна характеристика роботи гомогенізатора

1 – крива продуктивності; 2 – крива потужності; 3 – крива механічного ККД

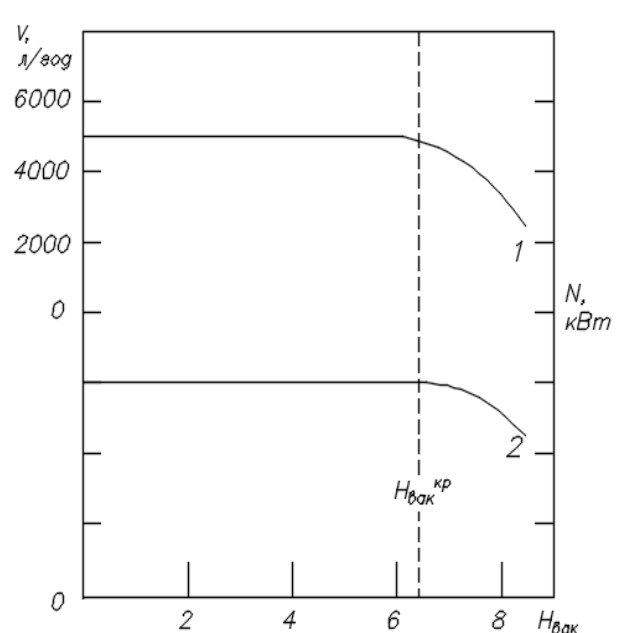


Рисунок 2. Кавітаційна характеристика гомогенізатора

1 – продуктивність; 2 – потужність.

УДК 637.3

Р. Г. Погайдак; В. І. Кравець; О. І. Кравець, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗМІНА РОЗМІРІВ ЧАСТОК КАЗЕЇНУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО СУШІННЯ В УСТАНОВЦІ ІЗ ПСЕВДО ЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

R. G. Pogaidak; V. I. Kravets; O. I. Kravets, Ph.D.

CHANGE IN THE SIZE OF CASEIN PARTICLES DURING ITS DRYING IN A FLUID BED DRYER

Одним з найбільш ефективних і продуктивних методів сушіння дисперсних матеріалів є оброблення у газодинамічному псевдозрідженому шарі, створюваному висхідним потоком газоподібного зріджуючого агента.

Широке впровадження цих апаратів у промислову практику пояснюється кількома позитивними аспектами: інтенсивне перемішування частинок у цьому стані допомагає майже однаково розподіляти температуру, уникнути значних місцевих перегрівів і відповідно зменшити порушення під час проходження через технологічні процеси.

З метою сушіння казеїну широко використовуються апарати із псевдо зрідженим шаром.

Гідродинаміка киплячого шару в значній мірі залежить від властивостей твердого сипучого матеріалу: його дисперсності, розмірів та форми частинок, густини та структури.

Результати досліджень показали, що зміна розмірів частинок казеїну проходить відносно стрімко на початку процесу сушіння (рис. 1) і з часом поступово сповільнюється. Очевидно, що дана зміна відбувається в результаті зменшення вологості часток казеїну (від 80% на початку сушіння, - до 12% у кінці (рис. 2), а також в наслідок руйнування більш крупних частинок під час псевдо-кипіння.

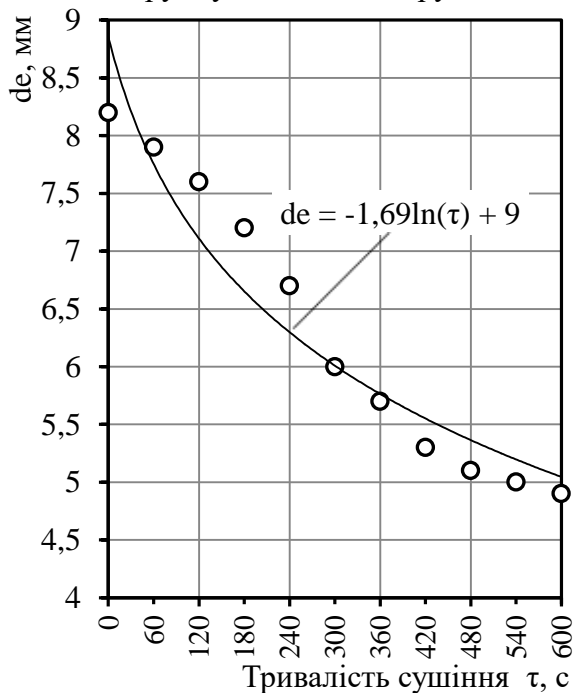


Рисунок 1. Зміна середніх розмірів

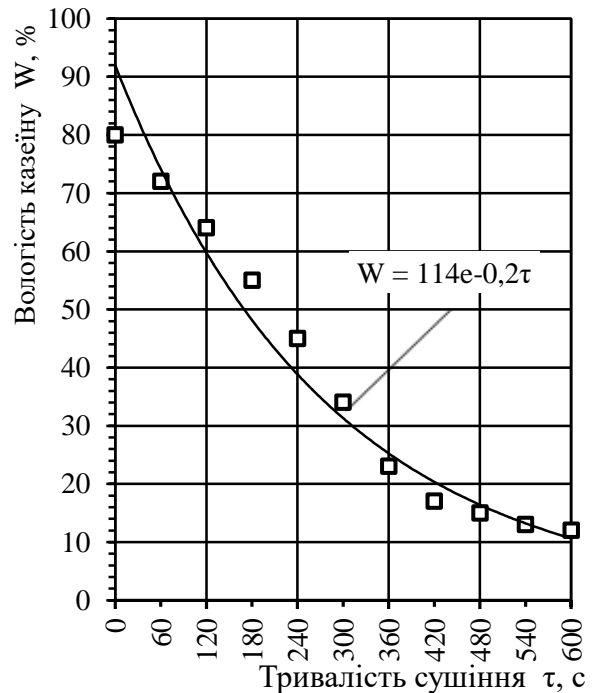


Рисунок 2. Зміна вологості казеїну в

частинок казеїну в процесі сушіння

процесі сушіння

УДК 664.61

С. І. Саварин, В. І. Саварин, Р. М. Варениця

(Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДХОДИ ДО КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МАШИН

S. I. Savaryn, V. I. Savaryn, R. M. Varenysia

APPROACHES TO DESIGNING WORKING SURFACES OF MACHINES

Сучасні технології приготування харчових середовищ мають відповідати ряду вимог, основними з яких є забезпечення високої якості при низькому рівні енергоспоживання. Спосіб інтенсивної обробки компонентів дозволяє впливати на комплексні зміни їх фракційного складу та фізико-хімічні властивості, які покращують важливі технологічні параметри [1].

Характеризуючи той чи інший вид обладнання для технологічного процесу обов'язково беруть до уваги не тільки його продуктивність, але і тривалість одного окремо взятого циклу, тобто тривалість дії робочих поверхонь на матеріал одної порції завантаження робочої камери. Таке приведення до тісної взаємодії різних мас продукції за рахунок підвищення контактуючої площі із метою отримання продукта необхідної консистенції або рівномірного розподілу домішок в основному об'ємі продукції.

Часто під останнім процесом розуміють деформаційні впливи. При деформації матеріалу є місце ряду паралельних гетерогенних процесів: дезагрегування вихідної сировини, диспергування компонентів системи, колоїдний помол та інші [2]. При особливому підході до конструювання робочих поверхонь робочих органів необхідно поєднати комплекс механічних та технологічних функцій. Для обчислення затрат потужності необхідно розглянути основні сили, які діють на робочий орган. На кожен нескінченно малий елемент його площі діють сили тертя компонентів утвореного середовища на протязі усього процесу.

Отже до особливостей визначення впливу сили тертя належить і те, що на основі порівняння даних фізичних експериментів і результатів відповідних чисельних обчислень, можна запропонувати методику визначення потужності для різних умов взаємодії пари «продукт – місильна камера». Порівнюючи відповідні результати, можна розв'язати так звану “зворотню” задачу, тобто визначити коефіцієнт тертя, а також оцінити ефективність і доцільність використання певного матеріалу для конструювання обладнання.

Тому технічну і фізичну можливість сучасних машин необхідно здійснювати переходом до найбільш досконалих процесів з об'ємною взаємодією робочих органів і компонентів. Це метод їх транспортування з ціленаправленим рухом через профільний канал, що утворений між робочим органом і камерою, з довільною швидкістю при максимально-можливій густині в будь-якому перерізі потоку.

Висновки. Забезпечення високої якості здійснювати перехід до найбільш досконалих об'ємних взаємодій робочих органів вимагає ретельного контролю усіх характеристик на кожному етапі процесу, починаючи від вибору матеріалу і закінчуючи контролем якості готового напівфабрикату та продукції. Загальний успіх якості визначається впливом всіх цих аспектів на характеристики кінцевого продукту.

Література

1. Stadnyk, I., Pankiv, J., Havrylko, R., Karpyk, H. Researching of the concentration distribution of soluble layers when mixed in the weight condition. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2019. vol. 13, no. 1, p. 581-592.

УДК 664.61

А. В. Деркач, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

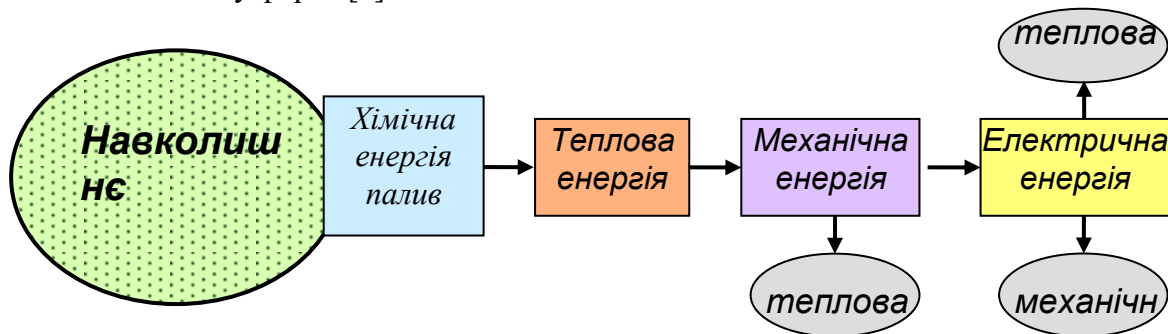
ВИКОРИСТАННЯ НАДЛИШКОВОГО ТЕПЛА В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ

A. V. Derkach, Ph. D.

USE OF EXCESS HEAT IN THE FOOD INDUSTRY

На сьогодні важливим питанням в світі та Україні є питання енергетичної стабільності. Так як запаси корисних копалин нашої планети, зокрема родовища газу, нафти, торфу та вугілля різко зменшуються. Вчені усього світу присвячують свої наукові праці та розробки вирішенню цієї проблеми. Слід зауважити, що наукові рішення тут розділяються на два напрямки.

Перший напрямок веде до розробки альтернативних джерел енергії, а саме використання енергії сонця, вітру, води та земного ядра. При цьому всі види енергії розглядаються без різниці в їх якості, під якою розуміють глибину їх практичної придатності. Ланцюжок енергетичних трансформацій в загальному вигляді складається з послідовності у формі [1].



Другий напрямок в свою чергу спрямований на збереження енергоресурсів і зменшення негативного впливу при їх використанні на навколишнє середовище. Він полягає у розробці методів максимального розкриття потенціалу енергоносія при мінімізації негативних впливів на навколишнє середовище.

Одним з таких методів є рекуперация надлишкового тепла при промисловому виробництві. Він полягає у використанні енергетичного потенціалу тепла, що виділяється при проходженні технологічного процесу.

У більшості розвинутих країн різними способами стимулюється та заохочується використання теплоти, що викидається в атмосферне середовище. Це дозволяє зменшити негативний вплив викидів на атмосферу та веде до економії енерго ресурсів.

Тому наші дослідження були спрямовані на утилізацію теплоти пічних газів у тунельній печі з камерою прямого згорання А2ШБГ, яка працює на природному газі. Дослідним методом було встановлено, що при проходженні технологічного процесу в даній печі максимальна температура газів в камері випікання сягає 280°C , а температура на виході з димоходу 160°C при розході $0,54 \text{ м}^3/\text{с}$. Також було встановлено, що від температури повітря яке поступає в камеру згорання залежить кількість спаленого газу для підтримки відповідної температури в ній. У зв'язку з цим для утилізації тепла пічних газів нами запропоновано використати пластинчатий теплообмінник системи повітря-повітря з протитечійною схемою руху.

Література

1. Стадник І., Балабан С., Каспрук В. та Деркач А. Оцінка економічної доцільності використання технології утилізації тепла на підприємствах харчової промисловості. Галицький економічний часопис. 2022. вип. 77, № 4, С. 7-12.

УДК 637.146

В. О. Пастушенчин; Л. А. Сторож, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ТОПІНАМБУРА В ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ВИРОБІВ

V. O. Pastushenchyn; L. A. Storozh, Ph.D.

USE OF TOPINAMBUR IN THE TECHNOLOGY OF CURD ARTICLES

Молочним продуктам відводиться важлива роль в забезпеченні здорового харчування населення, оскільки вони є найбільш повноцінними та збалансованими за незамінними нутрієнтами та рекомендовані для споживачів різних вікових груп. Харчова цінність молочних продуктів обумовлена вмістом у їхньому складі білків, жирів, вітамінів, мікро- та мікроелементів. Особливої уваги заслуговують продукти, у яких вміст білку є вищим порівняно з молоком, через його концентрування. До них відносить сир кисломолочний та виготовлені на його основі сиркові вироби [1]. На сьогодні виробники продукції пропонують сиркові вироби солодкі і солоні. Для надання їм певних смакових і ароматичних якостей, крім основної сировини (сиру кисломолочного, масла вершкового, вершків, цукру чи солі) використовують какао, ванілін, горіхи, сухофрукти, фруктово-ягідні наповнювачі, свіжу зелень, томатну пасту та ін. Разом з тим, необхідно врахувати, що сиркові вироби можуть виступати як джерело есенціальних, біологічно активних речовин. Метою роботи було розроблення сиркового десерту з додаванням пюре топінамбуру.

За хімічним складом бульби топінамбура є унікальними. Він з-поміж інших овочів вирізняється завдяки високому вмісту інуліну, значення якого залежить від сорту топінамбуру, умов вирощування та зберігання і може сягати до 35 %. Інулін є природним резервним полісахаридом, який на 95 % складається із залишків фруктози. Даний полісахарид в шлунково-кишковому тракті людини за дії хлоридної кислоти і ферментів гідролізує до фруктози та фруктоолігосахаридів [2]. Багатий топінамбур на харчові волокна (4,7-5,3 %) і пектинові речовини (1,17 -1,51%, у тому числі розчинного пектину – 0,43-0,58 %). Однією з важливих властивостей топінамбура є збалансованість його бульб за мінеральним складом. До його складу входять важливі для організму людини макроелементи: калій, кальцій, магній і натрій [3]. Нами запропоновано додавати топінамбур до сиркових виробів з метою розроблення нового виду сиркового десерту. Топінамбур вносили у підготовлену молочну білкову основу у вигляді пюре (з вмістом сухих речовин 15 %) у кількості 10 % до маси нормалізованої суміші, солодкий смак десерту буде забезпечений фруктозою. Для надання продукту приємного смаку і аромату в суміш додавали також екстракт м'яти. За органолептичними і фізико-хімічними показниками сирковий десерт відповідає вимогам, що висуваються до даного виду молочних продуктів. Таким чином, зважаючи на високу харчову і біологічну цінність топінамбура як сировини, його доцільно використовувати при виробництві збагачених харчових продуктів, які володіють функціональними властивостями.

Література

1. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: Підруч. – К.: НУХТ, 2012. – 362 с.
2. Особливості перебігу і кінетики кріогідролізу інуліну / І.В. Попова, Г.О. Лезенко, А.В. Олійник, Л.М. Хомічак // Наукові праці НУХТ. - 2007. -№2. - С.45-48.
3. Архипов В. Поживні цінності топінамбура з успіхом використовують на підприємствах хлібопекарської і кондитерської галузей / В. Архипов, Т. Іванкова // Харчова і переробна промисловість .– 2006.– № 6.– С. 26.

УДК 664

М. Д. Кухтин, д.в.н., проф., М. В. Кухтин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОНІТОРИНГ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ЗАМОРОЖЕНІЙ РИБІ ІМПОРТОВАНОЇ В УКРАЇНУ

М. D. Kukhtyn, prof., M. V. Kukhtyn

MONITORING OF ANTI-BACTERIAL SUBSTANCES IN FROZEN FISH IMPORTED IN UKRAINE

Завдяки високій харчовій та біологічній цінності риба є поживним середовищем для розвитку більшості мікроорганізмів. Рибу відносять до швидкопсувних харчових продуктів тому умови та терміни її зберігання вимагають відповідних санітарно-гігієнічних і температурних режимів [1]. На український ринок риба, рибні продукти імпортного виробництва надходять у замороженому стані, а в продуктах за холодильного зберігання домінує психротрофна мікрофлора, з якою пов'язують виникнення органолептичних вад [2]. Крім того виробники для зупинення мікробіологічних і біохімічних процесів в рибі в технологічному ланцюгу «від вилову до споживача» широко застосовують різні антибактеріальні препарати.

Метою роботи було дослідити наявність залишкових кількостей антибактеріальних речовин у замороженій рибі, вплив їх на кількісний вміст мікроорганізмів та визначити чутливість виділених психротрофних бактерій до антибіотиків.

Встановлено, найчастіше у замороженій рибі виявлялися антибіотики аміноглікозиди I-II покоління (гентаміцин, канаміцин, спектиноміцин, дигідрострептоміцин, паромоміцин, апраміцин,), в сумарній кількості – $45,6 \pm 1,4$ % випадків від досліджених проб із залишковими кількостями антибактеріальних субстанцій. Виявлено у замороженій рибі антибактеріальні речовини (налідиксова кислота, антибіотики: апраміцин, канаміцин, тіамулін та нафцилін) визначення яких не зазначено в Регламенті ЄС (№ 37/2010). Це дає підставу до заборони використання або розроблення нормативів гранично допустимої концентрації даних антибактеріальних речовин у рибі. Крім того, виявлено перевищення межі максимально допустимої кількості для таких антибіотиків, як тетрациклін та спектиноміцин. Отже, для попередження надходження до споживачів риби із антибактеріальними речовинами необхідно запровадження ретельного контролю

Найпоширеніші види психротрофної мікрофлори, які виділені із замороженої риби за відсутності залишкових кількостей антибактеріальних речовин, були високочутливими до антибіотиків: пеніцилінової, тетрациклінової груп та аміноглікозидів. У замороженій рибі із залишковими кількостями антибактеріальних речовин формується резистентна до виявлених антибіотиків мікрофлора. Отже, вважаємо, що залишкові кількості різних біоцидів, які виявлені у рибі, є джерелом формування у мікроорганізмів генів мультирезистентності до антибіотиків, які в харчовому ланцюгу можуть передаватися споживачам.

Література

1. Kukhtyn, M., Malimon, Z., Salata, V., Rogalsky, I., Gutyj, B., Kladnytska, L., ... & Horiuk, Y. (2022). The Effects of Antimicrobial Residues on Microbiological Content and the Antibiotic Resistance in Frozen Fish. *World's Veterinary Journal*, (4), 374-381.
2. Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O., Malimon, Z., Tsvihun, A., Gutyj, B., & Horiuk, Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 602-611.

УДК 637.138

Р. І. Журбик; К. Є. Дацишин, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТОНІЗУЮЧОГО МОЛОКОВМІСНОГО ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ

R. I. Zhurbyk; K. Ye. Datsyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF THE TONIC DAIRY FERMENTED BEVERAGE TECHNOLOGY

Ферментовані напої були, є та будуть одними із найпопулярніших у щоденному раціоні споживачів різних вікових груп. Їхня користь пояснюється вмістом речовин у легкозасвоюваній формі, оскільки в процесі життєдіяльності заквашувальної мікрофлори складні речовини розщеплюються до простих, в продуктах накопичуються вітаміни, ферменти та антибіотичні сполуки [1]. Молочна кислота, що накопичується в процесі сквашування, надає продуктам даної групи слабокислого освіжаючого смаку та покращує їх завоювання організмом споживачів. З метою розширення асортименту молоковмісних ферментованих напоїв та для забезпечення у них тонізуючого та підбадьорюючого ефекту, у напої вносять різноманітні наповнювачі [2]. Відомими є технології ферментованих напоїв із чаєм матча, з кавою, напоїв для дорослих, що містять алкогольну складову.

Метою нашої роботи було розробити технологію тонізуючого молоковмісного ферментованого напою та дослідити його органолептичні та фізико-хімічні показники.

Досліджувані взірці розробленого напою було виготовлено в лабораторії технології молока і молочних продуктів ТНТУ імені Івана Пулюя. Основними компонентами рецептури були коров'яче молоко та соєвий ізолят. Для надання підбадьорюючого ефекту було використано вино малинове. У кожен досліджуваний взірець було внесено однакову кількість цукру білого кристалічного для забезпечення приємного смаку готового напою. Малинове вино вносили у кількості 5%, 10%, 15% та 20% від маси суміші. Даний рецептурний інгредієнт вносили до сквашування у нормалізовану суміш. Контрольний взірець не містив виноматеріалів. Встановлено, що кількість вина впливає на тривалість сквашування досліджуваних взірців. Найвищою вона була у четвертого екземпляру, котрий містив 20% цього рецептурного компоненту. Час сквашування для контрольного взірця та досліджуваних, що містили 5% та 10% вина склала п'ять годин, що було найнижчим значенням. В результаті комплексу проведених органолептичних досліджень встановлено, що найвищими балами дегустаційна комісія оцінила досліджувані взірці, що містили 10% та 15% тонізуючого компоненту. Крім того показано, що дані взірці також володіли хорошою вологоутримуючою здатністю та низькими значеннями ступеня синерезису. Зміна активної та титрованої кислотності в усіх досліджуваних взірців була характерною для ферментованих напоїв.

На основі проведених досліджень показана доцільність впровадження у виробництво запропонованого тонізуючого молоковмісного ферментованого продукту з метою розширення асортименту групи ферментованих молоковмісних напоїв.

Література

1. Технологія молочних продуктів: підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2013. – 502 с.
2. Грек О.В., Красуля О.О. Молокопереробка. Інновації: підруч. – К.: НУХТ, 2017. – 390 с.

УДК 637.1:635.655

А. І. Журбик; К. Є. Дацишин, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ РІЗНИХ РЕАГЕНТІВ НА ВИХІД МОЛОЧНО-РОСЛИННОГО СИРУ ПРИ ТЕРМОКИСЛОТНОМУ СПОСОБІ ЙОГО ОТРИМАННЯ

A. I. Zhurbyk, student; K. Ye. Datsyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

THE INFLUENCE OF DIFFERENT REAGENTS ON THE YIELD OF DAIRY- VEGETABLE CHEESE BY THE THERMO-ACID METHOD OF ITS OBTAINMENT

Сир молочно-рослинний є комбінованим продуктом, котрий отримують із суміші коров'ячого молока та розчину соєвого ізоляту. Традиційним та загальноприйнятим способом його отримання є кислотний, а також кислотно-сичужний способи коагуляції білків. Незважаючи на їх поширення, дані способи є довготривалими та економічно затратними, а також потребують значних виробничих площ [1]. Термокислотна коагуляція білків для даного виду сиру є малоописаною та практично не застосовується у промислових масштабах. До переваг даного методу можна віднести короткий виробничий цикл, менші затрати виробничих площ та обладнання. Крім того, вихід сиру при використанні термокислотного способу є вищим за рахунок зменшення втрат білка [2]. Тому метою нашої роботи було підібрати коагулянт для отримання молочно-рослинного сиру термокислотним способом. У якості коагулянтів нами запропоновано використовувати оцтову та молочну кислоти 9%-ної та 4,5%-ної концентрації, а також суміш 9%-ної молочної, 6%-ної оцтової кислот та 10%-го розчину хлориду кальцію, взятих у співвідношенні 4:2:1. Молочна та оцтова кислоти традиційно використовуються у якості коагулянтів для отримання сиру кисломолочного термокислотою коагуляцією з коров'ячого молока, а суміш оцтової, молочної кислот та хлориду натрію застосовується для отримання соєвого сиру тофа [3].

Результати проведених досліджень показали, що найбільший вихід було отримано при осадженні нормалізованої суміші для молочно-рослинного сиру з використанням у якості коагулянту молочної кислоти 4,5%-ної концентрації. Найменшу масу мав згусток, отриманий із використанням 9%-ної оцтової кислоти. Також характерним є підвищення титрованої кислотності сирного згустку із зростанням кислотності коагулянту.

За результатами проведених експериментів можливо зробити висновок, що підвищення кислотності реагенту-коагулянту (оцтової та молочної кислот) не призводить до збільшення виходу готового продукту. При цьому отримують сирний згусток з більш крихкою консистенцією готового продукту, що погіршує органолептичні та реологічні його властивості. Такий продукт має незадовільні споживчі властивості. Результати досліджень свідчать про доцільність використання термокислотного способу коагуляції білків для отримання молочно-рослинного сиру.

Література

1. Грек О.В., Красуля О.О. Молокопереробка. Інновації: підруч. – К.: НУХТ, 2017. – 390 с.
2. Назаренко І.В., Малиновська М. Д. Перевага термокислотного методу коагуляції білків молока при виробництві кисломолочного сиру // Вісник Сумського національного аграрного університету. 2017. 5/2 (32). С. 85-88.
3. Гонський, О. Г., Бабак, Є. М., Бережна, М. М., & Попов, В. О. (2006). Патент України на корисну модель 106866. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

УДК 637.33

О. А. Цибіна; Л. А. Сторож, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПАЖИТНИК ЯК СМАКО-АРОМАТИЧНА ДОБАВКА ДЛЯ РОЗСІЛЬНИХ СИРІВ

O. A. Tsybina; L. A. Storozh, Ph.D.

FENUGREEK AS A FLAVOR-AROMATIC ADDITIVE FOR BRINE CHEESES

В Україні сироробна галузь розвивається навіть у такі складні часи, коли внаслідок військових дій значна кількість виробників змушено припинила свою діяльність. Зараз набуває поширення крафтове виробництво сирів, яке ведеться невеликими партіями, за індивідуальними оригінальними рецептами [1]. Усе більше зацікавленості спостерігається у споживачів до розсільних сирів. За структурним співвідношенням від загального обсягу на частку розсільних сирів припадає у середньому 2 %. Розсільні сири дозрівають і зберігаються у розсолі у бочках або іншій тарі. Виготовляються вони за технологіями м'яких, напівтвердих та твердих сирів. Спільним для них є те, що вони володіють гострим, солоним кислуватим смаком, а консистенція тіста головок – груба, крихка. Також у цих сирів відсутня кірка [2]. Виготовляються вони із коров'ячого, козиного, овечого молока, а також воно може поєднуватися у суміші з певним співвідношенням. Популярним розсільним сиром є бринза. Хоча необхідно зазначити, що гуцульська бринза не відноситься до розсільних сирів, бо не дозріває і не зберігається у розсолі, її формують самопресуванням і витримують 5-6 днів на полицях, котрі розташовані над вогнищем. Саме так проходить її дозрівання і тут вона прокопчується. Щодо бринзи, котра виготовляється промисловістю відповідно до ДСТУ 7065:2009, то виробники в основному використовують коров'яче молоко. Продукція у секторі розсільних сирів зорієнтовується переважно на внутрішній ринок і характеризується традиційними смаковими властивостями.

Метою роботи було використати насіння пажитника у технології розсільного сиру бринза і дослідити органолептичні показники отриманого продукту. Пажитник (шамбала, фенугрек, гуньба сінна) є однорічною пряно-ароматичною рослиною, що використовується здавна. Його насіння має особливий аромат, в котрому поєднуються горіхові і бобові нотки. Проте, треба врахувати, що воно володіє також і гіркуватим присмаком. Насінню пажитника притаманні антиоксидантні та протизапальні властивості за рахунок вмісту в ньому сапонінів та алкалоїдів. Пажитник стимулює імунну систему, проявляє протигрибкові і протипаразитарні властивості. Нами запропоновано додавати насіння пажитника у сирний згусток розсільного сиру бринза. При аналізі органолептичних показників дослідних партій сиру зроблено висновок, що додавання насіння пажитника з розрахунку 7 г на 10 л молока забезпечить формування у готовому продукті приємного смаку і аромату. Такий сир може використовуватися для приготування салатів і як самостійна страва.

Література

1. Івашина Л.Л., Бишовець Л.Г., Оліферчук О.Г. Крафтові сири як перспективний продукт для закладів ресторанного господарства // Інновації та технології в сфері послуг та харчування. – №2 (8). – 35.

2. Сухенко Ю.Г., Поліщук Г.Є., Р.Й. Раманаускас, Шингарева Т.І. Технологія сиру: [Підручник]/ За ред.проф. Ю.Г. Сухенка. – 2-ге вид., перероб. і доп.- К.:Фірма «ІНКОС», 2018. – 412 с.

УДК 663.434

Є. І. Кучерявий, А-І. М Голояд

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОНОСІЯ В ПІДІГРІВАЧІ СОЛОДУ

Ye. I. Kucheriavyi, A-I. M Holoiad

INTENSIFICATION OF THE COOLANT DISTRIBUTION PROCESS IN THE MALT HEATER

Інтенсифікація процесу розподілення теплоносія в підігрівачі солоду є важливим аспектом для оптимізації енергоефективності та продуктивності виробництва. Підігрівачі солоду використовуються в пивоварній промисловості для сушіння солоду перед його використанням у виробництві пива. При виробництві солоду витрати теплової енергії є досить значними, навіть при використанні сучасних сушильних установок.

Основними методами інтенсифікації процесу розподілення теплоносія є:

- Удосконалення конструкції обладнання: використання спеціальних конструкцій теплообмінників для збільшення площі теплообміну; впровадження вдосконалених систем розподілу теплоносія для однорідного нагріву солоду.
- Використання високоефективних теплоносіїв, а саме вибір теплоносія з високою теплопровідністю для забезпечення ефективного передачі тепла до солоду.
- Управління температурним режимом, тобто регулювання температури теплоносія для оптимального нагріву солоду без перегріву або недогріву.
- Використання теплообмінних допоміжних пристроїв, наприклад застосування додаткових пристроїв, таких як теплообмінники з зубчастими трубами або лопатчаті теплообмінники, для підвищення ефективності теплообміну.
- Впровадження автоматизації, використання автоматизованих систем контролю та регулювання для точного управління процесом підігріву солоду.
- Забезпечення ефективної ізоляції обладнання для уникнення тепловтрат і забезпечення максимальної концентрації тепла навколо солоду.
- Використання технологій збільшення поверхні теплообміну. Застосування новітніх технологій, таких як наноматеріали або структури з високою поверхнею, для збільшення ефективної поверхні теплообміну.
- Використання математичного моделювання та оптимізаційних методів для визначення оптимальних параметрів процесу розподілення теплоносія.

Враховуючи постійно зростаючу ціну на енергоносії та електроенергію, підвищення енергоефективності процесу сушіння солоду шляхом вдосконалення режимів сушіння і конструкцій сушильних установок є актуальним завданням сьогодення. Доведено, що для зниження витрат теплоти на випаровування вологи доцільно подавати на сушку попередньо нагрітий солод, що підвищує швидкість сушіння. Для реалізації попереднього підігріву солоду використовують апарат, недоліком якого є низька ефективність системи розподілу теплоносія, що призводить до нерівномірного нагріву солоду. Розробка ефективної конструкції вимагає інтеграції інженерного підходу, теплофізичного моделювання та експериментів для досягнення оптимальних результатів.

Ключовими елементами для ефективного та рівномірного нагрівання солоду є застосування теплообмінників з великою площею теплообміну для ефективного передачі тепла до солоду, застосування спеціальних конструкцій теплообмінників, таких як лопатчаті або зубчасті теплообмінники; встановлення систем розподілу теплоносія, які

забезпечують рівномірне розподілення тепла по всій поверхні солоду, застосування регульованих елементів розподілу для керування потоком теплоносія в різних частинах підігрівача; застосування систем контролю температури, а саме встановлення точних датчиків температури для контролю та регулювання теплоносія та використання автоматизованих систем керування для підтримки заданих температурних режимів; створення конструкції підігрівача, що забезпечує оптимальний контакт між солодом і теплообмінниками, використання спеціальних поверхонь або додаткових елементів для збільшення ефективності теплообміну; застосування систем вентиляції для забезпечення однорідності розподілу тепла і уникнення перегріву чи недогріву окремих ділянок солоду; забезпечення ефективної ізоляції підігрівача для уникнення тепловтрат і концентрації тепла в процесі; застосування сучасних технологій, таких як теплові насоси чи теплообмінні агрегати, для підвищення енергоефективності; встановлення систем моніторингу для виявлення проблем або відхилень у роботі підігрівача та автоматизовані системи діагностики.

Ефективним для проектування та оптимізації процесу розподілення теплоносія в підігрівачі солоду може бути використання теплового моделювання та комп'ютерного моделювання для аналізу та оптимізації розподілу теплового потоку в камері подачі теплоносія підігрівача солоду. Створення теплової моделі включає визначення параметрів, таких як теплова провідність матеріалів, теплова ємність, густина, теплові коефіцієнти обміну тепла, інші властивості обладнання та матеріалів, а також розподіл теплових джерел (наприклад, вентиляторів, теплообмінників) та витрат теплоносія в моделі. Врахування граничних умов при моделюванні включає узгодження граничних умов з реальними умовами експлуатації, такими як температура теплоносія, тепловтрати через стіни та інші фактори зовнішнього середовища.

Моделюючи систему важливо враховувати різні фактори що впливають на процес, таких як зміна температури теплоносія, зміна витрати теплоносія, або зміна конфігурації обладнання, провести аналіз теплового розподілу, вивчити результати моделювання для оцінки розподілу теплового потоку в різних частинах камери, визначити зони з високою або низькою температурою, а також можливі точки перегріву або недогріву.

Результатом моделювання може бути оптимізація параметрів. Зміна параметрів, таких як розташування вентиляторів, кут напрямку потоку повітря, розташування теплообмінників, зміна конструкції вентиляційних каналів і т.д.

Оцінка впливу цих змін на розподіл тепла та ефективність системи та уточнення моделі на основі даних з експериментів з подальшим використанням результатів реальних вимірювань та експериментів для уточнення теплової моделі та порівнянням даних моделювання з реальними результатами для перевірки точності моделі.

Врахування результатів моделювання для визначення оптимальних параметрів системи, що забезпечують рівномірний розподіл тепла сприяють розробці ефективної конструкції системи подачі теплоносія для підігрівача солоду.

Використання теплового моделювання дозволяє ефективно визначити вплив різних факторів на розподіл тепла та вдосконалити конструкцію системи подачі теплоносія для підігрівача солоду. За результатами моделювання запропоновано конструкцію підігрівача з удосконаленою системою підведення теплоносія, яка забезпечує рівномірне прогрівання солоду та досягнення його температури в межах 45 - 47°C по всьому перерізу кінцевої секції підігрівача, що є достатнім для подачі його на сушарку; швидкість теплоносія після проходження шару солоду складає 0,1 - 0,22 м/с, за винятком початкової секції апарата, де знаходиться система відведення відпрацьованого повітря.

УДК 620.193.16

В. В. Корницький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

V. V. Kornytskyi

APPLICATION OF CAVITATION FOR WATER PURIFICATION

Інноваційні технології та розроблене обладнання для водоочищення мають повною мірою відповідати вимогам енерго- і ресурсозбереження, екологічної безпеки, бути конкурентоспроможними в сучасних умовах ринкової економіки. Це можливо, якщо в їх основі лежать прогресивні інноваційні ідеї. Одним з таких інноваційних напрямків є ефективне використання кавітаційних явищ.

Кавітація - (від лат. cavitas - порожнеча) - утворення в рідині порожнин (кавітаційних бульбашок, або каверн), заповнених газом, паром або їх сумішшю. Кавітація виникає в результаті місцевого пониження тиску в рідині, яке може відбуватися або при збільшенні її швидкості (гідродинамічна кавітація), або при проходженні акустичної хвилі великої інтенсивності під час напівперіоду розрідження (акустична кавітація).

При акустичній кавітації відносно низька середня щільність енергії звукового поля трансформується в дуже високу щільність енергії, пов'язану з радіально пульсуючою бульбашкою. Концентрація енергії в дуже малих обсягах і пояснює високу ефективність застосування акустичної кавітації для інтенсифікації процесів хімічної технології.

Гідродинамічна кавітація менш ефективна при впливі на оброблюване середовище, однак пристрої для її штучного збурення відрізняються простотою і надійністю. Вона може здійснюватися різними способами: утворенням потоку рідини при обтіканні перепони або високою швидкістю твердих тіл щодо рідини, швидким відривом поршня від рідини, ударним навантаженням тощо.

У промисловості для кавітаційного впливу на рідину використовують: гідродинамічні, електродинамічні, п'єзоелектричні, магнітострикційні і механічні генератори кавітації. У більшості установок для очищення води використовують п'єзоелектричні та магнітострикційні методи, тому що вони передають від 70 до 90% енергії, що надходить в рідину.

В даний час ультразвук (УЗ) - один з ефективних методів утворення кавітації. УЗ можна створювати різними способами, наприклад, використовуючи УЗ-свистки, сирени, іскрові розрядники, принципи п'єзоелектричного, електростатичного та електромагнітного перетворення. Для генерації УЗ хвиль і їх виявлення застосовуються також лазерні технології.

Ультразвукові коливання (УЗК) - це механічні коливання у твердому, рідкому і газоподібному середовищах з діапазоном частот коливань вище 15 кГц. УЗК поділяються на низькочастотні (від 16 до 80 кГц) і високочастотні (вище 80 кГц). Низькочастотний УЗ породжує великі бульбашки, і в результаті відбувається потужний колапс, виробляючи високі локалізовані температуру і тиск, а також сильні ударні хвилі. У той час як, на більш високих частотах (100 кГц-1 МГц), утворюється більше кавітаційних бульбашок за одиницю часу, але дрібніших, при колапсі яких досягаються більш низькі температура і тиск.

При поширенні в газах, рідинах і твердих тілах УЗ породжує унікальні явища, багато з яких знайшли практичне застосування в різних областях науки і техніки. Кавітація є одним з найважливіших факторів, що сприяють інтенсифікації різних

хіміко-технологічних процесів в хімічній, фармацевтичній і харчовій промисловостях. Застосуванням УЗ можна: ініціювати вільно-радикальні реакції; прискорювати хімічні реакції; підвищувати швидкість емульгування рідких компонентів; диспергування твердих компонентів реакції або каталізаторів; розчинення - дегазації; запобігання осадження або коагуляції речовин; отримання тонкодисперсних пігментів; інтенсивного перемішування; сприяти екстракції речовин; видаляти і руйнувати певні частинки, мікроорганізми тощо.

Обробка УЗ успішно застосовується в адсорбційних, хемосорбційних, ректифікаційних процесах і в озонаторних установках очищення стічних вод. До переваг використання УЗ очищення в промисловості відносяться: підвищена швидкість очищення як у водному середовищі, так і в розчиннику; менший потрібний простір і зменшення витрат праці; можливість застосування для очищення небезпечних речовин; високий рівень безпеки; спрощується конструкція реактора, підвищується його надійність і довговічність; покращується очищення води з одночасною її дезінфекцією, дезодорацією і знебарвленням; відсутність забруднення навколишнього середовища. Все це обумовлено різноманітністю кавітаційних ефектів, в основі яких лежить ряд механізмів.

Література

1. Некоз О. І., Литвиненко О. А., Логвінський Р. В. Кавітаційна технологія очищення стічних вод від токсичних речовин. Вібрації в техніці та технологіях. – 2012. - № 2(66).
2. Шевчук Л.І. Очищення води від органічних та біологічних забруднень в умовах кавітації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.17.21 “Технологія водоочищення” / Л.І. Шевчук. – К., 2015. – 40 с.
3. Эпоян С.М. Анализ существующих методов очистки сточных вод молокозаводов / С.М. Эпоян, Н.С. Горбань, С.С. Фомин // Научный вестник строительства. - Харьков: ХДТУБА, ХОТВАБУ, 2010. - Вып.57. - С.393-398.
4. Ткаченко Т.Л. Інтенсифікація аеробної ферментації стічних вод підприємств молокопереробної галузі / Т.Л. Ткаченко, О.І. Семенова, Н.О. Бублієнко // Екологія / Ecology - 2009: II Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, Вінниця, 23-26 вересня 2009. - С.66.
5. Хижняк О.О. Проблема знезаражування природної води / О.О. Хижняк // Наукові вісті. - 2007. - № 5. - С.129-135.
6. Благодарная Г.И. Анализ методов очищения высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности / Г.И. Благодарная, А.А. Шевченко, С.В. Лунин // Коммунальное хозяйство городов: науч. - техн. сб. - К.: Техніка, 2010. - Вып.93. - С.176-182.
7. Некоз О.І. Кавітаційна технологія очищення стічних вод від токсичних речовин / О.І. Некоз, О.А. Литвиненко, Р.В. Логвінський // Вібрації в техніці та технологіях. - 2012. - № 2 (66). - С.112-115.
8. Гащин О.Р. Гідродинамічна кавітація в процесах знезараження під дією хімічних окислювачів / О.Р. Гащин, Т.М. Вітенько // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - Луганськ, 2007. - № 3 (109) - с.49-53.
9. Гащин О.Р. Інтенсифікація процесів знезараження води з використанням гідродинамічних кавітаційних пристроїв: автореф. к. техн. наук, спец.: 05.17.21 - технологія водоочищення / О.Р. Гащин. Нац. технічний ун-т "Київський політехнічний ін-т" - К., 2009. - 20 с.
10. Drozdziel, P.; Vitenko, T.; Voroshchuk, V.; Narizhnyy, S.; Snizhko, O. Discrete-ImpulseEnergy Supplyin Milk and Dairy Product Processing. Materials 2021, 14, 4181. <https://doi.org/10.3390/ma14154181>.

УДК 664.6

Р. І. Мацега, С. С. Наконечний, Н. М. Зварич, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

R. I. Matseha, Nakonechnyi S. S., N. M. Zvarych, Ph.D, Assoc. Prof

MODERN REQUIREMENTS FOR BAKERY EQUIPMENT

Основною з світових тенденцій розвитку сучасної цивілізації є швидка зміна вимог споживачів до продукції, що виробляється. Це також стосується і хлібопекарської галузі. Постійно змінюються вимоги до якості продукції, її асортименту, цільового призначення (дієтична продукція, з певними добавками тощо), екологічності [1, 2]. Щоб бути конкурентоспроможними на ринку, хлібопекарським підприємствам необхідно задовольняти вимоги і смаки споживачів, що в свою чергу залежить також від наявного на підприємствах технологічного обладнання.

Вивчаючи досвід закордонних виробників хлібопекарського обладнання, можна зауважити що воно має відповідати вимогам [3]:

1. Забезпечувати точний контроль температури. Одним з основних параметрів всього технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів є чітке дотримання температурних режимів на усіх етапах виробництва продукції. Якісне хлібопекарське обладнання повинно забезпечувати точне регулювання температури, незалежно чи це промислове обладнання чи обладнання для домашнього користування.

2. Відповідати вимогам міцності і довговічності. Виробники хлібопекарського обладнання повинні використовувати відповідні матеріали (в зонах контакту з харчовим продуктом – нержавіючу сталь), забезпечувати необхідну конструктивну міцність елементів обладнання та їх довговічність. Оскільки обладнання створюється для тривалого використання а довговічність гарантує довший термін його служби, мінімізує ризик поломки, забезпечуючи безперервний процес виробництва продукції.

3. Бути універсальним і легко налаштовуватися. Сучасні виробники пропонують обладнання з рядом настроюваних функцій: від регульованих налаштувань швидкості до універсальних елементів керування обладнанням, забезпечуючи гнучкість виробництва. Універсальність пекарського обладнання дає змогу пекарям освоювати нові рецепти, експериментувати з різними техніками та розширювати свої кулінарні навички [3].

4. Бути оснащеним функціями безпеки. Під час роботи з хлібопекарським обладнанням безпека завжди має бути головним пріоритетом. Оснащення обладнання функціями безпеки, захищає користувачів від потенційної небезпеки. Такими функціями можуть бути механізми автоматичного відключення, термостійкі ручки або блокування безпеки тощо.

5. Бути енергоефективним. У сучасному екологічно свідомому світі енергоефективність є важливою задачею. Енергоефективні машини не тільки знижують експлуатаційні витрати, але й сприяють екологізації хлібопекарської галузі.

Література

1. Сучасне хлібопечення формує майбутнє хліба: веб-сайт. URL: <https://harch.tech/2021/08/25/majbutne-hliba-lesaffre/>: (дата звернення: 29.11.2023). 2. The development of bakery equipment: веб-сайт. URL: <https://www.aocnobake.com/news/61.html> (дата звернення: 29.11.2023). 3. The Ultimate Guide to Quality Baking Equipment: Enhancing Your Baking Experience: веб-сайт. URL: https://www.aocnobake.com/News_details/6.html (дата звернення: 30.11.2023).

УДК 664

П. М. Чорний, Я. В. Фриз, Н. М. Зварич, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

P. M. Chorny, Ya. V. Fryz, N. M. Zvarych, Ph.D, Assoc. Prof

WAYS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF FOOD PRODUCTION

Питання енергетичної безпеки України, а також і країн Європи значно загострилося після повномасштабного вторгнення росії в Україну в лютому 2022 року. Війна також показала наскільки тісно пов'язані світові продовольчі та енергетичні ланцюги [1]. Зростання цін на енергоносії та ресурси, що впливає на всіх: від постачальників сировини до виробників упаковки, постачальників логістичних послуг і роздрібних торговців, підтвердило важливість енергоефективних рішень у переробних виробництвах. Для багатьох процесів виробництва харчових продуктів, таких як пастеризація, стерилізація, сушіння, випарювання, ректифікація тощо характерним є високе споживання енергії через використання тепла. Однак на кількість необхідної енергії може суттєво впливати використовуване обладнання [1, 2, 3]. Через енергоємність цих процесів енергія (газ, електрика чи інше паливо) зазвичай становить найбільші експлуатаційні витрати, тобто енергоефективність є ключовим фактором при виборі обладнання. Різниця в тепловій ефективності технологічного обладнання на 5-10% швидко призведе до прямої економії енергії або поточних витрат.

Для підвищення енергоефективності харчових виробництв можна використовувати різні методи [2]: рекуперація відхідного тепла, нові термодинамічні цикли (теплові насоси, нові холодильні цикли, теплові труби, гібридні системи опалення), застосування нетермічних процесів харчового виробництва (опромінення їжі, імпульсні електричні поля, обробка під високим тиском, мембранні технології), використання нових методи нагрівання (інфрачервоне, мікрохвильове та радіочастотне нагрівання, омичне нагрівання). Важливим напрямом підвищення енергоефективності харчових виробництв є утилізація відходів при переробці харчової сировини (відходи на енергію).

Отримання кінцевого продукту у харчовій промисловості характеризується поєднанням декількох процесів перетворення сировини з використанням відповідного технологічного обладнання. У результаті чого потрібно поєднувати кілька методів енергоефективності (для різних технологічних машин і обладнання), зосереджених на одному або кількох процесах для зменшення споживання енергії. У багатьох випадках енергоефективність може навіть підвищити якість кінцевих продуктів, враховуючи моніторинг зовнішніх умов. У такому випадку ефективним є використання технологій SMART виробництва та індустрії 4.0.

Література

1. Energy Efficient Food Processing Solutions: веб-сайт. URL: <https://fluidhandlingpro.com/beverage-industry/energy-efficient-food-processing-solutions/> (дата звернення: 29.11.2023).
2. Review of Energy Efficiency Technologies in the Food Industry: Trends, Barriers, and Opportunities: веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/339751580_Review_of_Energy_Efficiency_Technologies_in_the_Food_Industry_Trends_Barriers_and_Opportunities (дата звернення: 29.11.2023).
3. Energy Efficient Equipment: веб-сайт. URL: <https://www.food-management.com/archive/energy-efficient-equipment> (дата звернення: 30.11.2023).

УДК 664.74

А. Т. Лялик к.т.н., Л. І. Божик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

A. T. Lialyk, Ph.D., L. I. Bozhyk,

FEATURES OF THE USE OF FUNCTIONAL PRODUCTS IN BAKERY PRODUCTION

Відомо, що основне завдання їжі, яку ми споживаємо, – забезпечувати наш організм енергетичними ресурсами для його прального функціонування. Та є продукти харчування, які виконують не лише енергетичну, а й інші функції: зміцнюють імунітет, попереджають розвиток різноманітних хвороб, відновлюють мікрофлору кишечника тощо. Такі продукти називаються функціональними. Основними характеристиками таких продуктів є: використання у своєму виробництві компонентів тільки природнього походження, мати лікувальний або профілактичний ефект для людського організму, повинен випускатись у вигляді звичайного продукту харчування, а не у формі лікарських засобів. Функціональні продукти можуть містити у своєму складі вітаміни, мінеральні кислоти, біологічно активні речовини тощо. Застосування таких продуктів у галузях харчової промисловості може значно покращити загальний стан здоров'я населення.

Вплив функціональних продуктів на здоров'я може варіювати в залежності від конкретного інгредієнта та його кількості в харчовому виробі. Деякі функціональні продукти можуть мати позитивний вплив на здоров'я, в той час як інші можуть вимагати обережного вживання.

Борошно, збагачене вітамінами та мінералами: Як відомо, борошно можуть збагачувати різноманітними вітамінами, такими як тіамін, фолієва кислота рибофлавін, ніацин, піродоксин, вітамін B₁₂ та мінералами: Кальцієм, Магнієм, Залізом тощо. Завдяки цьому борошно набуває властивостей функціонального продукту. А хлібопекарські вироби, виготовлені з такого борошна мають позитивний ефект на здоров'я людини.

Омега-3 жирні кислоти можуть також додаватись в хліб для покращення його фізико-хімічних властивостей. Та, як відомо, вони також чинять позитивний вплив на здоров'я людини: зміцнюють імунітет, нормалізують артеріальний тиск, покращують роботу серцево-судинної, нервової та травної систем.

Усе вищесказане нашої думки, що функціональні продукти та їх застосування у сферах виробництва харчових продуктів є панацеєю для лікування та профілактики усіх хвороб. Це, звісно ж, не так. Насправді, кожен організм по-своєму сприймає той чи інший харчовий продукт, тому слід пам'ятати про можливу персональну непереносимість чи алергічні реакції на деякі продукти.

У підсумку ми розуміємо, що деякі функціональні продукти можуть бути застосовані у хлібопекарському виробництві. Це може привести не тільки до покращення хлібопекарських та органолептичних властивостей виробів, а й до підвищення рівня здоров'я населення.

УДК 637.138

О. С. Покотило, д.б.н., професор; Д. Я. Далєвська, доктор філософії (Ph.D);
В. М. Далєвський

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЯЖАНКИ В ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАЦІЇ

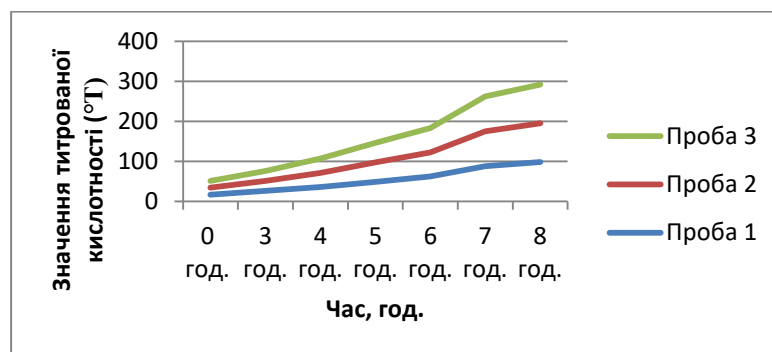
O. S. Pokotylo professor , D. Ya. Dalievska Ph.D., V. M. Dalievsky
**RESEARCH OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF RYAZHANKA IN THE
FERMENTATION PROCESS**

Кисломолочні продукти завжди вирізнялися винятковою користю для організму людини, оскільки в їхньому складі багато вітамінів, мікроелементів та багато корисних мікробіологічних організмів, які позитивно впливають на роботу шлунково-кишкового тракту. Ряжанку називають «українським кислим молоком» саме тому кількість людей, які споживають даний харчовий продукт є досить високою.

Водночас в Україні була і залишається невирішеною проблема йододефіциту. Йод – це необхідний елемент, який здатний забезпечити нормальне функціонування ендокринної системи, а саме щитовидної залози. Виділення необхідної кількості тиреотропного гормону залежить від вмісту йоду в організмі. Оскільки йод це мікроелемент, який повинен надходити лише з продуктами харчування це ускладнює вирішення проблеми йододефіциту. Продукти харчування які рекомендує МОЗ в більшості є морепродукти, які не можуть собі дозволити купити більшість українців, тому необхідно створити продукт який був би доступний для населення та збагачував організм йодом. Ряжанка по своїй ціні є доступною для кожного українця, саме тому створення ряжанки з підвищеним вмістом біологічно активного йоду є одним з шляхів подолання йододефіциту та зменшення кількості хворих на ендемічні захворювання.

На базі лабораторії ТНТУ імені Івана Пулюя на кафедрі харчової біотехнології і хімії ми проводили дослідження фізико-хімічних показників ряжанки в процесі ферментації. В результаті цього нами були отримані наступні результати.

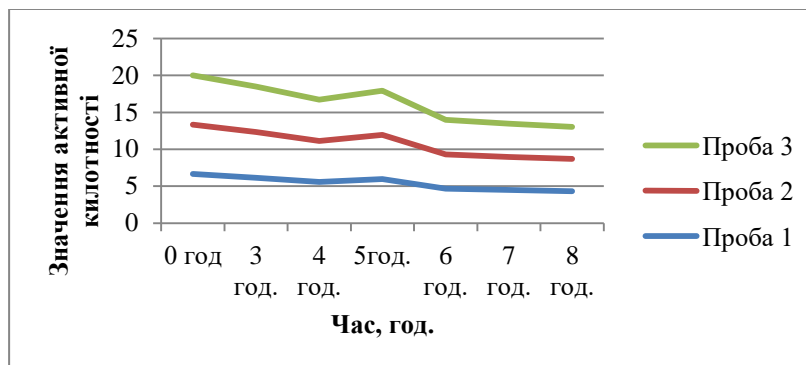
Після аналізу молочної пряженої суміші методом прямого внесення додаємо закваску та біологічно активний концентрат йоду. Після внесення ми стежили за наростанням значення титрованої кислотності, зниженням рівня активної кислотності та контролювали температуру ферментації. Температура ферментації становила $42 \pm 1^\circ\text{C}$. Тривалість процесу ферментації становила 8 годин. Тенденція наростання титрованої кислотності наведена у графіку 1.



Графік 1. Тенденція наростання титрованої кислотності в процесі ферментації ряжанки з підвищеним вмістом йоду

Згідно даних зображених на графіку 1. можемо спостерігати, що наростання титрованої кислотності ряжанки в процесі ферментації у всіх пробах пряженої молочної суміші збагаченої йодом відбувалася однаково.

Тенденція спадання активної кислотності під час процесу ферментації молочної пряженої суміші наведена у графіку 2.



Графік 2. Тенденція спадання активної кислотності в процесі ферментації ряжанки з підвищеним вмістом йоду

Згідно даних у графіку 2. різниця між пробами 1,2,3 відрізняються на недостовірну похибку.

Література

1. Dalievska, D., & Pokotylo, O. (2021). CHANGES IN PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF YOGURT WITH THE ADDITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE IODINE DURING STORAGE. *Innovative Solution in Modern Science*, 3(47), 216-227.
2. Dalevska, D., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Kopchak, N., Salata, V., Horiuk, Y., & Uglyar, T. (2021). CHANGES IN ORGANOLEPTIC, MICROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF KEFIR WITH IODINE ADDITION DURING THE STORAGE. *Slovak Journal of Food Sciences*, 15.

УДК 664

П. Б. Криса, Х. Ю. Кравченко, к.т.н.

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

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ
УПАКОВАНОЇ ПІД ВАКУУМОМ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
КОНСЕРВІВ**

P. Krysa; K. Kravcheniuk, Ph.D.

**STUDY OF STORAGE REGIMES OF MEAT RAW MATERIALS
PACKED UNDER VACUUM IN CANNED FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY**

Одним із ключових завдань для сучасних галузей м'ясної промисловості є отримання «свіжого» продукту найвищої якості й забезпечення її упродовж найтривалішого терміну. Найпоширенішим методом збереження м'яса, який забезпечує необхідний термін служби продукту (без заморожування чи додавання консервантів), є вакуумне пакування більших «первинних» шматків. При цьому виключається доступ кисню та запобігається ріст бактерій, які потребують кисню. Для подальшого мінімізації зниження якості продукції та терміну зберігання внаслідок псування бактеріями, здатними до анаеробного росту, або біохімічних процесів, що впливають на стабільність кольору, рекомендована температура зберігання – 1,5 °С, яка, наприклад, використовується регулярно до всіх охолоджених продуктів, які постачаються на різні торгові ринки. Для цих умов зберігання температура вище 0 °С вважатиметься неправильною. Ці умови відрізняються від тих, що застосовуються для охолодженого зберігання свіжого м'яса поблизу роздрібних торгових точок, де шматки також можуть зберігатися на повітрі або в модифікованій атмосфері при температурі близько + 2 °С, і в цій ситуації температура вище + 5 °С вважається зловживальним фактором. Щоб уникнути економічних втрат для роздрібного продавця, кожному м'ясному продукту встановлюється певний термін зберігання, тобто період, протягом якого цей продукт, як очікується, залишатиметься безпечним і не буде відчутної втрати якості; тобто момент, коли колір і текстура змінюються, а метаболічна активність бактерій робить м'ясо несприятливим для сприйняття споживачами.

За останнє десятиліття було досягнуто значного прогресу в подовженні терміну зберігання охолодженого м'яса, включаючи краще розуміння впливу рН м'яса та активності води (aw) на ріст мікробів. Крім того, було покращено гігієну процесу, щоб гарантувати, що початкова кількість мікроорганізмів у м'ясі є якомога меншою. Технічні досягнення зменшили проникність бар'єрних плівок для кисню та дозволили краще контролювати температуру під час обробки та транспортування. Як наслідок, при ретельному контролі термін придатності продукту тепер досягається до 12 тижнів для деяких шматків, особливо з низьким рН (5,5–5,8).

Провівши дослідження встановили, що зберігання м'яса в системі вакуумного пакування за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} - 15 \text{ діб}$) виявилось найефективнішим, порівнюючи з пакуванням в пластиковий контейнер або без нього. Оскільки основні представники мікробіоти найповільніше розмножувалися за першого способу і м'ясо можна було зберігати протягом 15 діб без наднормативного зростання мікроорганізмів. Водночас за двох інших способах термін зберігання скорочується до сім – вісім діб. Біохімічні зміни ААА та ЛЖК у м'ясі в системі вакуумного пакування відбувалися також повільніше, ніж за пакування в контейнер. Аналіз мікробіоти за трьох способів пакування й режиму ($t \dots + 6,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ протягом 6 діб) виявив схожу тенденцію, як за режиму ($t \dots + 1,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ протягом 15 діб). За яких способів зберігання у системі вакуумного пакування був найефективніший щодо гальмування мікробіологічних змін у ньому. Тому для тривалішого зберігання м'яса яловичини ми рекомендуємо спосіб у системі вакуумного пакування.

УДК 664

В. І. Гудь, І. Б.Роган, О. І. Вічко, к.т.н., доцент

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

ЗАКВАСКИ З КИСЛОМОЛОЧНИМИ БАКТЕРІЯМИ ДЛЯ ЖИТНЬОГО ХЛІБА

P. I. Hud, I. B. Rogan, O. I. Vichko, Ph.D., Assoc.Prof.

SOURDERS WITH LACTIC ACID BACTERIA FOR RYE BREAD

Погіршення екології, раціону харчування, значне вживання продуктів приготовленої із напівфабрикатів сприяє виникнення у населення проблем із травленням. Унаслідок чого широкого значення набувають продукти, які в своєму складі містять корисні інгредієнти функціонального призначення, що мають на меті покращити стан здоров'я. У домашніх умовах часто печуть бездріжджовий хліб на заквасці з житнього борошна, тому що такий хліб виходить смачний і корисний.

У цьому дослідженні описаний процес виготовлення житньої закваски з акцентом на підвищенні її якості за допомогою цілеспрямованої інтеграції у її склад молочнокислих бактерій. Методологічний шлях досліджень розпочинається із формування житньої закваски з високим вмістом молочнокислих бактерій та відповідно максимального збільшення кількості молочної кислоти. Для цього у житню закваску вводили стартерні культури молочнокислих бактерій де переважали молочнокислі бактерії виду *Lactobacillus sanfranciscensis*. Це домінантна культура у традиційних заквасках, яка надає хлібу типового смаку і аромату. Стартер також покращує властивості тіста та структури м'якушки, а також запобігає пліснявінню. Подальший процес бродіння — це процес, що додає кінцевому продукту виразності гостроти та бажаної текстури.

Інтеграція стартерних культур молочнокислих бактерій, зокрема *Lactobacillus sanfranciscensis*, виявилася ефективним методом для забезпечення характерного смаку і аромату хліба, а також покращення структури тіста та м'якушки. Важливо відзначити, що цей підхід не лише зберігає традиційний характер закваски, але і сприяє підвищенню вмісту молочної кислоти, що впливає на якість та тривалість зберігання хліба. Такий підхід до виготовлення бездріжджового хліба на заквасці з житнього борошна не лише забезпечує задоволення смакових рецепторів, але й робить продукт більш корисним, зокрема завдяки додатковим властивостям молочнокислих бактерій. У результаті, споживачі можуть насолоджуватися не лише витонченим смаком хліба, але й отримувати позитивні впливи на здоров'я. Отже, в технології виробництва ферментованих продуктів необхідно проводити дослідження з визначення активності штамів молочнокислих бактерій заквасок.

Література

1. Карпик Г. В., Вічко О. І., Копчак Н. Г., Швед О. В. Особливості виробництва булочних виробів з RHEUM L. Chemistry, Technology and Application of Substances. Vol. 5, No. 2, 2022, 136-141 с.

2. Кухтин М. Д. Оцінка закваски спонтанного бродіння з вмістом базиліку в технології виробництва житньо-пшеничного хліба / М.Д.Кухтин, Х.Ю.Кравченко, В.Р.Сельський, О.С.Покотило, О.І.Вічко, Н.Г. Копчак, Н.Б. Хмеляр // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології, 2022, т 24, No 97, С.14-19.

3. Skril, Yu; Shved, O; Hubrii, Z; Vichko, O; Kupka, T. Analytical Review of Biotechnological Problem of Ukrainian Hard Cheeses. Biotechnologia Acta T. 16, No. 3, 2023. - P. 5-23

УДК 664

Н. З. Когут, Р. О. Мультиан, О. І. Вічко, к.т.н., доцент
(Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХЛІБА

N. Z. Kohut, R. O. Multan, O. I. Vichko, Ph.D., Assoc.Prof.
USE OF ENZYMES TO IMPROVE BREAD

У хлібопекарській промисловості розглядалося введення біотехнологічних заходів (допоміжних речовин і добавок), таких як ензими та емульгатори, для покращення термічних, реологічних і фізико-хімічних властивостей тіста та хліба. Однак сьогодні ферменти мікробного походження вважаються хорошою альтернативою для використання у випіканні хліба, оскільки вони безпечніші, оскільки мають біологічне походження, на відміну від шкідливих хімічних добавок. Для цього досліджено широкий спектр ферментів. При цьому використання ензимів у різних технологіях борошномельного виробництва має на меті покращити властивості тіста та готового продукту. Це можна досягти тільки при проведенні експериментальної роботи, адже постає питання введення у виробництва хліба борошна нижчих гатунків, яке за технологічними властивостями значно гірше, проте воно більш корисне для організму споживачів.

Використання ферментів у виробництві хліба революціонує реологію тіста, значно покращуючи його оброблюваність та стійкість до змін якості сировини. Це покращення полегшує промислові процеси та забезпечує сталу якість продукту. Ферменти, такі як амілази та протеази, відіграють важливу роль у модифікації в'язкоеластичних властивостей тіста, що призводить до збільшення утримання газу під час ферментації.

Ферментація, ключовий етап виробництва хліба, отримала значущі покращення завдяки додаванню ферментів. Ферменти каталізують розклад складних вуглеводів, вивільнюючи ферментовані цукри, що сприяє поліпшенню активності дріжджів та утворенню газу. Це призводить до більш контрольованого та ефективного процесу ферментації, що призводить до покращення об'єму, текстури та смаку кінцевого хліба. Ферменти також впливають на термін придатності хліба, модулюючи ретроградацію крохмалю та взаємодію білків. Ферменти сповільнюють перетворення крохмалю, тим самим відкладаючи початок старіння та зберігаючи свіжість хліба протягом тривалого часу. Поза технічними аспектами впровадження ферментів у виробництво хліба має позитивні економічні та екологічні наслідки. Потенційне зменшення використання інгредієнтів, енергоспоживання та утворення відходів відзначає сталість цього інноваційного підходу.

По мірі розвитку харчової промисловості є глибоке розуміння взаємодії ферментів з компонентами тіста, що дає можливість пекарям-технологам оптимізувати рецептури хліба та процеси його приготування, щоб забезпечити споживачам продукт найвищої якості. Відповідно використання ферментів у хлібо-булочній промисловості має значні переваги порівняно з традиційними методами.

У такому випадку доцільно застосовувати ензимні суміші, які забезпечать борошно, а відповідно й тісто бажаними біологічно-активними речовинами, які забезпечать кращу якість готового продукту. Тому дослідження в даному напрямі доцільно проводити, це дозволить здешевити технологію виробництва

Література:

1. Карпик Г. В., Вічко О. І., Копчак Н. Г., Швед О. В. Особливості виробництва булочних виробів з RHEUM L. Chemistry, Technology and Application of Substances. Vol. 5, No. 2, 2022, 136-141 с.

УДК 664

В. Р. Козловський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ У ЖИРОВІСНИХ ПРОДУКТАХ

V.R. Kozlovsky

RELEVANCE OF USING VEGETABLE FOOD ADDITIVES TO REDUCE OXIDATION PROCESSES IN FATTY PRODUCTS

Відомо, що високий вміст ненасичених жирних кислот у молочному жирі підвищує ризик окислення та утворення неприємних присмаків. Наприклад, молоко з високим вмістом поліненасичених жирних кислот може розвинути окислений смак протягом 24 годин зберігання в холодильнику). Неприємні присмаки вершкового жиру можуть поширюватися на інші продукти, такі як морозиво, і впливати на сприйняття споживачами. Проте молочний жир із високим вмістом мононенасичених жирних кислот у порівнянні з високим вмістом поліненасичених жирних кислот не виявляв проблем окислення. Ненасичені жирні кислоти окислюються з утворенням гідропероксидів, які дуже нестійкі. Продукти вторинного окислення, включаючи насичені та ненасичені альдегіди, кетони, вуглеводні, напівальдегіди та спирти, можуть бути відчутними для споживачів навіть у низьких концентраціях [1].

Повідомляється, що зберігання молочних продуктів за низьких режимів температур холодильника зумовлює повільній реакції окислювання, однак температура має важливе значення, проте вона не зупиняє швидкість перебігу окислювальних процесів. Тому із збільшенням температурного режиму молочний продукт швидко окислюється. Виявлено, що окислювальні процеси призводили до погіршення і утворення пероксидів, які обмежували термін придатності молочних продуктів і могли бути причиною небажаного прогірклого аромату [2].

Нині широко визнано, що певні класи рослинних сполук, таких як харчові волокна, фенольні кислоти, флавоноїди, вітаміни, антимікробні та нейрофармакологічні інгредієнти, відіграють профілактичну роль у боротьбі з деякими поширеними захворюваннями, такими як рак, серцево-судинні та нейродегенеративні розлади [1]. Завдяки цьому, останніми роками велика увага приділяється заміні синтетичних харчових добавок, які можуть мати несприятливий вплив на організм споживачів, на натуральні рослинні добавки [2].

Отже, у даний час багато досліджень спрямовані на збільшення термінів зберігання жировмісних молочних продуктів за допомогою застосування природних антиоксидантів, які здатні сповільнити або пригнічувати окисні чи гідролітичні процеси та мінімізувати втрати поживних речовин. У цьому випадку рослинні антиоксиданти мають велику перспективу до використання, адже часто вони пропагуються як відносно екологічні, безпечні, що мають природне походження, та ті, які демонструють високу активність пригнічення окислення ліпідів, що є найважливішим у процесі збільшення строків зберігання молочних продуктів.

Література

1 Jeon, I.J. (1996). Undesirable Flavors in Dairy Products. In: Food Taints and Off-Flavours, Blackie Academic and Professional, New York, 139-167.

2. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216-222.

**СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 159.9

В. П. Гуменна

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ЗОВНІШНЄ САМОВИРАЖЕННЯ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ЕМОЦІЙНОГО
СТАНУ ЖІНКИ**

V. P. Humenna,

**EXTERNAL SELF-EXPRESSION AS A REFLECTION OF A WOMAN'S
EMOTIONAL STATE**

Самовираження – це відображення зовні своїх внутрішніх почуттів, переконань, установок. Самовираження особистості є основою для самореалізації та самоствердження людини. Результатом процесу самовираження особистості має виступити самореалізація, самовизначення та самоствердження особи.

Актуальність даної проблеми зумовлена тим, що головною умовою становлення особистості є намагання знайти свій шлях до самовираження. Особливу увагу ця тема викликає в контексті дослідження зовнішнього самовираження та відображення через нього емоційних станів.

Дослідження проблеми самовираження особистості має міждисциплінарний характер, оскільки воно відбувається у філософському психологічному та педагогічному аспектах.

У науковій літературі щодо розкриття змісту категорії самовираження зустрічаються різні підходи.

Образ фізичного Я в сучасній психологічній науці здебільшого розглядається в контексті ідей психології самосвідомості і Я концепції. Увага дослідників зосереджена в основному на ставленні особистості до власного тіла.

Прихильники гуманістичного напрямку (Р. Бернс, К. Роджерс) розглядають ставлення до власної зовнішності як побудову особистістю фізичного образу Я в самосвідомості (Я-концепції). На думку Роберта Бернса, уявлення про свої фізичні параметри може істотно впливати на позитивність Я-концепції у цілому, та навпаки [3].

Розглядаючи проблему самовираження, американські психологи R. Ryan та E. Deci зазначали, що людина може бути орієнтована на досягнення або гедоністичного, або евдемоністичного благополуччя.

На думку І.Д. Беґа, самоствердження може виражатися у суспільно корисній поведінці, прагненні всім сподобатися, а також в протиставленні своїх цінностей іншим.

На думку Е. Фрома та ряду інших авторів, в сучасному технократичному суспільстві спостерігається обмеження виразності людської індивідуальності. Така тенденція призводить до фрустрації і незадоволеності життям.

Автори Harter, Chaiken, Flett (1990) зазначають, що зв'язок між зовнішністю та Я-концепцією у жінок є дуже міцним протягом усього їхнього життя. С. Хартер вважає, що з усіх сфер фізична зовнішність найбільш тісно пов'язана із глобальною самоповагою.

П. Шидлер (1920) одним із перших зазначав, що тілесний образ відчуває на собі вплив установок і взаємодій інших людей.

Модель соціального пізнання (І. Кастл, М. Кармель, Дж. Сірл) допомагає дослідити окремі форми поведінки, пов'язані із зовнішністю, зокрема те, що індивід використовує захисну поведінку тим частіше, чим більше значення надає своїй зовнішності [1].

А. Гавриленко зазначила, що фізичне Я це складний біосоціальний конструкт, що усвідомлення фізичного образу Я відбувається через побудову схеми тіла, образу тіла, концепції тіла, загального вигляду в цілому.

Теорії стресу і копінгу (М. Дропкін, М. Лацарус і С. Фолкман) використовуються для досліджень можливостей адаптації до зміненої зовнішності. Їх перевагою є динамічність: стрес і копінг розглядаються з позицій взаємозв'язку. Але ці моделі потребують додаткових досліджень.

Поняття самовираження за авторами розуміється як відображення ззовні своїх внутрішніх почуттів, переконань, установок що має мотиви в суспільному визнанні, саморозкритті. Більшість дослідників вказують на те, що психологічні механізми і умови формування образу фізичного Я визначаються як соціальними детермінантами, так і самопочуттям індивіда.

Невелика увага приділяється питанням того, як саме індивіди виражають свої емоції через зовнішній вигляд, і навпаки, як зовнішнє самовираження впливає на емоційні стани людини.

У дослідженнях різних науковців визначено зв'язок між ставленням до власної зовнішності і ставленням особистості до себе. Зовнішній вигляд є формою самовираження і може бути засобом самоконтролю і маскування емоцій. Хочемо дослідити, як через зовнішній вигляд відбувається трансформація настрою та стабілізація стану.

В результаті аналізу праць науковців спостерігаємо, що образ тіла є важливим компонентом особистості жінок, та є взаємопов'язаним з іншими властивостями і якостями особистості, що впливають на адекватність Я-концепції жінки [2].

Зважаючи на переважання поведінкового компонента фізичного Я хочемо пересвідчитись у можливості досліджуваних демонструвати зростання власної особистості внаслідок змін своєї зовнішності, де зовнішнє самовираження буде об'єктом активних взаємодій у міжособистісних взаєминах.

Мотивами самовираження є самоствердження самовизначення та самореалізація особистості. Існує взаємозв'язок між самовираженням і потребами у суспільному визнанні.

Спосіб самовираження через зовнішність більш властивий дівчатам та жінкам. Важливо детальніше зрозуміти механізми, який вплив може мати зовнішнє самовираження на емоційне здоров'я жінок.

Нам цікаво дослідити як змінюється зовнішнє самовираження жінок у різних ситуаціях, як воно пов'язане з внутрішнім психологічним станом та який має вплив на процеси самовизначення та самосвідомості.

Висновки. Дослідження може допомогти в розробці ефективних психологічних програм для підтримки емоційного стану жінок за допомогою інструменту зовнішнього самовираження. Розуміння цього аспекту може мати важливий практичний вимір для психологів у розробці стратегій та підходів до підтримання психічного здоров'я та самопочуття жінок.

Література

1. Менжега К. В. Теоретико-методологічний аналіз способів вимірювання самооцінки в дорослому віці. Збірник наукових праць «Теоретичні і прикладні проблеми психології». 2020. №1 (51). С. 139-152.
2. Гресько І. М. Ясність Я-концепції як чинник гармонійної особистості. Вісник Львівського університету. Серія психологічних наук. 2021. № 10. С. 39-45. Фурман О. Я-концепція як предмет багатоаспектного теоретизування. Український теоретико-методологічний соціогуманітарний часопис «Психологія і суспільство». 2018. № 1-2. С. 38-67.

УДК 336.7

А. В. Радченко, К. Б. Швирло

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКА ВОЛАТИЛЬНОСТІ РИНКУ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ ТОРГІВЛІ МАРКЕТ-МЕЙКІНГУ

A. Radchenko, K. Shvyrlo

ASSESSMENT OF MARKET VOLATILITY IN THE CONTEXT OF MARKET-MAKING TRADING STRATEGY

Стратегія маркет-мейкінгу є однією з ключових торгових стратегій, особливо на фінансових ринках, таких як біржі акцій, криптовалют або ринки похідних інструментів. Ця стратегія полягає у створенні ринку для певного активу шляхом надання одночасних котирувань купівлі та продажу для забезпечення ліквідності та зменшення спредів (різниці між цінами купівлі та продажу).

Волатильність ринку є одним з основних понять у фінансах, що описує ступінь варіацій ціни активу за певний часовий період. Оцінка волатильності ринку є важливою частиною фінансового аналізу, особливо в контексті криптовалют та інших високоволатильних ринків. Цей підхід використовує математичні та статистичні моделі для вимірювання та прогнозування ступеня зміни цін активу протягом певного періоду часу.

В контексті стратегії маркет-мейкінгу волатильність є бажаним фактором, так як дохід трейдера напряму залежить від кількості та глибини коливань. В таких умовах абсолютне значення середньоквадратичного відхилення від стартової ціна не несе корисної інформації для трейдера, адже фактично його цікавить дистанція, яку пройде ціна за весь проміжок часу до моменту повернення до початкового значення.

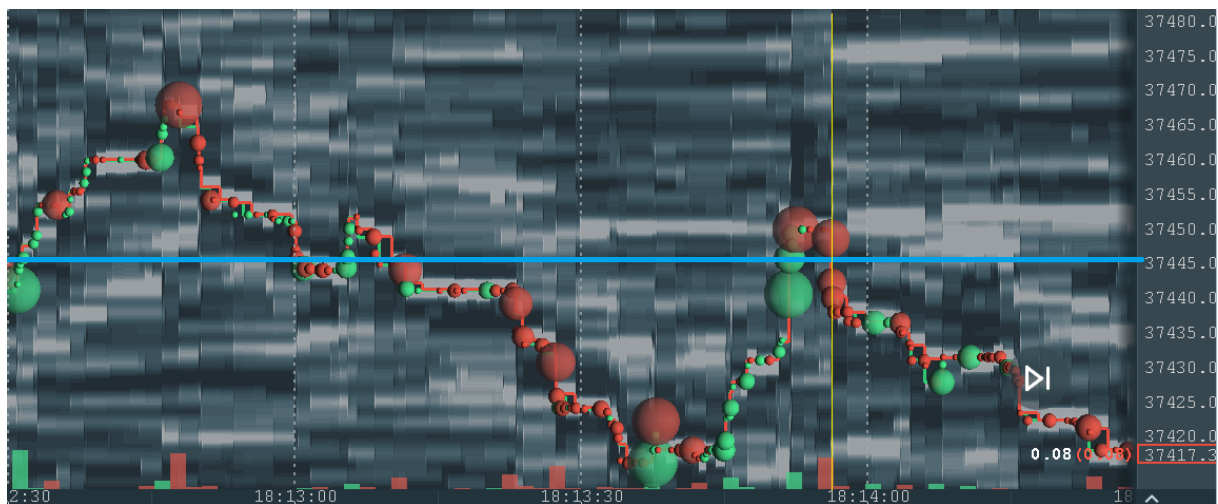


Рисунок 1. Вікно торгового терміналу інструмента BTCUSDT біржі Binance

Наприклад, на рисунку 1 зображена вікно терміналу що відображає 2-хвилинну частину торгової сесії інструмента BTCUSDT біржі Binance 20 листопада з 18:12:30 до 18:14:30. Якщо трейдер починає торгувати о 18:12:30, в цьому інтервалі його цікавить торгівля до останнього моменту настання стартової ціни, щоб його торгова позиція була закрита. Тобто, якщо він почав торги на ціні 37446 (позначено синьою лінією), то його цікавить закінчення торгів на тій самій ціні (для даного інтервалу це 18:13:55, позначено жовтою лінією).

Потенційний дохід трейдера напряму залежить від того, яку дистанцію пройде значення ціни починаючи від стартової, до моменту останнього виходу на стартову ціну протягом торгової сесії. Значення середньоквадратичного відхилення не надає трейдеру інформації для прийняття рішення щодо здійснення інвестицій, так як ціна може переживати чисельні коливання в рамках певного часу. Тому можна оцінити волатильність, враховуючи фактичні значення цін та міжордерний інтервал (вартість мінімального кроку ціни). Використаємо позначення:

n – кількість подій зміни ціни;

i – індекс події;

p_i – ціна події;

w – вартість мінімального кроку ціни;

p_{lo} – умовна ціна останнього розміщеного ордеру. Ціну першого розміщеного ордеру приймемо як значення початкової ціни $p_{lo\ 0} = p_0$. Для кожної події умовна ціна останнього розміщеного ордеру дорівнюватиме $p_{lo\ i} = p_{lo\ k-i} + ((p_i - p_{lo\ i-1}) \% \square)$.

Таким чином, дистанція, яку пройшла ціна, дорівнюватиме

$$d = \sum_{i=0}^n [p_i - p_{lo\ i-1}] \% w \quad (1),$$

тобто сумі відхилень ціни події від ціни останнього розміщеного ордеру для попередньої події.

Слід зауважити, що дистанція, яку пройшла ціна з моменту останнього випадку, при якому $p_i = p_0$ і до кінця торгової сесії, не цікавить трейдера в контексті стратегії маркет-мейкінгу.

Враховавши вартість мінімального кроку ціни та той факт, що для повернення інвестицій трейдеру необхідно здійснити як покупку так і продажу, тобто використати два міжордерних інтервали, формула потенційного I доходу трейдера складе

$$I = \frac{rw}{2} \sum_{i=0}^n [p_i - p_{lo\ i-1}] \% w \quad (2),$$

де r – розмір ордеру.

Застосувавши вказаний підхід до торгової сесії інструменту BTCUSDT біржі Binance з 21 листопада з 17:13:00 до 22 листопада 17:11:05, коли стартова ціна сесії дорівнювала останній ціні сесії, при значенні вартості мінімального кроку ціни 5 USDT/BTC дистанція складе 14791 кроків (1). При розмірі ордеру 0,001 BTC, отримаємо розмір потенційного доходу 36,98 USDT (2).

УДК 159.9

М. В. Дживак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОФЕСІЙНА САМОРЕАЛІЗАЦІЯ ЖІНКИ, ЯК АСПЕКТ БЛАГОПОЛУЧЧЯ СІМ'Ї

M.V. Dzhyvak

PROFESSIONAL SELF-REALIZATION OF A WOMAN AS AN ASPECT OF FAMILY WELL-BEING

Ідея професійної самореалізації не має спонтанного характеру, вона формується в руслі загальної життєвої перспективи, підкріплюється певною організацією особистості та впливом середовища. У багатьох сучасних дівчат та й молодих жінок є спотворені уявлення саме про сімейні цінності через образ “вільної жінки”, яка повинна жити для себе і робити професійну кар’єру. Аналіз феномена професійної самореалізації у парадигмі соціальної психології здатний виявити закономірності високої особистої ефективності, конструктивної соціальної активності, виокремити стимули, умови самоздійснення особи тощо.

Кар’єрний ріст жінки, фінансова незалежність і, водночас, боротьба за самореалізацію себе в сім’ї – все це складно в сучасному суспільстві. Чи можна це поєднати? Самореалізація для сучасної жінки майже неможлива без кар’єрного зростання. Багато батьків спочатку заохочують нас закінчити школу з хорошими оцінками, вступити до вищого навчального закладу і отримати певну спеціальність, яка на певному етапі вважається хорошою і затребуваною. А потім працювати за цією спеціальністю. Але це їхня мета, а батьки не завжди замислюються над прагненнями і бажаннями своїх дітей. Тому вони допомагають дитині обрати спеціальність, домовитися про “хорошу роботу” і відчувати задоволення і радість від досягнень своєї дитини. Можуть пройти роки, а іноді й усе життя, перш ніж дитина зрозуміє, що робота може бути хорошою, але не приносити задоволення. Навіть якщо вона отримує хорошу зарплату, вона буде незадоволена. Дуже важко досягти успіху і реалізувати себе на роботі, яка не подобається. Самореалізація для сучасної жінки означає розкриття свого творчого потенціалу та здібностей до певної сфери. Вони можуть почати реалізовувати себе в улюбленій справі, наприклад, танцях, живописі, фотографії тощо. Таким чином можна усунути перешкоди на шляху до самореалізації та самоактуалізації, які і так є великою проблемою для жінок.

Професійна самореалізація часто розглядається доволі широко і не обмежується безпосередньо лише професійною діяльністю. Вважається, що вона починається в індивідуума набагато раніше, ніж він офіційно починає працювати, є характеристикою всього життєвого шляху у професійній сфері. У контексті проблем самореалізації особистості важливим є її професійний аспект. Навчання та реалізація особистості в професійній діяльності не зводиться тільки до здобування знань, умінь, навичок і норм поведінки, а пов’язана з більш глибокими, смисловими виборами особистості.

Для здійснення самореалізації жінці необхідні такі суттєві властивості:

- 1) наявність внутрішньої спрямовувальної, спонукаючої і підтримувальної сили, яку забезпечують ціннісні орієнтації та фокус контролю;
- 2) автономність (самостійність, незалежність, спонтанність, здатність накопичувати і зберігати сили);
- 3) вміння зосередитись на головному (не зупинятися, не відхилятися вбік від обраного шляху, не розтрачувати накопичені ресурси на досягнення менш значущих

цілей), що підтримується ієрархією цілей, мотивів та цінностей, зорієнтованих на особисту та професійну сфери одночасно, і проявляється у відповідному стилі життя;

4) знайти й активізувати свій творчий потенціал, який відповідав би власне жіночій сутності;

5) не зациклюватись у вузьких межах традиційних жіночих ролей, постійно розвиваючи себе, що забезпечує:

а) пізнання самої себе як передумова пізнання інших, адекватне ставлення до самої себе (когнітивне, афективне, поведінкове);

б) високий рівень саморегуляції поведінки й діяльності;

в) розвинуті комунікативні якості;

г) висока мотивація досягнень.

Отже, провівши теоретичний аналіз можемо зробити такі узагальнення:

Самореалізація жінки — складний психологічний феномен, що представляє собою цілеспрямований процес і результат позитивних змін у ціннісно-смысловій сфері особистості й залежить від позитивної динаміки ставлення жінки до себе, до своєї родини, до інших людей, до професійної діяльності й світу в цілому.

Самореалізація жінки в професійній діяльності має свою специфіку, яка тісно пов'язана з питаннями її соціальної ролі, соціального призначення, права на творчість. Особливості перебігу процесу тендерної соціалізації жінки на різних етапах онтогенезу, специфіка самосприйняття та усвідомлення нею своєї індивідуальності визначають характер її професійної самореалізації.

Література

1. Безверхий О.С., Грабіщук С.В. Розвиток самоактуалізації жінки в професійній діяльності : Вісник Одеського національного університету. Серія «Психологія». 2016. Том 21. Випуск 1 (39). С. 20-30.

2. Безверхий О.С., Грабіщук С.В. Моделі самоактуалізації в сучасній психології : Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Психологічні науки : збірник наукових праць / за ред. Ірини Савенкової. 2017. № 1 (17) С. 56-62.

3. Безверхий О.С., Грабіщук С.В.. Емпіричне дослідження психологічних особливостей самоактуалізації жінки у професійній діяльності : Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Психологічні науки: збірник наукових праць за ред. Н.О. Євдокимової. 2016. № 1 (16). С. 46-52.

4. Беспарточна О., Замелюк М., Левицька В., Хомярчук А. Педагогіка партнерства в освітньому середовищі: теорія і технологія: навч.-метод. посіб. : Луцьк, ПП Іванюк В.П., 2021. 150 с.

5. Боднар М.Б. Етнопсихологічні особливості самоактуалізації студентської молоді Кременець : ВЦ КОГПІ ім. Тараса Шевченка, 2007. 196 с.

6. Боярина В. Стосунки в парі. Як створити міцну і щасливу родину. Київ: Yakaboo Publishing, 2021. 320 с.

УДК 338.46

Н. Таванець, Павло Дудкін, к.е.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОК'ЮРЕМЕНТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕХАНІЗМ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАКУПІВЕЛЬ

N. Tavanets, P. Dudkin, Ph.D., Assoc.Prof.

PROCUREMENT AS AN EFFECTIVE TOOL FOR REGULATING THE ACQUISITION OF GOODS, SERVICES, AND WORKS

Прок'юремент - це процес закупівлі товарів, робіт та послуг для потреб організації, який може застосовуватись як реальний ринковий механізм підвищення ефективності діяльності.

У сучасних умовах зовнішнє середовище стає все більш мінливим. Це створює як виклики так і певні можливості для закупівель.

До викликів можна віднести наступні:

По-перше, глобалізація робить конкуренцію між постачальниками більш жорсткою.

По-друге, швидкий технологічний розвиток вимагає від організацій постійно оновлюватися.

По-третє, зростаючі вимоги до прозорості та ефективності закупівель роблять їх більш складними.

До можливостей :

- глобалізація світової економіки дає доступ до більш широкого вибору постачальників та товарів;

- швидкий технологічний розвиток може призвести до зниження витрат на закупівлі;

- зростаючі вимоги до прозорості та ефективності закупівель можуть підвищити конкурентоспроможність організацій.

Для успішного функціонування в умовах динамічного зовнішнього середовища закупівлі повинні бути адаптованими до змін. Це означає, що вони мають бути:

- гнучкими, щоб швидко реагувати на зміни;

- ефективними, щоб досягати цілей за оптимальних витрат.

- прозорими, щоб відповідати вимогам законодавства та зацікавлених сторін.

Сучасні технології можуть допомогти організувати ефективні закупівлі. Наприклад, електронні закупівлі дають змогу знизити витрати на закупівлі; поліпшити прозорість закупівель; збільшити конкурентоспроможність постачальників, покращити гарантійне та післягарантійне обслуговування.

Формування ефективної системи закупівель в умовах динамічного зовнішнього середовища є складним завданням. Однак, адаптація системи закупівель до змін у зовнішньому середовищі та використання сучасних технологій можуть допомогти організаціям успішно функціонувати в сучасних умовах, ефективно використовувати увесь існуючий ринковий інструментарій.

УДК 338.45, 332.1, 339.94

Д. В. Кропива, І. Ю. Крамар, д.е.н., професор

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕКСПОРТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Kropyva D, Kramar I., D.Sc. (Economics), professor

EXPORT POTENTIAL OF UKRAINE UNDER MARTIAL LAW

Вже майже два роки Україна знаходиться в стані війни з російськими агресорами. Це, безумовно, позначилося на можливостях української економіки, в т.ч. з точки зору надходжень від експорту продукції за кордон. Втрачено біля 20% території, на якій знаходились як крупні промислові гіганти, наприклад, металургійної, видобувної та переробної галузей промисловості (частини Донецької та Запорізької областей), так і великі, середні та малі підприємства аграрної сфери (Херсонська область). У 2022 році значна кількість підприємств з прифронтових міст було релоковано у західні області України і потрібен час для повноцінного нарощування ними виробничих потужностей. Частина підприємств різних галузей промисловості та аграрного сектору зруйновані в результаті воєнних дій і втрачені безповоротно.

Метою роботи є аналіз тенденцій зовнішньо-економічної діяльності підприємств України з точки зору реалізації їх експортних можливостей в нових економічних умовах.

Впродовж останніх років українськими та зарубіжними вченими розроблено чимало дієвих пропозицій щодо вдосконалення експортних стратегій підприємств різних галузей економіки. Аналіз впливу глобалізації на конкретні ринки, досвід створення зон вільної торгівлі для досягнення балансу між експортом та імпортом та диверсифікації експорту підприємцями різних країн [1-3] могли б стати у нагоді українським керівникам малих та великих підприємств, що займаються експортом своєї продукції. Однак, ні ці рекомендації, ні механізми і моделі, пропоновані українськими авторами [4-6] щодо розвитку і вдосконалення експортної діяльності підприємств в умовах мирного часу і, навіть, у перший період війни, не можуть бути застосовані ними повною мірою в нинішніх реаліях, тому що кардинально змінилися внутрішні і зовнішні чинники.

Наприклад, на підставі багатofакторного регресійного аналізу авторами [4] встановлено, що найбільший вплив на прибутковість експортно-орієнтованих підприємств у 2022 році мали основні фонди, навіть, при зростанні витрат на реалізацію на майже 54%. Однак, в умовах тривалого блокування польськими перевізниками нашого транспорту на кордоні з Польщею в листопаді 2023 року прямі витрати на транспортування зросли в 4 рази. Крім того, це призвело до зриву договорів щодо термінів поставок і завдає величезного удару по підприємствах, які експортують продукти харчування з обмеженим терміном використання. Втрати підприємств вже сьогодні обчислюються мільярдами гривень.

Значним джерелом експортних надходжень до бюджету України є вивіз за кордон зерна нового врожаю. Ускладнення логістики, обмеженість можливостей використання портів, навіть, за наявності «зернового коридору» у 2022 році, але значного періоду зупинки транспортування зерна морем, станом на листопад надходження зросли всього на 4,7 % порівняно з тим же періодом 2022 року [7].

Загалом, у 2022 році експорт товарів за даними Держстату України [7] становив 44148,8 млн. дол.США (64,9%) порівняно з 2021 роком, а за 9 місяців 2023 року – 27144,8 млн. дол., що складає 82,2% порівняно з відповідним періодом попереднього року. Як видно з малюнка, на початок 2022 року ми досягли зростання експорту

більш, ніж в 1,5 рази порівняно з аналогічним періодом 2021 року. Але, на кінець року виручка від експортних операцій знизилась у 2,4 рази.



Рисунок 1. Темпи зростання (зниження) експорту товарів (у % до відповідного періоду попереднього року, наростаючим підсумком) [7].

Незважаючи на здійснення експортних операцій з більш, ніж 220 країнами світу, практично рік знадобився українським експортерам для того, щоб змінити тенденцію спадання на тенденцію зростання. З березня 2023 року почалось поступове нарощування надходжень від зовнішньої торгівлі, але, навіть, порівняно з 2022 року, вони складають не більше 85,7%.

Важливим питанням є структура експорту. За 9 місяців 2023 року лише за невеликою кількістю товарів спостерігали зростання – порох і вибухові речовини (515,6%), цукор (264,0%), вироби борошномельнокруп'яної промисловості (154,8%), овочі (113,2%). Найменші темпи зростання експорту металів і виробів з них – цинку (6,8%), олова (13,%), нікелю (53,5%), чорних металів (52,5%) [8].

Для полегшення зовнішньо-економічної активності підприємств Урядом України прийнято ряд важливих рішень в галузі податкової політики [9], ведуться перемовини з країнами-партнерами, проводиться робота щодо вступу України в Європейський Союз. Таким чином, експортні можливості підприємств можна нарощувати, незважаючи на виклики і загрози воєнного стану, на сьогодні найважливішим питанням є розв'язання транспортного колапсу на кордоні з Польщею, нарощування експорту морським транспортом, створення сприятливого мікроклімату для бізнесу всередині країни.

Література

1. The effects of globalization on the market of consumption in Romania [Soare, I.](#), [Rahoveanu, M.M.T.](#), [Zeca, D.](#), [Zugravu, A.G.](#), [Rahoveanu, A.T.](#) *Proc.of the 29th Int. Business Information Management Association Conference* - 2017, pp. 989–996.
2. H. Kristjánsdóttir, S. Guðjónsson & G. Kristján Óskarsson. Free trade agreement (FTA) with China and interaction between exports and imports. *Baltic Journal of Economic Studies*, 8(1) (2022) 1- 8. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2022-8-1-1-8>.
3. J. Wagner. Is export diversification good for profitability? First evidence for manufacturing enterprises in Germany. *Applied economics*, 46 (33) (2014): 4083-4090. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.950797>
4. Крамар І. Ю., Мариненко Н. Ю. Експортно-орієнтована діяльність промислових підприємств як спосіб забезпечення розвитку Західного регіону України / І. Ю. Крамар, Н. Ю. Мариненко // Причорноморські економічні студії. Науковий журнал, 2019. Випуск 40. - С. 130-133.
5. The multifactor regression model for export-oriented sustainable management of enterprise profitability / [Savitskyi, A.](#), [Kramar, I.](#), [Nyzhnyk, V.](#), [Zeca, E.D.](#), [Marynenko, N.](#) // *CEUR Workshop Proceedings* This link is disabled., 2022, 3309, pp. 363–375.
6. V. Nyzhnyk, Ye. Rudnichenko, L. Bohatchyk, L. Kravchenko. Mechanism of Management of Foreign Economic Activity of Industrial Enterprises. *Proc. of the 6th Int. Conf on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019)*. URL: <https://doi.org/10.2991/smtesm-19.2019.7>
7. https://ukrstat.gov.ua/express/expres_u.html
8. https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2023/zd/tsztt/arh_tsztt2023_u.html
9. Черкашин І. Зміни в податковому законодавстві України в умовах воєнного стану / Черкашин Інна, Крамар Ірина // III Міжнародна науково-практична конференція „Розвиток соціально-економічних систем в гео-економічному просторі“, 19 травня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В.А., 2023. — С. 140–142.

УДК 159.9

В. В. Вишньовський, к.психол.н.; Л. В. Омельчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ САМОСВІДОМОСТІ ОСОБИСТОСТІ СТУДЕНТІВ-ПСИХОЛОГІВ

V. V. Vyshnovskyi Ph.D, L. V. Omelchuk

FORMATION OF PROFESSIONAL SELF-AWARENESS PERSONALITY OF PSYCHOLOGY STUDENTS

У контексті розвитку сучасної освітньої системи в Україні, зростають вимоги до творчого потенціалу особистості, розробки та застосування нових інформаційних і психолого-педагогічних технологій навчання, включаючи підготовку професійних психологів. Наукове обґрунтування проблеми професійної самосвідомості стає надзвичайно актуальним завданням. Володіння майбутніми психологами своєю професійною діяльністю до рівня високої компетентності є вирішальним.

Професійна самосвідомість є однією з основних умов успішної професійної діяльності і включає свідомий вибір професії відповідно до тих наявних здібностей і можливостей; також усвідомлення власних потреб, суспільства, колективу і намічених цілей; передбачення прояву інтелектуальних, емоційних і вольових процесів; розуміння співвідношення власних можливостей, рівня своїх прагнень, а також необхідності досягнення певних результатів, професійного саморозвитку і самовиховання. Тому в освітній сфері вищих навчальних закладів дослідження психологічних особливостей, внутрішніх механізмів професійного самовизначення, формування професійної самосвідомості, використання позитивних форм підтримки та супроводу цього процесу є актуальним і перспективним теоретичним і практичним завданням. Зрештою, ступінь розвитку професійної самосвідомості визначає конкурентоспроможність фахівців та їхні шанси на успіх [2].

У широкому розумінні, професійна самосвідомість є усвідомленням особою себе як суб'єкта майбутньої самостійної професійної діяльності. Цей процес включає в себе пізнання себе, формування уявлень про себе, вироблення ставлення до себе, саморегуляцію в системі професійної діяльності, спілкуванні і в системі власної особистості. Розвиток професійної самосвідомості був об'єктом досліджень таких вчених, як С. Васьківська, В. Зайчук, Е. Зеєр, Є. Клімов, О. Лозова, А. Маркова, Л. Мітіна, Г. Радчук, Л. Римар, Л. Терлецька, Т. Титаренко, О. Туриніна, Л. Туріщева та інші.

Професійну самосвідомість можна розглядати з різноманітних точок зору – як процес, що змінюється з часом, і як результат цього процесу. Вона охоплює усвідомлення і оцінку свого Я в контексті професійної діяльності, спілкування та особистості загалом. Наша мета - створити умови для розвитку професійної самосвідомості студентів-психологів у вищому навчальному закладі. Ми розуміємо це поняття так, як описує його вітчизняний психолог О. Туриніна – як поєднання знань про свої особливості, професійні здібності та інтереси. При цьому, успіхи і невдачі в професійній та навчальній діяльності впливають на наше уявлення про себе, самооцінку, рівень очікувань і, в кінцевому рахунку, на загальну професійну самосвідомість [2].

Професійна самосвідомість вперше проявляється у юнацькому віці, коли виникає потреба в професійному самовизначенні, і молода людина починає розуміти себе як суб'єкта своєї майбутньої самостійної професійної діяльності. Навчання у вищому навчальному закладі є однією з перших, але дуже важливих ступенів професійної самореалізації, яка розглядається як цілеспрямоване усвідомлення професійної діяльності. Це проявляється у формуванні і коригуванні "Я-концепції": "Я-

ідеального", світогляду, життєвих планів, смислів і цілей діяльності. Виконавчими механізмами є рефлексія, постановка цілей та формування смислів.

Динаміка професійної самосвідомості студентів-психологів є складним і багатограним процесом, який може бути вплинутий різними чинниками. Професійна самосвідомість означає усвідомлення особистістю своїх професійних здібностей, знань, навичок, сильних і слабких сторін у контексті обраної професії.

Ось деякі ключові аспекти, що можуть вплинути на динаміку професійної самосвідомості студентів-психологів:

Навчання та освіта: Програми навчання, які вони проходять, якість навчання, методи навчання, наявність практичних занять та можливості для розвитку практичних навичок - це важливі чинники формування професійної самосвідомості.

Практичний досвід: Можливість отримати практичний досвід у сфері психології через стажування, практикуми, волонтерство тощо може суттєво вплинути на розвиток професійної самосвідомості.

Самопізнання: Вміння особистості самостійно вивчати свої можливості, слабкі та сильні сторони, рефлексія над власними діями і вчинками у процесі навчання та практики.

Супровід та підтримка: Підтримка від викладачів, менторів, колег, можливість обговорення своїх успіхів і труднощів може сприяти збагаченню та зміцненню самосвідомості студентів-психологів.

Розвиток професійної ідентичності: Освіта у психології також включає розвиток професійної ідентичності - встановлення себе як психолога, усвідомлення власних цінностей, переконань, етичних принципів та впровадження їх у практику.

Зміна уявлень та досвіду: Професійна самосвідомість може змінюватися в залежності від зміни уявлень про психологію, нових наукових відкриттів, альтернативних підходів тощо.

Такий процес є індивідуальним і може бути різним для кожної особистості. Він може еволюціонувати з часом, враховуючи накопичений досвід та вплив зовнішніх чинників на індивіда.

Ми вважаємо, що інноваційні форми професійного розвитку, зокрема використання спеціальних курсів та завдань, спрямованих на використання та тренування механізмів рефлексії, цілепокладання (мотивація через цілепокладання) та смислоутворення, можуть допомогти мобілізувати професійну самосвідомість студентів.

Література

1. Білан Т. Світоглядні аспекти формування професійної самосвідомості майбутнього педагога. Актуальні питання гуманітарних наук. 2020. Вип. 28. Т. 1. С. 152.
2. Видолоб Н.О. Професійна самосвідомість майбутніх психологів: аналітичний огляд проблеми. URL: https://revolution.allbest.ru/psychology/00829589_0.html (дата звернення: 10.11.2023).
3. Галузьяк В.М., Добровольська К.В. Розвиток професійної самосвідомості студентів вищих навчальних закладів. Вінниця: Нілан, 2015. 256 с.
4. Пророк Н.В. Психологічні особливості особистісно-професійного саморозвитку практичного психолога. Проблеми сучасної психології : Збірник наукових праць К-ПНУ ім. Івана Огієнка, Інституту психології ім. Г.С. Костюка НАПНУ. 2019. №14. С. 655-665.
5. Самолова А.Г. Особливості формування професійної свідомості майбутніх психологів. Автореф. дис. ... канд. психол. наук, Запоріжжя, 2019. 19 с.
6. Циба Н.В. Професійне самовизначення та феномен професійної деформації психологів. Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету "Україна". 2019. №2. С. 145-149.

УДК 159.9

В. В. Вишньовський, к.психол.н.; М. З. Корінь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЕМОЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ЯК ЧИННИК ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ

V. V. Vyshnovskyi Ph.D, M. Z. Korin

EMOTIONAL ENVIRONMENT OF PRESCHOOL CHILDREN AS A FACTOR IN MENTAL DEVELOPMENT

У сучасному світі, коли дорослі все більше зосереджуються на фізичному та пізнавальному розвитку дітей, вони часто забувають про важливість їх емоційно-особистісного розвитку, але ж він безпосередньо впливає на їх психологічне та соціальне благополуччя.

У дітей часто спостерігаються недостатньо розвинуті навички розпізнавання та описування своїх емоцій, а також вираження свого емоційного стану в соціально прийнятний спосіб перед оточуючими та близькими. Це призводить до конфліктів у дитячих групах та міжособистісних сімейних відносинах. Відповідно в дітей дошкільного віку з'являються внутрішньоособистісні проблеми, такі як тривожність, гіперактивність, сором'язливість, агресивність, замкнутість та інші.

Передшкільний період є унікальним та неповторним періодом емоційного розвитку людської особистості. Власне почуття та переживання дитини стають більш складними та диференційованими. Досить активно формуються і морально-етичні, і інтелектуальні та естетичні категорії, такі як добрий-злий, хороший-поганий, гарний-негарний та інші. Розвиваються почуття власної гідності, також справедливості, сорому, гумору, формується вміння поставити себе певним чином на місце іншої людини та співпереживати з нею. Емоційні переживання набувають все більш вербалізованого характеру, наприклад, "Я ображений на тебе". Дуже яскраво виявляються симпатії та антипатії, виникає потреба у визнанні, розумінні, схваленні, підтримці та любові [2].

Вивчення емоцій дошкільнят в українській психології пов'язана з іменами наступних вчених: Г. Вартанян, М. Грот, В. Зеньківський, М. Ланге, І. Сікорський, Є. Петров.

Важливим новоутворенням в емоційній сфері дітей дошкільного віку є те, що вони відчують можливість реакції дорослих на свої дії та поведінку. Таким чином, емоції дошкільників включаються у важливий компонент внутрішніх механізмів, що гарантують субординацію мотивів [4]. Вираження емоцій дошкільників також істотно змінюється в міру того, як вони поступово оволодівають виразними формами емоційної експресії – інтонацією, мімікою, пантомімікою, жестами, позою, рухами, усмішкою – і навичками придушення бурхливих і різких форм емоційної експресії. Оволодіння цими засобами виразності також допомагає дітям краще розуміти емоції інших людей і вивчати "мову" емоцій, прийняту в суспільстві. Оскільки діти дошкільного віку вже певною мірою оволоділи емоційною експресією, прояв певної емоції не обов'язково означає, що ця емоція була пережита. Дошкільнята мають очікування (антиципації) певних емоцій, які впливають на їхню мотивацію і коригують плани поведінки та діяльності [3].

У дітей дошкільного віку розвивається співчуття, інтерес до близьких, почуття обов'язку, взаємопідтримки та чуйності. Вони вчаться розуміти власні емоції, а також емоції інших людей. Дошкільнята починають розпізнавати емоційні стани за виразом обличчя, мімікою, жестами і позою. Діти розуміють основні емоції (наприклад, радість, гнів, смуток, біль) краще, ніж їхні відтінки. Дошкільнята можуть співпереживати

літературним персонажам, розігрувати та передавати різні емоційні стани в рольових іграх.

Високі почуття як фундаментальна характеристика особистості зазнають значних змін. Змінюється їхня динаміка та зміст, почуття стають стійкішими та глибшими. Важливу роль у розвитку цих почуттів відіграють рольові ігри. Високі почуття можуть бути моральними (переживання, що виявляють ставлення до суспільних подій, їх учасників і самого себе (почуття обов'язку, гордості, самоповаги), естетичними (переживання, що виникають в результаті сприйняття естетичних цінностей і взаємодії з ними), пізнавальними або практичними (переживання, що виникають в результаті пізнавальної діяльності, її успіхів і невдач, труднощів у здійсненні) [1].

Естетичні переживання дітей, з одного боку, пов'язані з включенням мови в когнітивні та особливо емоційні процеси, що призводить до інтелектуалізації, а з іншого боку, тісно пов'язані з етичними поняттями, зокрема, з етичними поняттями. Пізнавальна діяльність дітей забарвлена інтенсивними переживаннями і має для них особливу цінність. Відкриваючи нові властивості предметів або знаходячи пояснення таємничим і незрозумілим природним явищам, діти відчувають радість, задоволення від відкриття, цікавість і допитливість, які стають цінностями на все життя. Завдяки емоційній підтримці пізнавальна діяльність стає цінною для дитини, і вона прагне її продовжувати. Інтелектуальні емоції характеризуються стимулюючим впливом на пізнавальну діяльність. Ці емоції у дітей дошкільного віку позитивно впливають на шкільний період. Уявлення про красу і потворність у власній поведінці дитини асоціюються з добром і злом і є джерелом етичних почуттів. У своїх малюнках діти передають своє ставлення до позитивних персонажів через детальне зображення позитивних героїв у різних кольорах. З іншого боку, погані персонажі залишаються в обмеженому діапазоні кольорів і зображуються або як чорні крапки, або як безформні образи, такі як заплутані клубки чорних ниток [5].

Усі види діяльності дітей – праця, творчість, гра, спілкування з дорослими та однолітками – сприяють їхньому емоційному та афективному розвитку. Водночас змінюється роль емоцій у діяльності дітей дошкільного віку. Якщо раніше головним критерієм була оцінка дорослих, то тепер вони відчувають задоволення від надії, що їхня діяльність призведе до позитивного результату або поліпшить настрій інших. Дошкільнята можуть порівнювати результати своєї спільної діяльності та прагнути до оригінальності [6].

Тому діти дошкільного віку, по суті, є “в'язнями емоцій”, оскільки не можуть контролювати свої емоції. Емоції виникають і швидко зникають. Основним аспектом розвитку емоційної сфери дітей саме дошкільного віку, особливо старшого, є поява здатності керувати емоціями. Коли емоції стабілізуються, вони набувають значної глибини, формуються моральні, естетичні та пізнавальні почуття.

Література

1. Дуткевич Т. Дитяча психологія. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 424 с.
2. Кобильченко В., Омельченко І. Спеціальна психологія. Київ : Академія, 2020. 224 с.
3. Коропецька О.М. Психологічні основи професійної орієнтації та самореалізації особистості. Навчальний посібник. Київ : КНТ, 2018. 438 с.
4. Психологія розвитку особистості у підлітковому та ранньому юнацькому віці: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / за ред. К.В. Седих. Полтава : Астроя, 2018. 342 с.
5. Сергєєнкова О.П., Столярчук О.А., Коханова О.П., Паська О.В. Вікова психологія: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 376 с.
6. Чеботарева А. Психолого-педагогічний супровід навчання дітей з інтелектуальними порушеннями. Харків : Кенгуру, 2020. 256 с.

УДК 159.9

В. В. Вишньовський, к.психол.н.; Л. В. Мальована

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРУДОВОГО КОЛЕКТИВУ

V. V. Vyshnovskyi Ph.D, L. V. Malovana

THE INFLUENCE OF THE MICROCLIMATE ON THE EFFICIENCY OF THE LABOR TEAM

У сучасній психологічній літературі вживається два значення поняття колектив:

- під колективом розуміється будь-яка організація, група людей (на заводі, у цеху, бригаді, шкільному класі, студентській групі);
- під колективом розуміється високий рівень розвитку групи.

Поняття колектив (від лат. *collectivus* – збірний) вживається для позначення соціальної спільності людей, об'єднаних спільною діяльністю на основі чинних соціально-економічних відносин, єдністю цілей та інтересів, взаємною відповідальністю, відносинами товарищескості і взаємодопомоги, організованих і забезпечених органами управління та самоврядування.

В основі виникнення колективів лежить спільність корінних інтересів. Колективність як усвідомлене прагнення до спільної реалізації цих спільних інтересів не завжди може бути реалізована повною мірою.

Колектив як соціально діюча система виконує такі функції:

- організаторську: спрямовану на об'єднання членів колективу з метою виконання певних завдань;
- виховну: спрямовану на створення оптимальних умов для морального, розумового, фізичного, трудового виховання, забезпечення умов для психічного і соціального розвитку особистості;

стимульовальну: сприяє формуванню морально-ціннісних стимулів діяльності особистості у всіх сферах; регулює поведінку членів колективу, впливає на формування позитивних якостей особистості.

Трудовий колектив як об'єкт вивчення розглядається під різними кутами зору. Насамперед він вивчається як соціальна спільність, основний осередок суспільства, основна ланка його соціальної структури, соціальної організації, одна з найпоширеніших соціальних груп.

Трудовий колектив розглядається як суб'єкт і об'єкт управління соціальними процесами на соціальному мікрорівні. Трудові колективи виступають як суб'єкти і об'єкти формування соціальних відносин, також підтримки й розвитку колективістського способу життя.

Ось деякі ключові аспекти, що можуть впливати на динаміку професійного аналізу мікроклімату трудового колективу.

Навчання та освіта: Програми навчання, які вони проходять, якість навчання, методи навчання, наявність практичних занять та можливості для розвитку практичних навичок – це важливі чинники формування мікроклімату на ефективність трудового колективу.

Практичний досвід: проаналізувавши наукові підходи виявлено, що поняття мікроклімат має багато синонімічних понять: соціально-психологічний клімат, психологічний клімат, морально-психологічний клімат, психологічна атмосфера.

Мікроклімат – це емоційне забарвлення спілкування і взаємодії людей, яке впливає на їхню спільну діяльність, переважний відносно стійкий емоційний настрій людей в колективі.

Проблемі мікроклімату в колективі присвячено багато робіт як у вітчизняній так і зарубіжній психології. До цього часу в психології не має однакової дефініції, але більшість дослідників розуміють цей термін схожим.

Мікроклімат, розкриває значення групових ефектів, як умови міжособистісної взаємодії в колективі, що визначає зворотній вплив міжособистісних відносин на спільну предметно-практичну діяльність людей. Мікроклімат характеризується як стан міжособистісних відносин, що передбачує їх здатність змінюватись.

Встановлено, що динаміка змін мікроклімату зумовлена в першу чергу детермінантами зовнішнього порядку (матеріально-технічними та організаційно-управлінськими умовами предметно-практичної діяльності людей) і відображенням та розумінням міжособистісних відносин.

Самопізнання: вивчивши теоретичний матеріал виявлено, що мікроклімат трудового колективу формується в процесі сумісної діяльності людей та виявляється в їх поведінці. Мікроклімат є результатом відображення матеріальних, організаційно-управлінських та психологічних умов.

Виявлено основні форми прояву мікроклімату: співрацьованість, рівень конфліктності, дружба, засоби спілкування, поради, самооцінка.

Супровід та підтримка: співрацьованість, рівень конфліктності, дружба, засоби спілкування, поради, самооцінка.

З'ясували, що мікроклімат, який спостерігається у різних колективах, може різнитися за своїм змістом та спрямуванням. Виокремлюють три основних види: з позитивною, негативною, та нейтральною спрямованістю.

Встановлено, що проявлення мікроклімату в трудовому колективі багатогранні, як і в поведінці людини, так і в різних системах їх відношень.

Розвиток професійної ідентичності: Освіта у психології також включає розвиток ефективності трудового договору.

Зміна уявлень та досвіду: полягає в тому, що вони можуть бути використані у діяльності практичного психолога з метою діагностики та розвитку позитивного мікроклімату колективу.

Мікроклімат колективу – це притаманний певному колективу стійкий психічний настрій, який здійснює значний вплив на взаємини людей, їх ставлення до праці та навколишнього середовища. Це результат сумісної діяльності людей, їх міжособистісних відносин. Мікроклімат виявляється в таких групових ефектах, як настрій та колективна думка, індивідуальне самопочуття в колективі. Ці ефекти мають відображення у взаємовідносинах, пов'язаних з процесом праці та рішеннями загальних завдань колективу.

Література

1. Беляєва Н.С. Оцінювання соціально-психологічного клімату в колективі на прикладі підприємства торгівлі та його вплив на процес управління організацією Актуальні проблеми економіки. 2017. № 5. С. 144-153.
2. Вертель В.В., Комашня А.О, Федорчук І.В. Соціально-психологічний клімат колективу Вісник економіки транспорту та промисловості. 2012. №40. С. 292-295.
3. Лескова Л.Ф. Формування сприятливого соціально-психологічного клімату у колективі установи соціальної сфери Молодий вчений № 4 (44). 2017. С. 98-103.
4. Ліщинська О.А. Соціально-психологічний клімат як чинник управління організацією. Київ : Міленіум, 2010. 67 с.

УДК 330.33

В. Рудак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ГАЛУЗЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ

V. Rudak

IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE INDUSTRY OF INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY IN MANAGEMENT

Штучний інтелект (ШІ) має значний вплив на сферу інформаційних систем і технологій в управлінні (ІСТУ). У 2023 році цей вплив продовжує зростати, оскільки ШІ все частіше використовується для автоматизації завдань, підвищення ефективності бізнес-процесів та прийняття кращих рішень. Одним з найпомітніших впливів ШІ на ІСТУ є автоматизація завдань. ШІ-системи можуть виконувати багато завдань, які раніше виконували люди, наприклад, аналіз даних, прогнозування продажів та обслуговування клієнтів. Це звільняє людей для виконання більш творчих і стратегічних завдань. ШІ також використовується для підвищення ефективності ІСТУ. ШІ-системи можуть використовуватися для оптимізації процесів, виявлення аномалій і прогнозування тенденцій. Це може допомогти організаціям працювати ефективніше та зменшити витрати. Крім того, ШІ використовується для прийняття оптимальних рішень. ШІ-системи можуть використовуватися для аналізу великих даних, з метою знаходження прихованих закономірностей та тенденцій. Це може допомогти організаціям приймати більш обґрунтовані рішення, які сприятимуть підвищенню прибутку та ефективності.

Основними напрямками використання ШІ в економіці в 2023 році стали:

- аналіз даних продажів, для виявлення тенденцій і прогнозування;
- обслуговування клієнтів - щоб відповідати на запити клієнтів, вирішувати проблеми та надавати рекомендації;
- оптимізація логістичних процесів, з метою зниження витрат на доставку та підвищення ефективності;
- аналіз даних кібербезпеки, щоб виявляти загрози і запобігати атакам.

Однією із останніх розробок, став генеративний помічник компанії Amazon, створений на основі ШІ Amazon Q, доступний у Slack та Microsoft Teams, функції якого передбачають керування програмами та пошук відповідей на запити про AWS.

Очікується, що вплив ШІ на сферу ІСТУ в майбутньому зростатиме, сприяючи подальшій автоматизації завдань. Організації, які хочуть залишатися конкурентоспроможними, повинні впроваджувати ШІ-технології в свої бізнес-процеси.

Література:

1. Stuart J. R., Peter N., Ernest D. Artificial Intelligence A Modern Approach. 2009. Prentice Hall. 1152 p.
2. Pedro D. The Master Algorithm How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World. 2015. Penguin Books Limited. 352 p.
3. Stanford Encyclopedia of Artificial Intelligence. URL.: <https://plato.stanford.edu/entries/artificial-intelligence/>

УДК 159.9

В. В. Вишньовський, к.психол.н.; Т. В. Черній

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ФОРМУВАННЯ СВІДОМОГО БАТЬКІВСТВА ЯК ОСОБИСТІСНОЇ СТРАТЕГІЇ В ЮНАЦЬКОМУ ВІЦІ

V. V. Vyshnovskyi Ph.D, T. V. Chernii

THE FORMATION OF CONSCIOUS PARENHOOD AS A PERSONAL STRATEGY IN YOUTH

Протягом останніх років незмінно гострим в українській науці та практиці залишається питання підготовки молоді до батьківства. Це пов'язано насамперед із тим, що найактуальнішою в суспільстві є проблема раннього соціального сирітства. З одного боку, на сьогоднішній день, соціальна політика держави спрямована на підвищення рівня народжуваності в українських сім'ях, а з іншого, фінансове стимулювання жінок народжувати дітей не гарантує гідної психолого-педагогічної підготовки до батьківства. Незважаючи на те, що завдяки діяльності соціально-психологічних служб, із кожним роком спостерігається зменшення кількості відмов від новонароджених дітей, їхня кількість все одно залишається дуже великою. Причому, серед основних причин відмов, згідно із дослідженням, перше місце займають психологічна незрілість, відсутність настанови на материнство, а потім асоціальна поведінка, відсутність житла та підтримки сім'ї, бідність, небажаність вагітності. Зважаючи на це, нам необхідно дослідити, наскільки відповідальним є ставлення до батьківства в юнацькому віці на сьогоднішній день: чи спостерігаються усвідомлення ролі батька/матері, бажання бути батьками, готовність виконувати батьківські обов'язки. Якість виховання, усвідомлене виконання батьківської ролі визначають стан суспільства, інституту сім'ї і психологічне здоров'я особистості наступних поколінь. У наш час звичайними явищами стають малодітна сім'я, відхід від традиційного розподілу ролей і відповідальності в сім'ї, збільшення кількості одиноких сімей, фемінізація, ослаблення виховної ролі батьків, ріст бездоглядності, значне зниження стабільності сім'ї, і інші актуальні явища в сфері сім'ї та дитячо-батьківських відносин. Все це змушує звертати пильну увагу на дану сферу.

Практично кожна людина стає батьком або матір'ю, і якість виховання, сімейної взаємодії залежить від стану батьківства. З появою дитини в сім'ї, чоловік і жінка свідомо або неусвідомлено здобувають нову роль – батьків. Прийняття батьківської ролі відбувається раз і назавжди. Біологічна здатність бути батьком або матір'ю не завжди збігається із психологічною готовністю до батьківства. Готовність до батьківства, усвідомлення себе батьками і способи реалізації батьківства на пару зі своїм чоловіком чи дружиною формуються під впливом різних факторів.

Сім'я є першим інститутом соціалізації дитини. Саме сімейне виховання є найбільш природним і відіграє визначальну роль у розвитку й формуванні особистості. На молодих батьків виявляється постійний тиск із боку авторитетних джерел: як необхідно доглядати за дитиною і як треба її виховувати. Вибираючи свій стиль поведінки у взаємодії з дитиною, батьки опиняються в ситуації невизначеності й можуть відчувати непевність у собі, почуття провини і так далі. Все це визначає потребу в психологічному супроводі сім'ї і сімейного виховання.

Психологічна робота з батьками – досить складний напрямок. Нерідко батьки не сумніваються у своїй компетентності, обвинувачуючи у випадку виникнення труднощів у дитячо-батьківських відносинах школу, суспільство. Часто батькам складно визнати помилковість своїх думок, почуттів, дій. На тлі цього усередині сім'ї між батьком і

матір'ю нерівномірно розподіляється виховна активність. У більшості випадків, вихованням, емоційним спілкуванням з дітьми займається мати, батько ж робить це “залежно від настрою”. У підсумку, в сім'ї не спостерігається системності впливів. Батьки для дитини рідко виступають єдиним цілим.

Проблема дослідження міститься у виявленні і вивченні компонентів, рівнів розвитку батьківства як інтегрального психологічного утворення особистості, особливостей статево-рольової ідентифікації у жінок та чоловіків в період народження дитини; визначенні психологічних факторів формування батьківства для розробки технології формування усвідомленого батьківства.

Разом з тим відчувається недолік наукових даних, що розкривають особливості знань і уявлень юнаків і дівчат про батьківство, а вони, разом з тим, необхідні для розробки навчальних програм, що сприяють оптимізації їх майбутніх та вже існуючих батьківських позицій, орієнтування на формування в молоді відповідального ставлення до батьківства й шлюбу, а також для потреб психолого-педагогічної консультативної роботи. Це і зумовило вибір теми магістерської роботи “Формування свідомого батьківства як особистісної стратегії в юнацькому віці”.

Результати дослідження дають можливість показати значимість юнацького віку як етапу формування та становлення психологічної основи майбутнього батьківства, говорять про необхідність спеціально організованої підготовки молоді до сімейного життя. Основні висновки й положення можуть бути враховані й використані при складанні програм і навчальних курсів сімейнознавчої тематики, у практиці психологів, педагогів і фахівців шлюбних консультацій, що здійснюють роботу з молоддю з питань організації сімейного життя. Результати дослідження можуть використовуватися при вивченні навчальних дисциплін “Психологія”, “Основи вікової психології”, “Психологія сім'ї”; а також при подальшому дослідженні даної проблематики, або суміжних тем.



Література

1. Андрейко А.В. Батьківство як психологічний феномен. Наукові записки Інституту психології імені Г. С. Костюка АПН України Київ : Міленіум, 2006. Вип. 29. С. 57–63.
2. Бевз Г.М. Прийомна сім'я: соціально-психологічні виміри: монографія Київ : Видавничий Дім „Слово”, 2010. 352 с.
3. Безпалько О.В. Системний підхід до організації соціально-педагогічної роботи з дітьми та учнівською молоддю в територіальній громаді / Соціальна педагогіка: теорія та практика. 2006. № 3. С. 46–54.
4. Бондарчук О.І. Психологія сім'ї. Київ : МАУП, 2001. 196 с.
5. Борисенко Ю.В., Портнова А.Г. Родительство в контексте личной зрелости. Семейная психология и семейная терапия. 2018. № 4. С. 41–57.

УДК 378.1

І. І. Стойко, к.т.н. доцент; А. В. Поливода

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА СПОСОБИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

I. I. Stoyko, Ph.D., Assoc. Prof.; A. V. Polyvoda

MACHINE LEARNING AND METHODS OF ITS USE

Людський мозок і програмне забезпечення комп'ютерів та їхніх мереж працюють за схожими принципами. Замість того, щоб помилково прораховувати всі можливі альтернативи і вибирати найкращий варіант, алгоритми дозволяють нам миттєво обрати той варіант, який дав позитивний результат раніше за тих самих або схожих умов. Спеціалізовані алгоритми поведінки вбудовані в усі програмні продукти, але життя змінюється, і разом з ним змінюються правильні алгоритми поведінки.

Машинне навчання (ML – Machine Learning) – одна з найважливіших наукових розробок у галузі штучного інтелекту (ШІ). Всі програмні продукти покликані замінити людину машинами, які працюють невтомно, швидше і краще. Однак люди мають свободу волі і створюють власні алгоритми поведінки в різних ситуаціях. Комп'ютерні системи діють відповідно до прописаних алгоритмів[1].

Потенціал машинного навчання в програмних продуктах означає впровадження алгоритмів, які дозволяють комп'ютерам створювати власні алгоритми поведінки в різних ситуаціях. Ця можливість збільшує швидкість прийняття рішень у нестандартних ситуаціях. Методи машинного навчання реалізуються програмним забезпеченням на основі використання математичних, статистичних, оптимізаційних та імовірнісних методів розв'язання задач.

Алгоритми машинного навчання – це методи, які дозволяють комп'ютерам навчатися і покращувати свою продуктивність без явного програмування. Існує чотири основні алгоритми[1].

Один із алгоритмів називається асоціація. ML встановлює статистичний зв'язок між двома типами поведінки. Наприклад, клієнт, який купує товар з категорії X (смартфони), швидше за все, також купить товар з категорії Y (навушники, чохли тощо). Отже, клієнти, які купують товари категорії X, мають 50% шанс бути зацікавленими в товарах категорії Y, а отже, їм можна пропонувати товари категорії Y.

Наступним алгоритмом є класифікація. Перед тим, як створити бізнес-прогноз, ML повинен спочатку створити модель на основі попередньо зібраних даних. Наприклад, щоб класифікувати клієнтів за рівнем лояльності (задоволені, нейтральні або незадоволені), необхідно об'єднати всю інформацію про клієнтів і розробити правила для оцінки того, чи потрапляє клієнт в одну з груп. Потім алгоритм самостійно визначає нових клієнтів як задоволених або незадоволених, залежно від попередніх знань.

Третій алгоритм – контрольоване і неконтрольоване навчання. ML використовує комбінацію контрольованого і неконтрольованого навчання. Навпаки, контрольоване навчання збирає та генерує дані на основі попереднього досвіду. Наприклад, воно може ідентифікувати спам в електронних листах. З іншого боку, неконтрольоване навчання дозволяє ML порівнювати дані та виявляти закономірності для дослідницьких цілей.

Останній алгоритм – це навчання з підкріпленням. Дозволяє системі приймати рішення методом проб і помилок. Після серії випадкових випробувань система повинна знайти найкращий спосіб виконати завдання.

Найбільша частка ринку машинного навчання припадає на обробку промисловість (19%), на другому місці – фінансова галузь (15%). На третьому місці – охорона здоров'я (12%). Також є інші сфери, де застосовується машинне навчання.

Досить часто машинне навчання використовують для аналізу великих даних та прогнозування трендів. Машинне навчання допомагає компаніям приймати рішення на основі прогнозів. Зокрема, це допомагає аналізувати поведінку клієнтів та визначати їхні вподобання, щоб надавати персоналізовані пропозиції. До речі, 57% компаній у світі використовують машинне навчання для покращення клієнтського досвіду. Наприклад, машинне навчання впроваджене у Big Data –рішенні Київстар – «Портрет клієнта», яке використовує ML-алгоритми для профілювання майже 100 автоматизованих критеріїв (вік, стать, місце знаходження, наявність дітей, тип гаджета, операційна система, інтереси, подорожі, стиль життя тощо) для створення профілю аудиторії. Це дозволяє виявити специфічні закономірності для кожного сегмента та розробити маркетингові стратегії для конкретних категорій клієнтів[2].

Також використовують машинне навчання у промисловій автоматизації. ML застосовують для прогнозування потенційних збоїв обладнання, планування виробництва та оптимізації бізнес-процесів. Машинне навчання може відстежувати та блокувати будь-які аномалії в мережі компанії. Наприклад, рішення AntiDDos на основі ML використовується для кібербезпеки бізнесу та захисту від цілеспрямованого шкідливого трафіку. Останнє, зокрема, автоматично захищає IT-інфраструктуру компанії на декількох рівнях від відомих і невідомих атак без втручання оператора. Для цього використовується аналіз сигнатур і машинне навчання. AntiDDos підключається до інтернет-каналу «Київстар». Потім протягом 14-30 днів «вивчає» трафік, що надходить на ресурси компанії. Якщо система знаходить аномалії, трафік автоматично перенаправляється на очищення, а потім знову потрапляє до компанії[2].

Досить часто такий вид автоматизації використовують при прийомі потенційних працівників на роботу. ML аналізує резюме та прогнозує успішність співробітника.

ML є ефективним інструментом для компаній, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними, оскільки він допомагає бізнесу краще планувати майбутнє.

Згідно зі звітом Statista, ринок машинного навчання оцінювався у понад 72 мільярди доларів США у 2022 році; очікується, що до кінця 2030 року він досягне 528,1 мільярда доларів США. У звіті зазначається, що до кінця 2030 року ринок досягне 528,1 мільярда доларів США. Однак ML – це лише один з декількох способів навчання систем. Існує великий потенціал для подальшого прогресу в багатьох сферах.

Отже, машинне навчання – це здатність комп'ютера навчатися без явного програмування. Ця технологія широко використовується в інтернет-маркетингу і може бути дуже корисною для оптимізації кампаній та підвищення ефективності. По суті, машинне навчання покладається на алгоритми, які «навчаються», змінюючи власний код на основі отриманих даних. Чим більше даних мають доступ до цих алгоритмів, тим краще вони можуть виконати певне завдання.

Література

1. Machine Learning - машинне навчання і штучний інтелект. *AVADA-MEDIA - компанія-розробчик програмного забезпечення і IT-продуктов.*
URL: <https://avada-media.ua/ua/services/machine-learning/>
2. Що таке машинне навчання, його алгоритми | Як Machine Learning (ML) впливає на розвиток бізнесу. *Kyivstar Business Hub – корпоративний блог для бізнесу.*
URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/shho-take-mashinne-navchannya-ta-yak-vono-vplivaye-na-rozvitok-biznesu>

УДК 338.4:658

Н. М. Шведа, к.е.н., доц.; А. В. Поливода

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

БІЗНЕС-МОДЕЛЬ LEAN CANVAS

N. Shveda Ph.D, Assoc. Prof.; A. Polyvoda

LEAN CANVAS BUSINESS MODEL

Lean Canvas – це дуже корисний інструмент стратегічного управління, що дає змогу описати, сформулювати та перенести на папір бізнес-модель стартапу, проекту або наявної компанії. Цей інструмент не є чарівною паличкою, але він допомагає швидко намалювати на одному листку паперу ключові бізнес-процеси, а при виникненні проблем – легко вносити корективи. Придумав цю модель американський підприємець Еш Мауро. За основу була взята Business Model Canvas Олександра Остервальдера та адаптована до так званого ощадливого підходу, ціль якого – мінімізація будь-яких витрат і втрат.

Lean Canvas – це модель у формі таблиці, що складається з дев'яти блоків. Автор пропонує їх розташувати саме у такому порядку, як представлено на рис. 1.



Рисунок 1. Шаблон Lean Canvas

Тепер детальніше розглянемо кожен блок моделі. У блоці 1 має бути подана інформація про користувачів послуг чи товарів бізнес-моделі (сегменти ринку). Перш за все, не варто писати "продукт підходить усім", бо це не так. Навпаки, краще визначити кілька груп споживачів і описати їх детально: стать, вік, освіта, рівень доходу, прибуток. Окрім того, може бути, що покупцем і користувачем можуть бути різні люди (наприклад, покупцями у дитячому магазині будуть батьки, а користувачі – діти). Заповнюючи цей блок, потрібно отримати відповіді на такі питання: Хто основний клієнт? Для кого створюється цінна пропозиція? Який сегмент аудиторії найбільш важливий?

Заповнюючи блок 2, потрібно вказати проблеми споживачів, які вирішують як продукт бізнесу, так і продукт конкурентів. Підприємці часто припускаються помилки, що вони дивляться на свій продукт з точки зору того, що він може робити, а не з точки зору того, наскільки він корисний. Щоб уникнути цієї помилки, потрібно зрозуміти, які проблеми користувачів вирішить продукт. Тут часто стає зрозумілим, що різні групи

покупців мають різні проблеми. Опісля варто подумати про те, хто вже вирішує подібну проблему – це як прямі конкуренти, так і виробники товарів-замінників.

У третьому блоці потрібно описати особливості продукту, яких немає у продуктів конкурентів. Що робить продукт кращим? Відповідь на це питання допоможе сформулювати унікальну торгову пропозицію. До переліку цінностей відносять новизну, надійність, зручність, ефективність, персоналізовані пропозиції, вартість, доступність та економію. При цьому цінність має стосуватися не лише самого продукту, а й інших елементів (комунікації, пакування, просування і т.д.). Варто відповісти на такі запитання: Яку цінність продукт надає клієнтам? Які проблеми клієнтів продукт допомагає вирішити? Які потреби клієнтів задовольняються?

У четвертому блоці варто пояснити, яким чином продукт вирішує потреби та проблеми клієнтів. Не варто покладатися лише на власну думку, краще провести дослідження та опитування клієнтів. Вони зможуть розповісти, які риси і властивості є зайвими, а які потрібно додати.

У наступному блоці потрібно визначити, яким чином буде просуватися продукт. Тут варто детально пояснити процеси та канали просування. При цьому мають бути враховані як особливості самого продукту, так і особливості груп споживачів, які обрані як цільові. Заповнюючи цей блок, потрібно відповісти на такі запитання: Якими каналами краще доставляти ціннісну пропозицію? Як клієнти отримують її зараз? Як канали інтегровані? Які канали є найбільш ефективними та рентабельними?

У шостому блоці потрібно деталізувати всі джерела прибутку, які генерує бізнес. Наприклад, Інтернет-магазини має кілька джерел доходу. Це не тільки прибуток від продажу товарів, а й партнерські програми та банерна реклама на сайті. Тут потрібно отримати відповідь на такі питання: За які переваги клієнти платять зараз і за які готові платити в майбутньому? Як вони платять зараз? Яка частка кожного джерела доходу в загальному доході?

У блоці 7 слід зосередитися на тому, на які дії, заходи, події та покупки витрачаються кошти, скільки грошей потрібно для реалізації проєктів, запуску стартапів тощо. Потрібно платити розробникам, дизайнерам та іншим фахівцям, платити за площі, технології, ресурси, сервери, інвестувати в маркетинг і рекламу. Для заповнення блоку треба мати відповіді на питання: Які витрати не можуть бути усунені досліджуваною бізнес-моделлю? Які ресурси є найдорожчими? Які види діяльності є найважливішими?

Після того, як продукт готовий, потрібно зрозуміти, наскільки він успішний. І саме у 8 блоці варто помістити інформацію про ключові метрики, задалегідь потрібно продумати, за якими ознаками будете оцінюватись продукт. Критерії мають бути кількісними, наприклад, трафік, завантаження, частка ринку та покупки.

Якщо продукт чи послуга будуть успішними, багато людей захочуть їх скопіювати. Саме тому у виробників повинен бути свій козир, про який варто вказати у 9 блоці. Наприклад, сильна команда або особливий метод просування, інноваційні технології, унікальна інтелектуальна власність, власні бізнес-контракти компанії, конкретні ліцензії або патенти. Так можна виділитися серед конкурентів.

Шаблон Lean Canvas виглядає дуже просто, але не варто поспішати заповнити його за 15-20 хвилин. Тут рекомендують зібратися із командою, провести мозковий штурм. Існують спеціальні додатки для малювання Lean Canvas, але краще намалювати діаграму на аркуші паперу або дошці. Ще ефективніше буде, якщо діаграму прикріплять на стіну, щоб час від часу перевіряти і щось змінювати або додавати.

Отже, Lean Canvas не є остаточним бізнес-планом. Сенса Lean Canvas в тому, щоб розвинути ідею самостійно і почати її впроваджувати та перевіряти. І в процесі, якщо буде зрозуміло, що ідея не дуже хороша і могла б бути кращою, можна її змінювати.

УДК 159.9

І. Пихальська, І. Періг

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТАВЛЕННЯ ЛЮДЕЙ ДО ГРОШЕЙ

I. Pykhalska, I. Perig

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF ATTITUDES TOWARD MONEY

Рекордна кількість людей зараз переживає несприятливі фінансові події, включаючи банкрутство, повернення майна та труднощі з погашенням іпотеки та кредиту. Хоча беззаперечно, вони частково пов'язані з глобальною економічною кризою, але на фінансовий досвід також є вплив психологічний і соціально-економічних факторів. Щоб зрозуміти, чому одні люди страждають від неналежного фінансового становища, а інші – менш чутливі, необхідно враховувати індивідуальні особливості у здатності бути фінансово забезпеченим.

Значення грошей у соціальних взаємодіях важко переоцінити. У суспільстві, що базується на економіці товарно-грошової форми, фінанси стають одним з ключових інструментів формування особистості, незалежно від обраної моделі фінансової поведінки. Якщо кошти стають засобом досягнення цілей, важливо оцінювати їхню ефективність. Гроші функціональні й різноманітні, їхнє застосування не завжди передбачуване. Тим не менш, валюта є безумовним засобом, який надає людині відчуття свободи вибору та дії.

Для сучасної України, яка перебуває в процесі глибокої соціально-економічної трансформації, вплив монетарної ідеології на всю систему суспільних відносин є одним з найактуальніших питань.

Гроші у психології розглядаються з різних поглядів у класичних психологічних теоріях, таких як психоаналіз Зігмунд Фрейда, Карла Феніхеля, Сандора Ференці, біхевіоризм Едварда Лі Торндайка, Беррі Фредеріка Скіннера, когнітивізм Амоса Тверські, Даніеля Канемана, а також у психології розвитку- Кеннет Дагцігер. У західноєвропейській та американській економічній психології проводяться дослідження, що стосуються відношення людей до грошей (Альфред Ферн), аналізу грошових типів особистості (Айвен Кеннет Голдберг, Рене Левіс), вивчення психічних розладів, пов'язаних із грошима (Сандор Ференці) та інших аспектів. Георг Зіммель стверджував, що гроші важливі не лише для ефективності економіки, але й для формування "економічної людини". Талькотт Парсонс вбачав гроші як не лише символ власності, а й символічний посередник у людських відносинах.

Валентиною Москаленко було правильно підкреслено, що гроші формують психіку в контексті виживання і самореалізації. Дослідження також підтверджують, що існує різниця в ставленні до грошей залежно від статі, віку та соціального статусу. Наприклад, жінки, люди похилого віку та ті, хто знаходиться на нижчому соціальному рівні, частіше турбуються про нестачу грошей. Психологи аналізують це у контексті цінностей, соціальних уявлень та особистісних якостей. Дослідження також вказують, що погляди на гроші змінюються з віком та досвідом життя: люди розуміють, що не все в житті залежить від грошей, і їхні інтереси до них можуть видозмінюватися[3].

Дослідники у галузі психології грошей, такі як Мерріл і Рейд, Г. Голдберг та Р. Льюїс, виявили декілька типів особистостей, що мають певне ставлення до фінансів. Виділимо основні з них:

Чуттєвий (наївний тип): Це особи, які схильні до чутливості, приємні, але можуть бути імпульсивними та недисциплінованими. Вони уникатимуть грошей, вважаючи їх нечистими та шкідливими для відносин.

Особи, які думають (аналітичний тип): Ці люди наполегливі та вимогливі, але часто нерішучі та ригідні. Вони можуть бути перестраховуються в фінансових питаннях та зволікають з рішеннями для забезпечення безпеки.

Особи, які сприймають (імпульсивний тип): Реалістичні та рішучі, але можуть бути жорстокими та різкими. У фінансових справах вони вимогливі, але можуть переоцінювати власні можливості.

Інтуїтивні (експресивний тип): Ці люди честолюбні та ентузіастичні, але також імпульсивні та недисциplinовані.

Усвідомлене використання грошей є джерелом влади для певних людей, які уявляють собі, що за допомогою фінансів можна контролювати та прикушувати інших. Ці особи розділяють на три типи: "маніпулятори", "будівники імперій" і "хрещені батьки". "Маніпулятори" використовують маніпулювання, щоб відчути себе більш компетентними, але при цьому не відчувають провини. "Будівники імперій" намагаються зробити інших залежними від них, хоча вони самі заперечують свою залежність від інших. "Хрещені батьки" використовують гроші для контролю та задоволення через хабарі[2].

Також гроші можуть використовуватися для купівлі любові, відданості та самоповаги. Г. Голдберг та Р. Льюїс виділяють три типи людей, які вважають гроші символом любові. "Покупці любові" намагаються уникнути відчуття обділеності через щедрість. "Продавці любові" обіцяють любов та прив'язаність, що збагачує їхнє самолюбство. "Викрадачі любові" прагнуть до любові, але відчувають, що не заслуговують на неї[3].

Оцінюючи психологічні взаємозв'язки з грошима, М. Форман у своїй грошовій типології виділив різні ставлення осіб до фінансів. Ось деякі з цих типів: скнара; марнотрат; грошовий мішок; торгаш; гравець; колекціонер; абстракціоніст; конкретик; заздрісник; паразит; шахрай.

Ця типологія показує, що ставлення людей до грошей може мати різноманітні функції та значення у їхньому житті та психологічному стані[1].

У сучасній психологічній науці виділяють три різновиди особистості, які відображають взаємовідносини з грошима. Автори, такі як Г. Голдберг і Р. Льюїс, описали типологію особистості в контексті грошової поведінки, де гроші виступають символами безпеки, влади, кохання та свободи. П. Форман розробив власну класифікацію грошових типів особистості, ґрунтуючись на дослідженні грошових неврозів. Щодо третьої типології, виокремленої Меррілом і Рейдом, вона базується на особливостях особистості за теорією К. Юнга. Таким чином, гроші виявляються не лише економічним феноменом, але й важливим аспектом соціально-психологічного поля.

Отже, ми дослідили ключові типології ставлення до грошей. З проведеного аналізу випливає, що ми стикаємося з різноманітністю підходів, які відображають властивості грошей як соціально-психологічного явища. Інститут грошей, що представляє собою складний та багатофункціональний феномен, потребує подальшого дослідження для досконалого розкриття його ролі у суспільстві.

Література

1. Бутко М. П., Неживенко А. П., Пепа Т. В. Економічна психологія: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 232 с.
2. Зубіашвілі І. Теоретичні передумови становлення теорії психології грошей. *Проблеми сучасної психології*. 2009. Вип. 6, С.246-253.
3. Нікітіна О. П. Психологія грошей: особистісно-віковий аспект: монографія / О. П. Нікітіна, Т. Б. Хомуленко; Укр. інж.-пед. акад., Харків. нац. пед. Ун-т ім. Г. С. Сковороди. – Харків: [б. в.], 2013. – 233 с.

УДК 159.9

Т. І. Гудзь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ БУЛІНГУ НА РОЗВИТОК Я-КОНЦЕПЦІЇ ПІДЛІТКІВ

T. I. Hudz

THE EFFECT OF BULLYING ON THE DEVELOPMENT OF SELF-CONCEPT IN ADOLESCENTS

На сьогоднішній день у середовищі сучасних підлітків є багато утисків. Вони стосуються психологічних, соціальних, питань гендеру, майнової спроможності, атмосфери в сім'ї та інших аспектів.

У науковому розумінні булінг визначається як систематичне та повторне знування, фізичне або вербальне насильство, спрямоване на слабших членів групи або спільноти. Це може включати психологічний тиск, соціальну ізоляцію та інші форми агресії.

Першим увагу на конфлікти усередині дитячого колективу у вигляді систематичних досліджень звернув скандинавський учений Девід Олвеус. Свої роботи вчений присвятив їх дослідженню, і, з часом, став творцем моделі булінгу, яка стала базою для подальшого вивчення проблеми.

Сам термін «булінг» походить від англійського дієслова «to bully». Кембриджський словник англійської мови дієслово «to bully» тлумачить як «ображати, залякувати когось, хто є меншим або менш впливовим, часто примушувати таку особу до небажаних дій».

У Відні в 1910 р. А. Адлером, З. Фрейдом і В. Штекелем було ініційовано конгрес на тему «Про суїцид, зокрема, про суїцид тих, хто навчається в середній школі». Тоді ж З. Фрейд писав: «Не можна звинувачувати лише школу в тому, що в ній стільки насилля і в тому, що діти чинять суїциди, але вина школи в тому, що вона нічого не робить, аби хоч якось протистояти цій тенденції».

Перша публікація на тему булінгу була надрукована у 1905 р. К. Дьюксом, тобто, за 5 років до конгресу. Найвизначніша робота в історії дослідження булінгу «Булінг школі: Що ми знаємо та що ми можемо зробити» було написано у 1978 р. Д. Олвеусом. Пізніше було розроблено експериментальну антибулінгову програму, яка пройшла апробацію у 42 норвезьких школах і мала досить високий рівень ефективності. Починаючи з 70-х рр. пошук вирішення проблеми булінгу розпочали вчені багатьох країн світу, такі як А. Пікас, П. Рендолл, Д. Лейн, Е. Мунте, Д. Таттума та ін.

Світ усвідомив, що це не разовий конфлікт, а повноцінна інтернаціональна проблема, яка містить взаємозалежну систему соціальних, психолого-педагогічних проблем. Було створено антибулінгові програми, як державного зразка, так і міжнародного, на зразок інформаційної кампанії #СтопБулінг.

Булінг, як форма неправомірної поведінки, залишає глибокий слід на розвитку Я-концепції підлітків. Це явище впливає на їхнє відчуття себе, соціальну ідентичність та сприйняття своєї унікальності.

Я- концепція – це динамічна система уявлень людини про саму себе, що містить: усвідомлення своїх фізичних, інтелектуальних та інших властивостей; самооцінку; суб'єктивне сприйняття особистістю чинників, які впливають на неї.

Булінг часто порушує емоційний стан підлітків, викликаючи стрес, тривогу та відчуття власної неповноцінності. Це може спричинити формування негативного образу себе та невпевненості в своїх здібностях. Сприяє соціальній ізоляції, що може

значно впливати на соціальну ідентичність підлітка. Роль родини та оточення у формуванні Я-концепції важлива. Якщо булінг не знаходить адекватної реакції від батьків чи вихователів, це може посилити враження підлітка про власну неартість та невідповідність.

Емоційна та соціальна вразливість, що виникає в результаті булінгу, може стати перешкодою для розвитку позитивного Я-концепції.

Систематична профілактика булінгу та надання підтримки тим, хто стикався із цим явищем, може зменшити його негативний вплив. Ініціативи для створення підтримуючого середовища та розвитку навичок психосоціальної адаптації важливі для забезпечення позитивного розвитку особистості підлітка.

Усі ці аспекти об'єднуються, визначаючи важливість розуміння впливу булінгу на розвиток Я-концепції у підлітків. Надання їм підтримки та можливостей для збереження та розвитку позитивного уявлення про себе є ключовим завданням для створення здорового та емоційно стійкого покоління.

Боротьба з булінгом серед підлітків вимагає комплексного та систематичного підходу. Запровадження наступних заходів суттєво вплине на вирішення цієї проблеми, а саме: освітні програми у школах, які навчають учнів визнавати, уникати та поводитися з булінгом; встановлення механізмів для анонімного повідомлення про випадки булінгу та їхнього негайного реагування;

створення груп підтримки для тих, хто стикався з булінгом; впровадження уроків та діяльностей, спрямованих на розвиток емпатії та розуміння різниць між людьми; залучення батьків до процесу виявлення та запобігання булінгу; проведення інформаційних зустрічей для батьків, на яких можна обговорити стратегії попередження булінгу вдома; вживання строгих заходів у випадках виявлення булінгу, включаючи дисциплінарні санкції та вивчення причин.

Ці заходи спрямовані на створення та підтримку безпечного та позитивного середовища для розвитку підлітків, де булінг не має місця.

Сучасне суспільство стикається зі складнощами виховання молодого покоління, а особливо важливо розуміти вплив булінгу на розвиток Я-концепції у підлітків. Ця проблема стає все більш актуальною в контексті загострення соціальних взаємин серед молоді.

Література

1. Барліт О.О. Соціально-педагогічна та психологічна проблема булінгу в освітньому середовищі. Запоріжжя : Олекс, 2011. 52 с.
2. Лушпай Л. І. Шкільний булінг як різновид суспільної агресії. *Наук. зап. Нац. ун-ту «Острозька академія»*. Сер. : Філологічна. 2013.
3. Мельниченко А. А., Тілікіна Н. В. Передумови та причини виникнення цькування : матер. курсу «Протидія та попередження булінгу (цькування) в закладах освіти».
4. Стельмах С. Булінг у школі та його наслідки. Гуманізація навчально-виховного процесу: *збірник наукових праць* / за заг. ред. проф. В. І. Сипченка. Слов'янськ: СДПУ, 2011. Вип LVI.

УДК 004.43

С.-З. Ю. Хома, А. В. Семак, к.т.н. Г. В. Козбур

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

LIQUIDITY POOL ЯК ЗАМІНА ЗВИЧНИХ РИНКІВ ДЛЯ ТОРГІВЛІ ВАЛЮТАМИ

S.-Z. Y. Khoma, A. V. Semak, H. V. Kozbur, Ph.D., Assoc. Prof.

LIQUIDITY POOL AS A SUBSTITUTE FOR TRADITIONAL MARKETS FOR CURRENCY TRADING

Традиційні ринки валют стикаються з проблемами, такими як нестабільність ліквідності, високі комісії за транзакції та потреба в посередниках, що ускладнює торгівлю та знижує ефективність. Ліквідні пули (liquidity pool), як альтернатива, можуть пропонувати рішення цих проблем за рахунок інноваційних технологій.

Ліквідні пули – це децентралізовані платформи, що дозволяють криптовалютну торгівлю без необхідності традиційного посередника. Основною перевагою ліквідних пулів є їхня спроможність забезпечувати постійну ліквідність, використовуючи алгоритмічне ціноутворення, що значно знижує розрив між купівлею та продажем та забезпечує більш стабільні ціни. Ліквідні пули використовують спеціальні алгоритми для визначення ціни активів, що дозволяє уникнути проблем, пов'язаних з недостатньою ліквідністю на традиційних ринках.

Ще однією перевагою є зниження транзакційних витрат. Оскільки ліквідні пули виключають необхідність у брокерських комісіях та інших посередницьких витратах, вони дозволяють здійснювати торгівлю за нижчими цінами, що робить ринок доступнішим для ширшого кола інвесторів.

Водночас, ліквідні пули використовують механізм автоматичного маркет-мейкінгу, що дозволяє здійснювати обміни без прямої участі інших трейдерів, що значно спрощує процес торгівлі.

Також, ліквідні пули можуть стати інструментом для залучення нових інвесторів, які цікавляться децентралізованими фінансами (DeFi) та шукають альтернативні способи інвестування та зберігання коштів. Децентралізована фінансова екосистема значно знижує бар'єри для входу нових учасників. Ця модель не тільки сприяє підвищенню ліквідності на ринках, але й робить процес більш інклюзивним, дозволяючи будь-якому індивіду з мінімальними інвестиціями стати ліквідним постачальником.

Децентралізація, яка є ключовим принципом ліквідних пулів, також відіграє важливу роль у зменшенні системного ризику. В традиційних фінансових системах, централізовані інститути, такі як банки та біржі, можуть становити точки відмови. Втім, у системах, побудованих на ліквідних пулах, ризик розподіляється серед всієї мережі, що робить кожного учасника не тільки інвестором, але й частиною стійкої інфраструктури.

Технологія блокчейн, яка лежить в основі ліквідних пулів, забезпечує високий ступінь безпеки завдяки своїй незмінності та прозорості. Кожна транзакція є публічно записаною і перевіреною, що знижує шанси на маніпуляції на ринку або шахрайські дії.

Крім того, ліквідні пули можуть сприяти глобалізації торгівлі, оскільки вони не мають географічних обмежень і дозволяють трейдерам з будь-якої точки світу взаємодіяти з пулом без обмежень. Це створює додаткові можливості для арбітражу та інших торговельних стратегій, забезпечуючи більшу ефективність ринку.

Розвиток ліквідних пулів також відкриває двері для створення спеціалізованих фінансових інструментів, які можуть пропонувати хеджування, левередж, та інші

складні фінансові операції без необхідності звертання до традиційних посередників. Це не тільки спрощує процеси, але й знижує витрати для кінцевих користувачів, дозволяючи їм використовувати більш складні фінансові стратегії.

Серед успішних прикладів застосування ліквідності пулів у реальному світі можна навести Uniswap і Aave. Обидві платформи призначені для децентралізованого обміну криптовалютами, де використовуються ліквідні пули для забезпечення торгівлі. Користувачі можуть вносити свої активи в пули ліквідності і отримувати винагороду у вигляді транзакційних зборів, зароблених пулом.

Концепція ліквідності як послуги (Liquidity as a Service - LaaS) стає все більш актуальною у світі DeFi, де ліквідні пули можуть надавати свої ресурси іншим децентралізованим платформам або традиційним фінансовим інституціям. Ця модель дозволяє платформам забезпечувати неперервну торгівлю, мінімізувати вартість залучення ліквідності та пропонувати користувачам кращі умови обміну. Такий симбіоз може створити новітній міст між DeFi та традиційними фінансами, підвищуючи ефективність та інклюзивність фінансових систем на глобальному рівні.

Однак, слід визнати певні ризики, які супроводжують ліквідні пули. Імперманентні втрати – це один із ризиків для постачальників ліквідності, що виникають, коли тимчасові різниці в цінах можуть призвести до втрат у порівнянні зі зберіганням активів поза пулом. Попри це, інноваційні механізми компенсації, такі як виплата відсотків або розподіл транзакційних зборів, можуть пом'якшити ці втрати.

Незважаючи на зростаючу популярність та очевидні переваги, ліквідні пули все ще знаходяться на ранніх етапах розвитку, і регуляторна невизначеність залишається проблемою. Законодавче регулювання може вплинути на розвиток та прийняття ліквідних пулів, особливо в регіонах з жорсткими фінансовими вимогами. Водночас, зростання інтересу до DeFi та ліквідних пулів спонукає регуляторів розробляти нові рамки, що можуть сприяти інноваціям та захисту інвесторів.

Враховуючи успішні приклади використання ліквідних пулів на криптовалютних платформах, можна стверджувати, що вони мають потенціал стати важливим елементом у сфері торгівлі валютами. Їх інноваційний підхід може забезпечити більш ефективну, безпечну та доступну торгівлю для всіх учасників ринку.

Висновок: Ліквідні пули являють собою перспективну заміну традиційним ринкам для торгівлі валютами, пропонуючи вдосконалені технологічні рішення, які підвищують ліквідність, знижують витрати та сприяють демократизації фінансових ринків.

Література

1. Zhang, L., Ma, X., & Liu, Y. (2022). SoK: Blockchain Decentralization. arXiv preprint arXiv:2205.04256.
2. Andreas, M. A. (2014). Mastering Bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies.
3. Lewis, A. (2018). The basics of bitcoins and blockchains: an introduction to cryptocurrencies and the technology that powers them. Mango Media Inc.

УДК 004.43

А. В. Семак, С.-З. Ю. Хома, к.т.н. Г. В. Козбур

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ СМАРТ-КОНТРАКТІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГОЛОСУВАННЯ НА ВИБОРАХ

A. V. Semak, S.-Z. Y. Khoma, H. V. Kozbur, Ph.D., Assoc. Prof.

USING SMART CONTRACTS TO OPTIMIZE THE VOTING PROCESS IN ELECTIONS

Сучасні виборчі системи стикаються з численними викликами, такими як недостатня прозорість, можливість шахрайства та труднощі в організації та підрахунку голосів. Застосування смарт-контрактів видається перспективним напрямком для вирішення цих проблем. Смарт-контракти – це програмні коди, які автоматизовано виконують, контролюють та верифікують угоди. Основні характеристики смарт-контрактів наведено в таблиці 1 [1].

Таблиця 1. Основні характеристики смарт-контрактів

Характеристики смарт-контрактів	<ul style="list-style-type: none">– неможливість внесення змін після ініціалізації– захищеність від несанкціонованого доступу– можливість самоперевірки– недоцільність залучення посередників
Можливості смарт-контрактів	<ul style="list-style-type: none">– автоматизація типових процесів– підтримка облікових записів з мультипідписом для розподілу управління– зменшення впливу довіри при виборі контрагента
Застосування смарт-контрактів	<ul style="list-style-type: none">– автоматизація типових бізнес-процесів– фінансові операції– демократичне децентралізоване управління– управління ланцюгами поставок– реєстрація нерухомості, авторських прав
Недоліки смарт-контрактів	<ul style="list-style-type: none">– складність кодування контрактів зі спірними умовами– відкритість інформації, яка зберігається на блокчейн– складність використання для великих обсягів даних

Смарт контракти допомагають позбутись багатьох соціальних проблем при голосуванні. Ціна голосу на виборах може коливатися в залежності від численних факторів. Економічний статус, рівень корупції, соціальний тиск і політична система — усе це може впливати на те, яка вартість приділяється голосу. У країнах з високим рівнем бідності та нерівності може виникати схильність продавати голоси чи піддаватися впливу заради особистих вигод. Корупція може робити голоси доступними для купівлі, знижуючи їхню вартість. Соціальний тиск або вплив від родини, спільноти чи роботодавця також може впливати на свободу висловлення виборців. У країнах з високим рівнем демократії та політичною стабільністю голос може бути більш цінним, в той час як у менш розвинених політично системах його вартість може бути піддаватися сумнівам. Освіта також відіграє важливу роль: рівень освіченості може визначати, наскільки ефективно виборці можуть виражати свою волю на основі інформації та аналізу політичних питань.

Поряд із цим, важливо відзначити, що смарт-контракти можуть розширити можливості голосування, зокрема для громадян, які перебувають за межами свого

резидентського району або навіть країни. Впровадження смарт-контрактів може стати не лише засобом оптимізації процесів, а й демократизації голосування, роблячи його більш доступним та універсальним для всіх шарів населення.

До прикладів застосування блокчейн-голосування у реальному світі можна віднести вибори 2021 року в Гренландії. Країна, населення якої становить 56 000, використовувала блокчейн у своїх виборах 2021 року. Цей випадок продемонстрував потенціал для використання блокчейну у виборах у менших електоральних системах, а також висвітлив сфери, що потребують поліпшення. Також можна зазначити використання ZCoin Тайською Демократичною Партією. У листопаді 2018 року вона провела праймеріз для вибору свого нового лідера, використовуючи цифровий токен ZCoin. Це були перші великомасштабні політичні вибори, проведені з використанням технології блокчейну, і вони успішно зібрали 127 479 голосів з усього Таїланду.

Оскільки блокчейн-технології можуть мати обмеження щодо швидкості та обсягу транзакцій, оптимізація смарт-контрактів є критичною для їх ефективного використання в масштабних виборчих процесах. Розробники повинні враховувати витрати на комісію транзакцій і час виконання транзакцій, оптимізуючи код для мінімізації ресурсів. Крім того, важливим є використання архітектурних підходів, які дозволяють масштабувати систему без втрати продуктивності, наприклад, шардування даних або використання легких блокчейн-протоколів.

Висновок. Розглянуто потенціал використання смарт-контрактів як інструменту для оптимізації виборчих систем. Проаналізовано основні переваги застосування блокчейн-технологій, зокрема підвищення рівня безпеки, прозорості та автоматизації виборчих процесів. Зазначено, що смарт-контракти сприяють зменшенню ризиків шахрайства та підвищують довіру громадян до чесності та легітимності виборів. Впровадження цієї технології може сприяти демократизації голосування та зробити його більш доступним для глобального електорату. Наведено успішні приклади впровадження смарт-контрактів у реальних виборчих кампаніях, що демонструють їх ефективність та перспективність. Враховуючи отримані дані, можна зробити висновок, що смарт-контракти мають значний потенціал для реформування сучасних виборчих систем та забезпечення сталого розвитку демократичних процесів.

Література

1. Кулинич Віталій. Штучний інтелект для смарт-контрактів. <https://yur-gazeta.com/publications/practice/informaciyne-pravo-telekomunikaciyi/shtuchniy-intelekt-dlya-smartkontraktiv.html>
2. ANITHA, V., et al. Transparent voting system using blockchain. *Measurement: Sensors*, 2023, 25: 100620.
3. PAWLAK, Michał; PONISZEWSKA-MARAŃDA, Aneta. Trends in blockchain-based electronic voting systems. *Information Processing & Management*, 2021, 58.4: 102595.
4. MACRINICI, Daniel; CARTOFEANU, Cristian; GAO, Shang. Smart contract applications within blockchain technology: A systematic mapping study. *Telematics and Informatics*, 2018, 35.8: 2337-2354.

УДК 005.95/96

О. О. Гарматюк, к. е. н., доцент; В. М. Карп

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЛЮДСЬКИЙ РЕСУРС: НОВІТНІСТЬ У СУЧАСНИХ ПІДХОДАХ

О. О. Garmatiuk, PhD (Economics), Assoc. Prof.; V. M. Karp

HUMAN RESOURCES: NEW IN MODERN APPROACHES

Стабільне функціонування економіки значною мірою залежить від ефективності діяльності різних інституцій. Банківські установи та їх здатність виконувати основні функції й проявляти стресостійкість до криз за рахунок мінімізації ризиків саме і створюють цю стабільність та стійкість у економіці. Від діяльності банку залежить організація та формування ресурсної бази банківської установи. Вона продукується самостійно кожним окремим банком з огляду на своєрідність, ймовірність виникнення та ступеня впливу загроз як на макро- так і мікрорівнях.

Зважаючи на усі особливості сьогодення, діяльності в умовах воєнного стану, формування ресурсної бази вітчизняних банківських установ відбувається під впливом ризиків, що властиві банківському сектору. І саме питання персоналу, як основного базового ресурсу займає неocenенну роль у цих умовах. Зважаючи на те, що певна маса активного працездатного населення покинула територію України, перед банками як ніколи постало питання збереження та підтримки свого персоналу. Саме завдяки кваліфікованим кадрам існує можливість фінансової стабільності у всіх інституціях, включаючи банки, та конкурентоспроможність всієї економіки.

Визначальним чинником забезпечення успішної діяльності банку є підвищення якості роботи усіх категорій співробітників, починаючи від керівників та банківських фахівців й закінчуючи обслуговуючим персоналом. Рівень продуктивності праці співробітників банку багато в чому визначається сформованою керівництвом системою мотивації, де базовими мотиваційними методами означені потреби співробітників, їх стимули та мотиви до ефективної діяльності.

Сьогодні, як ніколи, слід запровадити комплексний підхід до розгляду проблем менеджменту персоналу банківської установи, особливо в сегментах, що використовують висококваліфіковану інтелектуальну працю, оскільки тільки зацікавлена у своїй професійній діяльності людина може ефективно працювати та тим самим приносити користь як організації, так і суспільству.

Із теоретичних досліджень давно відомо, що рушійною силою соціально-економічного розвитку та прогресу є не лише природні ресурси, фізичний та фінансовий капітал, а, передусім, людина як носій специфічного і водночас чи не найбільш продуктивного капіталу. Адже людські ресурси (англ. Human Resources - HR) – це специфічний і найважливіший із усіх видів ресурсів суб'єкта господарювання; найбільш складний об'єкт управління в організації, на відміну від речових чинників виробництва, є живим, має змогу самостійно приймати рішення, діяти, критично оцінювати висунуті до нього вимоги, має суб'єктивні інтереси та ін. І це повинно розглядатися як аксіома. А реалії третього десятиріччя є такими, що все більше у сфері зайнятості мова йде не про «територію людини, як таку», а про «територією штучного інтелекту, робототехніки, алгоритмів машинного навчання» тощо. В цьому контексті потребують наукової аргументації особливості формування та відтворення людського капіталу. Адже, за сучасних умов, стандартність замінюється нестандартністю, лінійність – нелінійністю, стабільність – нестабільністю, симетричність – асиметричністю. Названі та інші характеристики нової (не)нормальності повною мірою стосуються компетентнісної складової людського

капіталу, в якій нові вимоги межують з новими загрозами, нові можливості – з новими викликами. Саме тому розгляд питання менеджменту персоналу відіграватиме завжди актуальну роль на усіх життєвих етапах розвитку та функціонування усіх інституцій.

Презентується, що світ людських ресурсів цифрової доби – це світ асиметрій, контрастів, швидкоплинності, коли сфера безпосереднього докладання праці потребує усе нових і нових компетентностей, які потребують інтенсивного відтворення на усіх етапах життєвого циклу людини. При цьому сьогодні людський капітал, що претендує на статус затребуваного, має формуватися та відтворюватися за наявності навичок, які виходять за рамки формальної освіти та базуються на безперервному навчанні, креативі, творчості, критичному мисленні, самоорганізації, проактивності.

Все більшого значення набуває розгляд питання всебічної оцінки результативності управлінського персоналу. Сьогодні питання соціальної відповідальності бізнесу та етичності, нерозривності та стійкості бізнес-процесів, створення сприятливого клімату в колективі й корпоративної культури, а також креативності як самих управлінців, так і їх вміння розвивати креативний потенціал команди є надзвичайно важливими аспектами результативності менеджменту організації. За таких умов організація має вміти створювати додаткові конкурентні переваги, гнучко реагувати на зміни ринкових умов та зміну правил ведення бізнесу, а також вибудовувати свою унікальну стратегію інноваційного розвитку.

Внаслідок таких аспектів підвищуються вимоги до менеджерів, до їх навичок із розроблення креативних ідей й рішень. Фундаментом для досягнення стратегічних цілей, підвищення ефективності та сприянню інноваційному розвитку організації створює всебічне структуроване оцінювання ефективності управлінського персоналу за допомогою сучасних технологій менеджменту.

В підсумку можна констатувати, що стратегічною метою формування системи управління персоналом є забезпечення підприємства висококваліфікованим персоналом. Потрібно докласти максимум зусиль, щоб створити колектив, в якому пануватимуть взаєморозуміння, довіра та бажання кожного працівника робити внесок у загальний успіх організації.

Література

1. Балановська Т. І., Михайліченко М. В., Троян А. В. Сучасні технології управління персоналом: навчальний посібник. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 466с.
2. Банківський персонал і його роль у роботі банку. URL: <http://www.managerhelp.org/hoks-1372-1.html>
3. Колот А. М., Герасименко О. О., Шевченко А. С. нові виклики для теорії та практики людського капіталу в умовах становлення «Індустрії 4.0.»: компетентісний аспект. Економіка та суспільство. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2619/2537>
4. 2023 Global Human Capital Trends. URL: <https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/focus/human-capital-trends.html#explore>

УДК 338:658

М. І. Замрій, Т. Ландяк, Л. М. Мельник, докт. екон. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

M. Zamrii, T. Landiak, L. Melnyk, Dr., Assoc. Prof.

FEATURES OF FORMULATING THE ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGY

На даний час підприємства стикаються з великими викликами через невизначеність бізнес-середовища. Постійно відбуваються зміни в демографічній ситуації, економічних умовах країни, торговельній практиці через дерегуляцію/лібералізацію діяльності, різноманітності технологій і тенденцій глобалізації. Варто зауважити, що не лише в цих зовнішніх питаннях відбуваються зміни. Вони також відбуваються у внутрішніх аспектах діяльності підприємств, що виражається у проявах високої плинності кадрів, втрати висококваліфікованого технічного персоналу тощо. Усі ці загрозливі зміни спричиняють низку внутрішніх проблем для підприємств і вони призводять до невизначеності та ускладнення функціонування бізнесу. Стратегія при цьому забезпечує можливість впоратися зі змінами та невизначеністю як всередині, так і за межами організації.

Стратегію розвитку підприємства можна визначити як комплексний план дій, що визначає шляхи досягнення довгострокових цілей та завдань підприємства. Основні компоненти стратегії підприємства включають:

- місію – формулювання місії підприємства, яка описує його ціль, визначення його сфери діяльності, та місце, яке воно прагне займати на ринку;
- визначення цілей – встановлення конкретних, вимірюваних, досяжних, реалістичних та обмежених у часі цілей, які відповідають місії підприємства;
- аналіз середовища – для виявлення можливостей та загроз, а також сильних та слабких сторін підприємства;
- розробку стратегічних альтернатив – визначення можливих варіантів дій і напрямів розвитку, які можуть допомогти досягнути поставлених цілей;
- вибір стратегії – вибір оптимальної стратегії або комбінації стратегій, які найкращим чином відповідають цілям підприємства та ураховують зовнішні умови;
- реалізацію стратегії – впровадження стратегічних рішень у практичну діяльність підприємства, розробка планів, адаптація структури, організаційних процесів;
- моніторинг та контроль – систематичний аналіз виконання стратегії, виявлення відхилень та коригування дій для досягнення стратегічних цілей.

Підходи, які фірми використовують для розробки стратегії, можуть різко відрізнятися в різних компаніях. У деяких випадках керівники не витрачають багато часу на формулювання стратегії, і стратегії часто базуються лише на недавньому досвіді та обмеженій інформації.

Головним завданням процесу формулювання стратегії є визначення плану високого рівня та набору дій, які підприємство здійснить у своєму прагненні досягти конкурентної переваги. Після створення плану створення конкурентної переваги останнім кроком є розробка детального плану реалізації стратегії фірми за допомогою конкретних заходів.

У центрі уваги процесу стратегічного управління має бути зроблено чотири ключові стратегічні вибори:

1. На які ринки підприємство буде прагнути вийти? Ринки підприємства включають галузь високого рівня та конкретні сегменти клієнтів, у яких воно конкурує, а також її географічні ринки.

Одне з перших рішень, які має прийняти підприємство – це те, де йому конкурувати або на яких ринках воно буде працювати. Лідери повинні вибрати галузі, в яких конкурує компанія, і конкретні сегменти споживачів або потреби, які вона задовольнить у цих галузях. Також важливо вибрати географічні ринки для обслуговування.

2. Яку унікальну цінність підприємство пропонує клієнтам на цих ринках? Це ціннісна пропозиція фірми, тобто причина чому компанія виграє.

Після того, як організація обирає ринки, на яких буде конкурувати, вона намагається запропонувати унікальну цінність на цих ринках. Це часто називають ціннісною пропозицією компанії або цінністю, яку вона пропонує запропонувати клієнтам. Компанії зазвичай намагаються досягти конкурентної переваги, вибираючи одну з двох загальних стратегій пропозиції унікальної цінності: низька вартість або диференціація.

3. Які потрібні ресурси та можливості? Що підприємство повинне мати та знати, як це зробити, щоб воно могло забезпечувати свою унікальну цінність краще, ніж конкуренти, і як саме фірма забезпечить свою унікальну цінність за допомогою плану впровадження?

Забезпечення унікальної цінності потребує розвитку ресурсів та можливостей, які дозволять компанії виконувати діяльність краще, ніж конкуренти. Дійсно, можливо, найважливіша роль стратега полягає у тому, щоб з'ясувати, як створити або придбати ресурси та можливості, необхідні для надання унікальної цінності. Ресурси стосуються активів, які фірма накопичує з часом, таких як заводи, обладнання, земля, бренди, патенти, гроші та люди.

4. Як підприємство отримає цінність і збереже конкурентну перевагу з часом? Фірмам необхідно створювати бар'єри для імітації, щоб інші організації не могли надати ту саму цінність.

Стійка конкурентна перевага стосується унікальної переваги підприємства над її конкурентами, що дозволяє йому утримувати лідируючі позиції на ринку. Ця перевага може впливати з різних джерел, включаючи брендинг, обслуговування клієнтів, технології, дизайн продукту та канали розподілу. Фактор стійкості впливає з того факту, що для імітації або копіювання іншими підприємствами потрібні значні зусилля. Крім того, він має бути міцним, не вразливим до змін ринку чи нових учасників.

Успішні підприємства, як правило, мають стратегії, які є частково продуманими завдяки ефективним процесам стратегічного планування, а частково виникають через готовність реагувати на зміни у зовнішньому середовищі та на ідеї, що надходять із середини організації. Ось чому стратегія має бути планом отримання та збереження переваг. В успішного підприємства кожен працівник несе певну відповідальність за розуміння стратегії та пропонування ідей для покращення стратегічних позицій.

Література

1. Нагорняк Г., Малюта Л., Мельник Л. Визначення найважливіших закономірностей стабільного розвитку підприємств готельно-ресторанного господарства // Галицький економічний вісник. 202. № 3 (64). С. 174-184.

2. Кузь Т.І., Малюта Л.Я., Островська Г.Й., Нагорняк Г.С. Підходи стратегічного управління у контексті забезпечення розвитку туристичної індустрії // Галицький економічний вісник. 2021. № 4 (71). С. 85-91.

УДК 004

О. Б. Потіха, канд.іст.наук; А. В. Лубкович

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола, Україна)

ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДОКУМЕНТ-КАМЕРИ

O. B. Potikha, Ph.D; A. V. Lubkovich

TRENDS AND PERSPECTIVES OF DOCUMENT CAMERA USE

В епоху цифровізації, коли швидкість і ефективність залишаються ключовими факторами у всіх сферах діяльності, новітні технології у царині роботи з документами відкривають перед нами широкі можливості для оптимізації цих процесів і підвищення продуктивності праці. З розвитком інформаційних технологій документ-камера стала ключовим інструментом для подачі інформації в режимі реального часу. Необхідно оцінити сучасні тенденції та перспективи її використання, які революціонізують спосіб взаємодії з документами та інформацією.

Аналізуючи технічні характеристики документ-камери, треба наголосити, що це багатофункціональний пристрій, який має можливість передавати інформацію в режимі реального часу з робочого столу безпосередньо на інші технічні засоби чи екрани (стаціонарний комп'ютер, ноутбук, проєктор, інтерактивна дошка, монітор), має функцію автофокусування, сканування документів та розпізнавання тексту (OCR). При цьому сучасні моделі документ-камер мають значний перелік інтерфейсів для підключення до найрізноманітніших пристроїв (USB, VGA, HDMI) [1]. Зазначені характеристики документ-камер передбачають широкі можливості їх використання у всіх сферах діяльності, які передбачають роботу з документами.

Одним із провідних трендів є широке використання документ-камери в сучасній освіті, зокрема для навчання з використанням дистанційних технологій. Викладачі закладів освіти усіх рівнів відкривають перед собою широкі можливості для зручного та інтерактивного навчання. Замість традиційного підходу до демонстрації документів, вони можуть в динаміці та чітко демонструвати навчальні матеріали (підручник, дидактичні матеріали чи лабораторне обладнання), стимулюючи активну роботу учасників освітнього процесу та розуміння ними отриманої інформації.

Документ-камери широко використовуються у процесі роботи з документами в архівах та бібліотеках. Функція сканування та розпізнавання дає можливість сканувати одну сторінку тексту за одну секунду, а автоматичний режим сканування дозволяє сканувати текст зі швидкістю шістдесят сторінок за хвилину, що забезпечує оперативне та якісне копіювання документів, збереження електронних копій та подальшого використання цих документів [2].

У сучасному світі віртуальних конференцій та віддалених робочих зустрічей документ-камера стає невід'ємним активом. Вона дозволяє ефективно представляти ідеї, матеріали чи продукти, забезпечуючи високий рівень зв'язку та взаємодії усіх учасників в онлайн-середовищі. Один із трендів використання документ-камери – це можливість створювати інтерактивні презентації з анотаціями просто на екрані. Це дозволяє спільно працювати над матеріалами, надавати коментарі та створювати спільний доступ для аудиторії. З популяризацією мобільних технологій документ-камери стають портативними та сумісними з різноманітними онлайн-платформами. Його інтеграція з такими додатками, як Zoom, Google Meet, Skype, Microsoft Teams

C, Windows, Mac C та Chromebook, розширює можливості роботи з документами та інформацією.

Майбутні тенденції застосування документ-камери передбачають подальший розвиток функцій розпізнавання об'єктів та використання штучного інтелекту. Так, використовується нині документ-камера Ipevo Totem з функцією штучного інтелекту аналізує рух у кадрі та дозволяє передбачити оптимальний момент для знімання динамічного кадру (динамічний фреймінг сцени) [3].

Однією з ключових перспектив використання документ-камер є посилення заходів безпеки та захисту даних у цих пристроях, зокрема шифрування та механізми управління доступом, для забезпечення конфіденційності інформації. Таким чином, документ-камера стає не лише інструментом для виведення тексту на екран, але й ключовим компонентом для інтерактивної та ефективної роботи з документами. За допомогою сучасних технологій, вона розкриває нові можливості для освіти, бізнесу та багатьох інших галузей, створюючи новий вимір технологічного розвитку.

Висновок. Можна стверджувати, що документ-камера – ключ до інтерактивного майбутнього. З погляду швидкого та постійного розвитку цифрових технологій, документ-камера стає не лише інструментом для подання інформації, а справжнім катализатором змін у способах сприйняття та обробки документів. Розглянуті тренди та перспективи використання цього пристрою вказують на його важливе місце у світі сучасних технологій.

Застосування документ-камери в системі освіти робить її інструментом інтерактивного навчання. Віддалені конференції та зустрічі відбуваються у новому форматі завдяки можливостям пристрою в поданні інформації та взаємодії. Інтерактивність документ-камери дає можливість створювати живі та захоплюючі презентації, залучаючи аудиторію в процес роботи з документами. Розвиток штучного інтелекту та розпізнавання об'єктів сприяють автоматизації та поліпшенню робочих процесів. Мобільність та інтеграція з різноманітними додатками відкривають нові можливості для користувачів, дозволяючи пристосовувати роботу з документами до своїх потреб. Одночасно, важливим аспектом є постійне вдосконалення заходів безпеки та захисту даних у документ-камерах.

У світі, де інформація – ключовий ресурс, документ-камера стає важливим інструментом для зручної та ефективної роботи з документами. Її роль у підвищенні ефективності процесів та сприянні інноваціям робить її важливим атрибутом для тих, хто прагне залишатися на передових позиціях у своїй галузі. Таким чином, документ-камера відкриває двері в інтерактивне та технологічно насичене майбутнє, ставши ключем до ефективної роботи з інформацією в сучасному світі.

Література

1. Документ-камера і документ-сканер. В чому різниця та що краще обрати? URL: <https://inter-systems.kiev.ua/novosti/288-dokument-kamera-i-dokument-skaner-v-chomu-riznitsya-ta-shcho-krashche-obrati.html>
2. Документ-камери. URL: <https://neor.ua/shop/tehnika-dlya-ofisu-ta-navchannya/dokument-kamery/>
3. Панорамна конференц-камера IPEVO TOTEM 180. URL: <https://inter-systems.kiev.ua/categories/dokument-kamery-i-skanery-ipevo/panoramna-konferents-kamera-ipevo-totem-180.html>

УДК 004

Н. З. Лубкович, канд.іст.наук; Ю. Ю. Дудун

(Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

N. Z. Lubkovych, Ph.D; Y. Y. Dudun

FEATURES OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Суттєвою характеристикою сучасного суспільства є проникнення цифрових інформаційних технологій у всі сфери суспільного життя. Невід'ємним елементом цифровізації є використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. Штучний інтелект (ШІ) – це здатність цифрового комп'ютера або керованого комп'ютером робота, виконувати завдання, які зазвичай пов'язані з розумними істотами. Цей термін часто застосовують до проекту розробки систем, наділених можливістю відтворення інтелектуальних процесів, характерних для людини, таких як здатність міркувати, усвідомлювати значення, узагальнювати або вчитися на минулому досвіді. Нині зацікавленість технологіями ШІ швидко зростає. Цілком закономірним є використання штучного інтелекту у системі освіти, що надає великий потенціал для поліпшення процесу навчання та підготовки сучасних фахівців. Проте, разом з цими можливостями, виникають і виклики, які потребують уваги та обґрунтованих рішень. Щоб продуктивно скористатися новими технологіями, важливо мати реалістичне розуміння можливостей і обмежень таких інструментів.

Використання штучного інтелекту у навчанні має низку переваг. ШІ забезпечує персоналізацію навчання, що дозволяє створювати індивідуальні навчальні програми з врахуванням особливостей кожного учасника навчального процесу, його рівня знань, стилю навчання. Так, американські та південнокорейські дослідники вивчали питання опанування англійської мови за допомогою штучного інтелекту. Дослідження показали, що ШІ має позитивний вплив на вивчення мови та якісні показники у процесі навчання. Подібні результати виявили і вчені, що досліджували ChatGPT, випущений у 2022 році. Вони довели, що ChatGPT робить навчання студентів більш ефективним, адже він надає якісний зворотній зв'язок, може виступати партнером у бесіді і давати власні поради для покращення рівня володіння іноземною мовою [1, с. 51]. Отже, ШІ дозволяє створювати персоналізовані програми навчання, враховуючи індивідуальні сторони учасника освітнього процесу і пропонувати особистісний підхід до вивчення матеріалу.

Крім того, ШІ може забезпечити студентам, учням доступ до різноманітних та актуальних джерел інформації, що дозволяє отримувати повну та корисну інформацію для навчання [2]. Штучний інтелект сприяє підвищенню ефективності навчального процесу шляхом розробки інноваційних інструментів та методів. Він може аналізувати великі обсяги даних, виявляти зв'язки і закономірності у навчальних процесах та надавати цінну інформацію вчителям та викладачам. Завдяки цьому вони можуть швидше виявляти потреби учнів і студентів, вдосконалювати методику навчання та пристосовувати матеріал до вимог сучасного світу.

Завдяки використанню технологій ШІ відкриваються нові можливості для доступу до якісної освіти для всіх. Штучний інтелект може функціонувати в онлайн-середовищі, надавати віддалений доступ до знань та навчання, зокрема для тих, хто мешкає в віддалених регіонах або має обмежені можливості. Використання ШІ допомагає створити глобальну освітню спільноту, де кожен може мати рівні можливості навчання. Також використання штучного інтелекту в освіті дозволяє збагатити навчальний процес за допомогою інтерактивних технологій та віртуальної реальності. Віртуальні лабораторії, симуляції та ігрові елементи можуть стати

частиною навчання, що дає можливість учасникам освітнього процесу отримувати практичні навички та розвивати креативне мислення [3].

Проте, разом з багатьма можливостями, використання штучного інтелекту в системі освіти може викликати певні проблеми. Перший виклик, який постає перед освітньою спільнотою, полягає у роз'ясненні етичних норм використання ШІ в навчальному процесі. Так, результати опитування, проведеного у Стенфордському університеті показали активне використання студентами ChatGPT для допомоги з генерацією ідей для майбутніх есе та отримання миттєвого автоматичного зворотного зв'язку на написані власноруч роботи. У такому контексті використання ШІ варто заохочувати. Але використання ChatGPT для генерації готових рефератів чи домашніх робіт є неприпустимим. Тому дуже важливо пояснювати, що використання ШІ може бути корисним у випадку генерації ідей, первинного збору інформації тощо. Проте це не означає, що в навчанні можна повністю покладатися на такі інструменти та видавати їхню роботу за свою. [4]. Саме тому вміння ефективно та етично використовувати нові технології є важливою навичкою учасників освітнього процесу.

Впровадження штучного інтелекту вимагає не тільки від студентів, але й від педагогів набуття нових навичок та адаптації до змін у навчальному процесі. Разом з тим викладачі закладів освіти усіх рівнів повинні опанувати нові технології та адаптовувати свої методи навчання до реалій використання ШІ. Так, за сприяння МОН України та Інституту модернізації змісту освіти Асоціація інноваційної та цифрової освіти і компанія «UBOS.tech» восени цього року організували курс підвищення кваліфікації для освітян на тему «Штучний інтелект в освіті». Програма була створена за запитом педагогів і передбачала обговорення таких тем, як сутність штучного інтелекту та його інтерфейс для освітян; допомога педагогу під час підготовки до уроку; як виявити, що домашнє завдання виконане за допомогою ШІ і як навчити штучний інтелект генерувати точну інформацію [5]. Курси підвищення кваліфікації для освітян дають можливість набути навички використання технологій ШІ та ефективно впроваджувати їх у професійній діяльності.

Висновок. Варто зазначити наступне: з одного боку, використання штучного інтелекту має низку беззаперечних переваг, до яких належать ідеї персоналізованого навчання, вільний доступ до інформації з різноманітних джерел, її перевірка та аналіз із застосуванням передового інструментарію. Можливості ШІ дозволяють використовувати необмежений потенціал інноваційних технологій в освітньому просторі та забезпечують процес якісної трансформації системи освіти. З іншого боку, незважаючи на бурхливий розвиток та перспективи штучного інтелекту, деякі ризики залишаються. Головні виклики торкаються проблеми цифрової рівності, дотримання етичних принципів та виникнення залежності від технологій. Штучний інтелект у системі освіти – це надзвичайно перспективна, але водночас викликова тема. Баланс між можливостями та викликами залежить від ефективного управління, розробки етичних стандартів та постійної підготовки учасників освітнього процесу до нових технологій. Справжній успіх полягає у тому, щоб використовувати штучний інтелект як інструмент для покращення, а не заміни, людського взаємодії та навчання.

Література

1. Виклюк А.О. Ключові переваги та недоліки застосування штучного інтелекту в закладах вищої освіти у процесі вивчення іноземної мови / Технології добросовісного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки: матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації. Одеса, 2023. С.51-53.
2. Вишнякова О. AI та освіта: як штучний інтелект вплине на шкільну освіту. URL: https://lb.ua/blog/olena_vyshniakova/547626_ai_osvita_yak_shtuchniy_intelekt.html
3. Вчитель плюс штучний інтелект – це майбутнє освіти. URL: <https://intboard.ua/pres-sluzhba/blog/vchytel-shtuchnyu-intelekt-tse-maybutnye-osvity/>
4. Примаченко І. Штучний інтелект в освіті: можливості, виклики та перші кроки великої адаптації. URL: <https://lifepravda.com.ua/columns/2023/08/4/255650/>
5. «Штучний інтелект в освіті»: для освітян доступний новий курс підвищення кваліфікації. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/shtuchnij-intelekt-v-osviti-dlya-osvityan-dostupnij-novij-kurs-pidvishennya-kvalifikaciyi>

М. С. Рудик, викладач суспільних дисциплін, А. О. Хоркава
(Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола, Україна)

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПРОТИДІЇ ВОРОГУ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

M.S. Rudyk, social studies teacher, A.O. Horkava

THE LATEST TECHNOLOGIES AS AN EFFECTIVE COUNTERMEASURE AGAINST THE ENEMY IN THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

Дев'ять років тому, у лютому 2014 року, росія, порушуючи норми та принципи міжнародного права, широкий спектр односторонніх та двосторонніх угод, розпочала війну проти України з метою реалізації імперських планів.

Російсько-українське протистояння має глибинне історичне коріння. Взаємини цих держав – це літопис – воєн, русифікації, асиміляції України. Загарбання України, її ресурсів, знищення українців як нації, знищення української державності – це ключова передумова путінської «спецоперації».

Сьогоднішня війна – найбільший військовий конфлікт у Європі з часів Другої світової війни. Це війна, яка докорінно впливає на хід історії, яка змінить Україну і світ. Це перша в історії війна, яка відбувається в умовах розгортання швидкісного широкосмугового інтернету, цифрової трансформації, існування соціальних мереж, гаджетів, атомних електростанцій, дронів тощо [1].

Новітні технології стають ключовим елементом ведення війни та боротьби з ворогом. Також вони впливають на суспільство в цілому та на результат військових дій.

Однією з ключових сфер, де новітні технології показують свій великий потенціал, є розвідка та розпізнавання. З 22 лютого 2022 року військові отримали тисячі дронів, а загалом було прийнято на озброєння 28 нових моделей БПЛА. Дрони – це високоточне ураження цілей, це вміння використовувати повітряне спостереження та корегувати вогонь. Вони безперервно передають інформацію про позиції противника в штаби батальйонів і бригад, надають координати артилерії та забезпечують точність влучання.

Засоби радіоелектронної боротьби, наприклад, глушіння сигналів зв'язку та навігації. «Ворог постійно використовує засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ) для протидії Силам оборони. Щоб наші військові завжди мали зв'язок та могли ефективно координувати роботу підрозділів, українські розробники створили радіостанцію «Nimera», – Михайло Федоров, міністр цифрової трансформації. Це унікальна технологія, яка працює навіть в умовах ворожої радіоелектронної боротьби, адже ворог не може розшифрувати радіосигнал. Рацію можна використовувати як GPS-маяк – для пошуку та евакуації військових [2].

Технології розмінування. З огляду на масштаб російських мінних полів, наших та норвезьких танків і ракетних засобів розмінування недостатньо. Для протидії цьому нам потрібні сучасні технології такі, як радарні датчики, що використовують невидимі імпульси світла для виявлення підземних мін, і системи димових завіс, для приховування діяльності наших підрозділів з розмінування. Нові типи тунельних екскаваторів, наприклад, робот, який використовує плазмові пальники для буріння тунелів можуть допомогти подолати мінні загорождення без заглиблення в землю.

Технології для боротьби з кібератаками. Російські зосередили свої зусилля на те, щоб порушити нормальну діяльність об'єктів критичної інфраструктури України, зокрема в енергетичному та фінансовому секторах, а також у сфері надання державних послуг. Група британських експертів з кібербезпеки розпочала посилення безпеки українських

урядових сайтів. Конкретна допомога полягала у наданні Україні британської техніки та програмного забезпечення для захисту від різних видів кібератак [3].

Міцний інтернет-зв'язок для бійців: термінали супутникової мережі «Starlink». «Starlink» – це проєкт компанії Ілона Маска «SpaceX» з розгортання швидкісного широкопasmового інтернету за допомогою супутників на низькій орбіті Землі. В Україні планували запуск проєкту на 2022-й, однак повномасштабне вторгнення прискорило процес. Українські бійці за допомогою супутникової мережі збирають розвіддані та відстежують цілі для ударів безпілотниками. Крім того, завдяки обладнанню від «Starlink» оборонці Маріуполя навіть в умовах блокади підтримують зв'язок із зовнішнім світом: обговорюють військові завдання з владою, дають пресконференції, спілкуються з рідними. Також обладнання допомогло відновити інтернет-мережі на деокупованих територіях Київщини та Чернігівщини [4].

Технологія розпізнавання обличчя «Clearview AI». Технологія розпізнавання обличчя – працює завдяки системам штучного інтелекту. У базі даних цього проєкту є 2 мільярди світлин із соціальної російської мережі «ВКонтакте». Тому в Україні цю технологію використовують, щоб з'ясувати особистість загиблих солдат в Україні. Також завдяки цій технології поліцейські виявляють диверсантів. За перші два тижні використання штучного інтелекту вдалося затримати 200 осіб, що належать до незаконних збройних формувань.

Енергія на передову: надпотужний павербанк від франківської майстерні. Павербанк ємністю 400000 міліампер – розробили івано-франківські майстри Артур Шкрібляк та Дмитро Король. Павербанк дозволяє чотирьом бійцям в одному автомобілі заряджати будь-яке електрообладнання: рації, дрони, тепловізори, ноутбуки, телефони, планшети та іншу електротехніку, необхідну на фронті. Пристрій навіть допомагає запустити двигун автівки. За таких умов енергії вистачає на тиждень. Щодня ми, відстежуючи події на фронтах, переконуємось у високій ефективності сучасних військових технологій. Вони впливають на хід війни, допомагають долати російських окупантів на фронті й у тилу, відстежувати розташування ворога та рятувати життя українських воїнів [5].

Науковці збирають безпілотники та гаубиці, розробляють застосунки для розпізнавання ворогів, діджитал-платформи та інше, чим наближають нашу перемогу.

Сучасна війна – це війна зброї, інноваційних технологій та живої сили. І хоч росія має значно більше зброї і живої сили, та вона немає гранітної, високомотивованої армії, яка сильніша за будь-яку зброю, досконаліша за будь-яку технологію, бо веде праведну війну – за свою волю на своїй землі.

Література

1. Окупанти готують масовані кібератаки на об'єкти критичної інфраструктури України та її союзників, – ГУР. URL: https://lb.ua/society/2022/09/26/530609_okupanti_gotuyut_masovani.html. (дата звернення 02.12.2023).
2. Війна & новації: 6 технологій, що допомагають нам на фронті чи в тилу. URL: <https://platform.man.gov.ua/media/01335498-6730-4300-b545-465a58a278a5>. (дата звернення 02.12.2023).
3. Українці створили рацію, яку не глушать російські засоби РЕБ - Федоров. URL: <https://www.ukrinform.ua/amp/rubric-technology/3772252-ukrainci-stvorili-raciu-aku-ne-glusat-rosijski-zasobi-reb-fedorov.html>. (дата звернення 02.12.2023).
4. Технології є ключовими, оскільки війна стає «позиційною», – Валерій Залужний. URL: <https://cpc.com.ua/articles/tekhnologii-e-klyuchovimi-oskilki-viyna-stae-poziciynoyu-valeriy-zaluzhniy>. (дата звернення 02.12.2023).
5. Технології, що змінять хід війни. URL: <https://forbes.ua/innovations/vinakhodi-shcho-zminyayt-khid-viyani-31082023-15494>. (дата звернення 02.12.2023).

УДК 005.4

Г. Б. Машлій, к.е.н., доцент; О. Б. Мосій, к.е.н.; доцент, В. Депутат
(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗВИТОК ОРГАНІЗАЦІЙ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ СЕРЕДОВИЩА

Н. В. Mashliy, PhD, Assoc. Prof.; O. B. Mosiy, PhD, Assoc. Prof.; V. Deputat
DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONS IN CONDITIONS OF ENVIRONMENTAL INSTABILITY

Сучасні умови функціонування організацій робить актуальним їх постійного розвитку, завдяки чому виникає можливість забезпечення їх успішної діяльності. Процесу розвитку підприємства в умовах нестабільного середовища, що характеризується наявністю багатьох видів серйозних викликів. Необхідність постійного внесення змін у діяльність сучасної організації пояснюється тим, що суб'єкти господарювання є відкритими системами, що перебувають у постійній безпосередній взаємодії з іншими системами, при цьому перебуваючи під впливом різноманітних чинників середовища.

Прийняття рішень щодо сфери розвитку здійснюється із врахуванням не лише існування невизначеності, а й наявності певної ресурсної бази, можливого браку інформації та ін. Кожна організація повинна вирішувати завдання досягнення ефективних змін, що спостерігаються при мінімізації затрат ресурсів, які націлені на реалізацію мети й визначеного плану дій, що розробляється для забезпечення розвитку організації. При цьому слід ураховувати, що внаслідок багатофункціональності середовища, що оточує існуючі організації, актуальним є налагодження взаємної узгодженості між процесами досягнення конкретних цілей, які спрямовані на досягнення підсумкового результату [1].

У цих умовах активно змінюваного зовнішнього середовища організаціям належить здійснювати використання певних інструментів стратегічного управління, завдяки яким буде забезпечено подальше досягнення завдань, які передбачають ефективний розвиток та функціонування організації, реалізацію якісних змін у ній, здійснення оновлення або вдосконалення її структури, поліпшення структури організації тощо.

Література

1. Кулиняк І.Я., Прийма Л.Р., Шпак О.Г. Напрями розвитку підприємства в умовах динамічного середовища. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/3387/1/НАПРЯМИ%20РОЗВИТКУ%20ПІДПРИЄМСТВА%20В%20УМОВАХ%20ДИНАМІЧНОГО%20СЕРЕДОВИЩА.pdf>
2. Забродська Г.І., Забродська Л.Д. Організаційний розвиток підприємства: основи визначення дефініцій. *Молодий вчений*. 2017. №44. С. 55-59.

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

УДК 004.3

Н. А. Шевченко, Г. В. Шимчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ БАГАТОКОЛІЙНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ МЕРЕЖЕВОЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ VRF

N. A. Shevchenko, G. V. Shymchuk

IMPROVING MULTIPATH ROUTING RESILIENCE USING VRF NETWORK VIRTUALIZATION TECHNOLOGY

Розділення трафіку на віртуальні мережі (Virtual Routing and Forwarding, VRF) – це метод, який використовується в мережевих пристроях, таких як маршрутизатори та комутатори, для створення окремих ізольованих мереж в одній фізичній інфраструктурі. Кожна VRF має свої власні таблиці маршрутизації, інтерфейси та інші параметри, що відокремлюють їх один від одного. Цей метод дозволяє розділити мережевий трафік на декілька незалежних сегментів, які можуть мати різні політики маршрутизації та безпеки.

Основні переваги використання VRF включають:

- Ізоляція. Кожна VRF має власну таблицю маршрутизації, тому трафік, що проходить через різні VRF, не взаємодіє один з одним і залишається ізольованим.
- Розділення ресурсів. Використання VRF дозволяє виділити окремі фізичні або логічні інтерфейси для кожної VRF, що дозволяє краще керувати ресурсами та пропускною здатністю мережі.
- Маршрутизація. Кожна VRF може мати свою власну політику маршрутизації, що дозволяє керувати шляхами для різних сегментів мережі.
- Безпека. Використання VRF допомагає в мережевій безпеці, оскільки розділяє трафік між різними сегментами мережі, ускладнюючи потенційні атаки.

Для налаштування VRF використовуються команди на маршрутизаторах і комутаторах. Кожна VRF має унікальне ім'я і пов'язану з нею таблицю маршрутизації. Віртуальні інтерфейси (наприклад, sub-interfaces для маршрутизаторів) можуть бути призначені для конкретної VRF. Крім того, можна налаштовувати маршрутизаційні протоколи, такі як OSPF або BGP, для роботи в межах певної VRF.

Приклад налаштування VRF на маршрутизаторі Cisco показано на рисунку 1.

```
Router(config)# ip vrf VRF_NAME
Router(config-vrf)# rd ROUTE_DISTINGUISHER
Router(config-vrf)# route-target both ROUTE_TARGET
Router(config-vrf)# interface GigabitEthernet0/0.1
Router(config-if)# encapsulation dot1q 10
Router(config-if)# ip vrf forwarding VRF_NAME
Router(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
```

Рисунок 1. Налаштування VRF на маршрутизаторі Cisco

У цьому прикладі створюється VRF з ім'ям "VRF_NAME", призначається інтерфейсу GigabitEthernet0/0.1, і налаштовується маршрутна інформація для цієї VRF.

Використання різних фізичних інтерфейсів в мережевих з'єднаннях може бути корисним для різноманітних цілей, таких як розділення трафіку, підвищення надійності та забезпечення різних видів послуг в мережі.

Щоб підвищити надійність мережі, проводиться використання різних фізичних інтерфейсів у режимі «резерву». Якщо один інтерфейс відмовить, резервний інтерфейс може автоматично бути активований, забезпечуючи безперервну роботу мережі.

Різні фізичні інтерфейси можуть мати різну пропускну здатність. Ви можете використовувати інтерфейси з великим обсягом каналу для обробки великого обсягу трафіку, такого як відеопотоки, і менших інтерфейсів для менш вимогливих завдань.

При розширенні мережі фізичні інтерфейси дозволяють підключати різні типи пристроїв до мережі. Наприклад, ви можете підключати сервери через 10-гігабітні інтерфейси, а клієнтські пристрої через 1-гігабітні інтерфейси.

Забезпечення безпеки в VRF (Virtual Routing and Forwarding) дуже важливе для збереження конфіденційності, цілісності та доступності даних у віртуальних мережах. Ось кілька кроків і рекомендацій щодо забезпечення безпеки в VRF:

1. Використання Access Control Lists (ACL).
2. Використання Firewall або Intrusion Detection/Prevention Systems (IDS/IPS).
3. Шифрування трафіку.
4. Segmentation (Сегментація).
5. Моніторинг безпеки.
6. Автентифікація та авторизація.
7. Оновлення та патчі.
8. Фізична безпека.
9. Освіта та навчання персоналу.

Наявність VRF дозволяє відокремити різні сегменти мережі на одному фізичному маршрутизаторі. Використовуючи VRF, можна створювати віртуальні мережі зі своїми власними таблицями маршрутизації, що дозволяє ефективно відокремлювати різні частини мережі.

Кожна VRF може мати власну адресну простору та незалежні маршрутизаційні таблиці. Це забезпечує високий рівень конфіденційності та дозволяє використовувати однакові IP-адреси в різних VRF без конфліктів.

Забезпечення безпеки в VRF включає в себе контроль доступу, моніторинг та шифрування трафіку. Використовуючи комбінацію Access Control Lists (ACL), firewall, VPN та систем виявлення вторгнень, можна захищати дані та ресурси в межах VRF.

Моніторинг і виявлення загроз важливі для вчасної реакції на потенційні проблеми безпеки. Системи моніторингу та виявлення вторгнень допомагають вчасно виявляти та реагувати на загрози безпеки в VRF.

Оновлення програмного забезпечення та фізична безпека мають велике значення. Регулярне оновлення ПЗ маршрутизаторів та забезпечення фізичної безпеки обладнання важливо для забезпечення безпеки мережі.

Враховуючи ці аспекти, можна створити безпечну та добре відокремлену мережу з використанням VRF на маршрутизаторах Cisco. Важливо постійно оновлювати свої знання та практики в області безпеки для забезпечення оптимального рівня захисту.

Література

1. Lasserre, M., Balus, F., Morin, T., Bitar, N., and Y. Rekhter, "Framework for Data Center (DC) Network Virtualization", RFC 7365, DOI 10.17487/RFC7365, October 2014.
2. Garg, P., Ed., and Y. Wang, Ed., "NVGRE: Network Virtualization Using Generic Routing Encapsulation", RFC 7637, DOI 10.17487/RFC7637, September 2015.
3. Black, D., Hudson, J., Kreeger, L., Lasserre, M., and T. Narten, "An Architecture for Data-Center Network Virtualization over Layer 3 (NVO3)", RFC 8014, DOI 10.17487/RFC8014, December 2016.

УДК 004.3

Н. А. Шевченко, Г. В. Шимчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАРШРУТИЗАЦІЇ З БАГАТЬМА
МАРШРУТАМИ (EQUAL-COST MULTI-PATH)**

N. A. Shevchenko, G. V. Shymchuk

**UTILIZING MULTI-PATH ROUTING TECHNOLOGIES (EQUAL-COST MULTI-
PATH)**

Equal-Cost Multi-Path (ECMP) – це технологія маршрутизації, яка дозволяє маршрутизаторам та комутаторам вибирати і використовувати кілька рівноцінних маршрутів для направлення мережевого трафіку до одного й того ж призначення.

Коли маршрутизатор або комутатор отримує пакет для відправки на певний призначений IP-адресу, він перевіряє таблицю маршрутизації і помічає, що є декілька рівноцінних маршрутів для цього призначення. Тоді він вирішує відправити пакет на один з цих маршрутів. Вибір маршруту може здійснюватися на основі різних алгоритмів, таких як хешування заголовків пакета, ідентифікаторів сесій, або інших факторів.

Пакети рівномірно розподіляються між рівноцінними маршрутами. Це означає, що мережевий трафік розділяється між доступними маршрутами у пропорціях, що визначаються алгоритмом балансування.

Якщо один із маршрутів стає недоступним через відмову або проблеми у мережі, ECMP автоматично переключує трафік на інший діючий маршрут, що забезпечує надійність та відновлення мережі.

Цей підхід дозволяє досягти балансування навантаження в мережі, розподілюючи трафік рівномірно між декількома шляхами, тим самим підвищуючи продуктивність та стійкість мережі.

Збільшення стійкості в Equal-Cost Multi-Path (ECMP) в основному відбувається завдяки можливості автоматичного перенаправлення трафіку на альтернативні маршрути в разі відмови або проблем на одному із шляхів.

Спочатку встановлюються рівноцінні маршрути до одного й того ж призначення. Ці маршрути мають однакову метрику або «cost», тобто вони мають однакову пріоритетність в таблиці маршрутизації.

Маршрутизатори та комутатори, що використовують ECMP, постійно моніторять стан усіх доступних маршрутів. Вони слідкують за доступністю маршрутів, вимірюють їх продуктивність та перевіряють, чи все ще можна використовувати ці маршрути для транспортування трафіку.

Якщо один із маршрутів стає недоступним через відмову мережевого з'єднання або інші проблеми, мережевий обладнання зі значенням ECMP автоматично перестає використовувати цей маршрут для нового трафіку.

Коли відбувається відмова або проблема на одному із маршрутів, мережеве обладнання автоматично перенаправляє новий трафік на інший діючий маршрут, який все ще доступний. Це забезпечує безперервну роботу мережі та уникнення втрати трафіку.

Таким чином, ECMP сприяє підвищенню стійкості мережі, оскільки вона може адаптуватися до змін у стані маршрутів та автоматично переключати трафік на резервні маршрути для забезпечення безперервної роботи.

Використання однакової метрики в мережевих протоколах маршрутизації, таких як OSPF (Open Shortest Path First) або BGP (Border Gateway Protocol), важливе для

встановлення рівноцінних маршрутів і забезпечення балансування навантаження в технологіях, як Equal-Cost Multi-Path (ECMP). Ось як відбувається використання однакової метрики.

Метрика або «cost» – це числова оцінка, яка визначає, наскільки "дорогою" є даний маршрут для передачі трафіку. Наприклад, у протоколі OSPF, метрика визначається на основі пропускну здатності та інших чинників, і менша метрика вказує на кращий маршрут.

Для використання однакової метрики всі доступні маршрути до одного призначення налаштовуються так, щоб мати однакову метрику. Наприклад, якщо маршрутизатори використовують OSPF, то для кожного маршруту до певного призначення встановлюється однакова метрика для всіх маршрутів, які мають рівноцінний шлях до цільового вузла.

Коли мережевий обладнання приймає рішення про вибір маршруту для направлення трафіку до конкретного призначення, воно перевіряє таблицю маршрутизації та вибирає один із маршрутів з однаковою метрикою.

Коли декілька рівноцінних маршрутів із однаковою метрикою доступні, мережеве обладнання автоматично розділяє трафік між ними, забезпечуючи балансування навантаження. Кожен пакет може бути направлений одним із шляхів у пропорціях, визначених алгоритмом балансування.

Equal-Cost Multi-Path (ECMP) допомагає забезпечити стійкість та відновлення в мережі, особливо в разі відмови або проблем з одним із маршрутів. ECMP допомагає забезпечити цю стійкість та відновлення в таких випадках:

1. Коли використовується ECMP, трафік розподіляється між кількома рівноцінними маршрутами. Якщо один із цих маршрутів стає недоступним через відмову або проблему, мережеве обладнання автоматично перенаправляє новий трафік на інший діючий маршрут.

2. Поки всі маршрути до одного призначення є доступними, ECMP розподіляє трафік рівномірно між ними.

3. Мережеве обладнання, що використовує ECMP, постійно моніторить стан усіх маршрутів, які входять до ECMP-групи.

4. Після відновлення стану на раніше недоступному маршруті, мережеве обладнання може автоматично почати використовувати його знову для розподілу трафіку.

Equal-Cost Multi-Path (ECMP) дозволяє розподілити трафік між рівноцінними маршрутами з однаковою метрикою. Вона сприяє балансуванню навантаження та підвищенню стійкості мережі шляхом автоматичного перенаправлення трафіку на інший діючий маршрут у разі відмови або проблеми на одному з них. ECMP дозволяє досягти високої надійності та відновлення мережі та є корисною технологією для підвищення продуктивності та стійкості в сучасних IP- мережах.

Література

1. Cheng, J.; Cheng, J.; Zhou, M.; Liu, F.; Gao, S.; Liu, C. Routing in Internet of Vehicles: A Review. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2015, 16, 2339-2352.

2. Dong Sun, Kaixin Zhao, Yaming Fang and Jie Cui: Dynamic Traffic Scheduling and Congestion Control across Data Centers Based on SDN: July 2018.

3. Rodríguez F.J., Fernandez S., Sanz I, et al. Distributed Approach for Smart Grids Reconfiguration Based on the OSPF Routing Protocol [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2016, 12(2): 864-871.

УДК 004.9

I. Осійчук, М. Фриз, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДІАГНОСТУВАННЯ ТРЕМОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОГО ПЛАНШЕТУ

I. Osiihuk, M. Fryz, Ph.D., Assoc.Prof.

DIAGNOSING TREMOUR USING A GRAPHICS TABLET

Тремор - це ритмічні випадкові рухи або коливання частин тіла, зазвичай рук або голови. Це моторний симптом, який може виникати в різних клінічних контекстах і мати різні причини. Тремор може проявлятися як рухи невеликої амплітуди, майже непомітні для навколишніх, або як більш помітні коливання, які можуть суттєво обмежувати повсякденні активності людини.

Існують різні види тремору, а саме, есенціальний, паркінсонівський, кортикальний та психогенний тремори.

Есенціальний тремор - це найпоширеніший вид тремору, який найчастіше впливає на руки, але також може впливати на голову, голос й інші частини тіла. Есенціальний тремор зазвичай посилюється з часом.

Паркінсонівський тремор часто пов'язаний з хворобою Паркінсона, нейродегенеративним захворюванням. Він зазвичай починається в одній руці та може поширюватися на інші частини тіла з часом. Паркінсонівський тремор зазвичай відзначається тим, що він стає менш видимим під час руху і посилюється в стані спокою.

Кортикальний тремор виникає через ураження кори головного мозку і може бути пов'язаним з різними неврологічними станами, такими як міграційна аура, судинна недостатність або інші патологічні стани.

Психогенний тремор виникає під впливом психологічних чинників, таких як стрес, тривожність або психічні розлади. Він зазвичай не пов'язаний з фізичними відхиленнями в неврологічному стані організму та може зникнути після психотерапевтичного лікування.

Діагностування тремору вимагає комплексного підходу і може бути здійснено за допомогою різних клінічних методів та обстежень. Лікар проводить детальний медичний огляд пацієнта та збирає інформацію про його медичну історію, включаючи сімейну спадковість, хвороби та ліки, які пацієнт може приймати. Ця інформація може бути корисною для визначення можливих причин тремору. Повинні бути оцінені характеристики тремору, включаючи амплітуду, частоту та розповсюдження по тілу. Важливо визначити, чи тремор спостерігається у стані спокою, під час руху або в обох випадках. Проводиться неврологічне обстеження, щоб визначити, чи існують інші неврологічні ознаки, які можуть бути пов'язані з тремором. Він може перевіряти координацію, силу м'язів, рефлeksi та інші параметри. Іноді лабораторні аналізи, такі як аналізи крові, можуть допомогти виключити інші медичні причини симптомів. Іноді може бути рекомендовано проведення обстеження мозку, такого як магнітно-резонансна томографія для виключення структурних аномалій або інших ознак патології. Тести на функціональні розлади лікар може виконувати щоб оцінити розлади, які можуть бути пов'язані з тремором. Наприклад, тест на специфічні рухи може бути корисним для визначення характеру тремору.

Загалом, використання цих методів є корисним і потрібним, але сучасні технології дають додаткові способи діагностування, а також роблять його більш зручним і мобільним. Графічні планшети, можуть бути корисними для діагностики

тремору та оцінки характеристик цього руху. За допомогою графічного планшету та спеціального програмного забезпечення можна записати рухи пацієнта під час тремору. Інформація про амплітуду, частоту та інші характеристики тремору може бути фіксована та аналізована. Графічний планшет може допомогти відстежувати динаміку. Використання графічного планшету дозволяє отримати більш об'єктивну оцінку тремору, оскільки він дозволяє відобразити рухи точніше. Інформацію, отриману за допомогою графічного планшету, можна порівняти з нормальними показниками тремору, що допоможе визначити, чи є пацієнт в межах норми чи відзначається аномаліями.

Використання графічного планшету для діагностики тремору може бути корисним доповненням до традиційних методів діагностики. Однак важливо, щоб використовувана технологія була належно налаштована та калібрована для забезпечення точних результатів. Одним із методів для оцінки руху пацієнта є використання спіралей, що зображені на рис. 1.

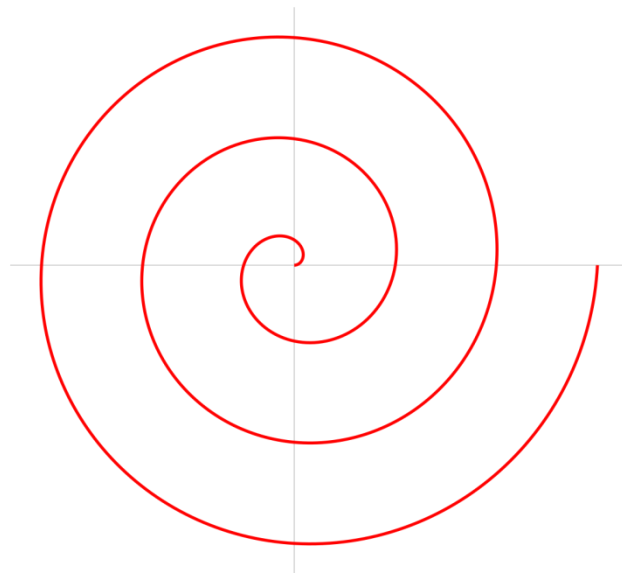


Рисунок 1. Спіраль

Для використання цього методу потрібно читати дані з планшету і обробляти їх, важливо врахувати похибку і технічні особливості засобу.

У доповіді розглянуто основні аспекти технічної реєстрації та опрацювання даних, отриманих з графічного планшету для діагностики тремору, включаючи аналіз проблеми точності.

Література

1. Vescio, Basilio, et al. "Development and validation of a new wearable mobile device for the automated detection of resting tremor in parkinson's disease and essential tremor." *Diagnostics* 11.2 (2021): 200.
2. Channa, Asma, et al. "A-WEAR bracelet for detection of hand tremor and bradykinesia in Parkinson's patients." *Sensors* 21.3 (2021): 981.

УДК 004.4

С. О. Мацюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ РОЗУМНИХ МІСТ

S. O. Matsiuk

INFORMATION TECHNOLOGY PLATFORMS OF SMART CITIES

Хоча поняття «платформа» часто згадується в фахових публікаціях в контексті інформаційних системах, загальноприйнятого та точного визначення цього поняття немає. Означення платформ дуже різняться між концептуально загальним та конкретним аспектом. Автори, в роботі [1] розглядають у загальному вигляді платформи як «технологічні будівельні блоки, що забезпечують істотну функцію технологічної системи - яка діє як основа, на якій інші фірми можуть розробляти додаткові продукти, технології чи послуги». В [2] платформа розглядається, як апаратна конфігурація, операційна система, програмна основа або будь-яка інша спільна сутність, на якій працює ряд пов'язаних компонентів або служб.

Розглянемо функціональні вимоги до інформаційно-технологічних платформ, що можуть використовуватися при побудові систем розумного міста - таблиця 1.

Назва платформи	Управління даними	Час виконання програми	Управління бездротовим давачем мережі	Опрацювання даних	Доступ до зовнішніх даних	Управління послугами	Засоби розробки програмного	Визначення моделі міста
SmartSantander	+	+	+		+			
OpenIoT	+	+	+	+		+	+	
Concinnity	+	+		+	+	+	+	
Civitas	+			+		+		
Gambas	+	+			+	+		+
Scallop4SC	+			+	+			
OpenMTC	+				+	+	+	
ClouT	+	+	+		+			
Padova Smart City	+		+	+	+			
U-City	+	+		+	+	+		
Sentilo	+		+		+			
WindyGrid	+					+		
EPIC	+		+		+	+		
SMARTY	+		+	+	+	+		
CiDAP	+			+	+			+

Подамо основні вимоги, які ставляться до відповідних інформаційно-технологічних платформ:

- управління даними: включає в себе збір, зберігання, аналіз і візуалізацію даних міста;
- проаналізовані платформи використовують інструменти: реляційних баз даних, Big Data, а також інструменти, реалізовані командою розробників платформ;
- застосування Run-time: деякі платформи зосереджені на управлінні виконання своїх застосунків. Мета – полегшити розгортання та інтеграцію таких програм. Одні

платформи надають розробникам середовище для розробки своїх застосунків, інші пропонують службу застосунків, розроблених за допомогою інструментів, які надає платформа [3];

- управління WSN: аналізовані платформи мають рівні управління бездротовими сенсорами (WSN) для керування та моніторингу пристроїв, розгорнутих у місті. Платформи використовують концепцію IoT для організації та управління WSN [4];

- опрацювання даних: деякі платформи використовують специфічні компоненти опрацювання великих наборів даних і їх основна мета полягає в аналізі, перевірці, агрегації та фільтрації даних отриманих з міста. Деякі платформи здійснюють аналіз потоків даних у реальному часі;

- зовнішній доступ до даних: майже всі проаналізовані платформи мають інтерфейс для доступу зовнішніх пристроїв, а саме до даних платформи. Найбільш поширеним підходом є API, щоб дозволити доступ до даних, що генеруються в цілому. Деякі платформи використовують REST [5], інші – використовують концепції хмарних обчислень для надання даних міста як послуги, відкритої платформу даних, парадигму публікації / підписки, щоб зробити дані та послуги доступними для програм;

- управління послугами: більшість аналізованих платформ приймають сервісно-орієнтовані архітектури, в яких функціональні можливості платформи пропонуються службами;

- засоби розробки програмного забезпечення: деякі платформи надають набір інструментів для розробки та обслуговування сервісів і додатків. Для опису та реалізації додатків деякі з них створюють візуальні інтерфейси, забезпечують засоби проектування робочого процесу для визначення потоків даних або послуг та створення програм Smart City, використовують інструменти аналітики та звітності для полегшення розробки візуалізації даних та звітів, описують використання SDK створення прикладних програм для розумних міст [6];

- визначення моделі міста: деякі платформи описують модель міста для полегшення розуміння платформи та інтеграції відібраних даних.

Основні профілі функціонування інформаційно-технологічних платформ зорієнтовані на контролі та управлінні всіма етапами життєвого циклу даних у містах, які претендують на статус «розумних міст»: збір даних за допомогою бездротової сенсорної мережі; управління даними в інформаційно-технологічних платформах; опрацювання даних з активним використанням математичних моделей міста; спільне використання різнотипових та різнопрофільних даних.

Вищесказане тісно пов'язане з інформаційними технологіями.

Література:

1. Gawer, A. 2009. "Platform Dynamics and Strategies: From Products to Services," in Gawer, A. (ed.), *Platforms, Markets and Innovation*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, US: Edward Elgar, pp. 45-77.
2. Donders, K., Pauwels, C., and Loisen, J. 2014. *The Palgrave Handbook of European Media Policy*, Palgrave Macmillan.
3. Riccardo Petrolo, Valeria Loscri, and Nathalie. *Automation Test in Europe Conference Exhibition (DATE)*, 2013. 1149–1154.
4. Kenji Tei and Levent Gurgun. 2014. *ClouT: Cloud of things for empowering the citizen clout in smart cities*. In *Internet of Things (WF-IoT)*, 2014 IEEE World Forum on. IEEE, 369–370.
5. A. Elmangoush, H. Coskun, S. Wahle, and T. Magedanz. 2013. *Design aspects for a reference M2M communication platform for Smart Cities*. In *Innovations in Information Technology (IIT)*, 2013 9th International Conference on. 204–209.
6. Zaheer Khan, Ashiq Anjum, and Saad Liaquat Kiani. 2013. *Cloud Based Big Data Analytics for Smart Future Cities*. In *Utility and Cloud Computing (UCC)*, 2013 IEEE/ACM 6th International Conference on. 381–386.

УДК 004.4

С. О. Мацюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ АРХІТЕКТУРИ РОЗУМНОГО МІСТА

S. O. Matsiuk

APPROACHES TO BUILDING SMART CITY ARCHITECTURE

Створення архітектури розумних міст є популярною темою досліджень. Багато підходів ґрунтуються на розробці модульної архітектури. У модульному підході кожен рівень має свій перелік функцій, а також інтерфейси для взаємодії з вищими / нижчими рівнями. Його основною метою є надання ефективного рішення для розробки модульних послуг та програм на кожному рівні. Переваги такої архітектури – це простота і модульна конструкція, що полегшує розширення кількості послуг і подальший розвиток системи.

У роботі [1] запропонована архітектура розумного міста у вигляді піраміди із п'яти рівнів: перший – це вся інфраструктура розумного міста, включаючи природне середовище, сенсори та мережі; другий рівень є шаром зберігання даних, який містить різні бази даних і ресурси; третій рівень – це розумна система управління будівлею; четвертий рівень – інтерфейсний шар, який містить спільну платформу операцій та інтегровані вебслужби; п'ятий рівень піраміди – це інтеграція та комбінація рівнів систем. Як бачимо, ця архітектура ілюструє розвиток інтелектуальних міст, але немає конкретних технологічних наборів і взаємозв'язку рівнів. Автори роботи [2] пропонують архітектуру розумних міст побудовану із трьох областей з точки зору телекомунікацій: загальна архітектура, яка підтримує легке постачання смарт-застосунків і послуг міста; хмарні технології застосовуються до традиційного телекомунікаційного стека; віртуальні машини можуть бути надані як послуга будь-якої програми для розумних міст. У роботі [3] запропоновано архітектуру для інтелектуальних міських програм у вигляді трьох основних блоків: першим блоком для створення розумних міст є масштабна інструментальна інфраструктура міста, включаючи структурну, комунальну, транспортну та екологічну інфраструктуру з різними давачами; другим блоком є масштабне розгортання високошвидкісної мережевої інфраструктури, що полегшує мобільність, зв'язок і передачу інформації на різних рівнях, а також розподіл послуг і продуктів кінцевим користувачам; третім блоком є ефективне управління агрегованими розумними даними, що надходять з різних джерел. Інший підхід до побудови розумних міст ґрунтується на сервіс-орієнтованій інфраструктурі (SOA). SOA забезпечує платформу для взаємодії між кінцевими користувачами, сервісами розумного міста та їхніми постачальниками, шляхом збору та фільтрації даних. Перевагою архітектури SOA є її здатність адаптуватися до потреб сервісів та їхніх учасників [4].

Література:

1. Al-Hader M, Rodzi A, Sharif A R, et al. Smart city components architecture. In: Proceedings of International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation, Brno, 2009. С. 93–97.
2. Cimmino A, Pecorella T, Fantacci R, et al. The role of small cell technology in future smart city applications. Trans Emerg Telecommun Technol, 2014. – С.11–20.
3. Balakrishna C. Enabling technologies for smart city services and applications. In: Proceedings of 6th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, Paris, 2012. С. 223–227.
4. Utilizing Service Oriented Architecture (SOA) in Smart Cities / [H. Elhoseny, M. Elhoseny, S. Abdelrazek та ін.] // International Journal of Advancements in Computing Technology / [H. Elhoseny, M. Elhoseny, S. Abdelrazek та ін.], 2016. – (8; 3). – С. 77–84.

УДК 004.81; 008.2

О. С. Томашук
(Україна)

УНІКАЛЬНІСТЬ МОДЕЛІ ШТУЧНОЇ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

A. S. Tomashuk

DISTINCTIVE FEATURES OF THE ARTIFICIAL CENTRAL NERVOUS SYSTEM MODEL

1. Introduction.

Today, artificial intelligence (AI) technologies find their application, which does not depend on connections with technical sciences, in almost all disciplines. One of disciplines, which is part of the technical sciences, is one, that contains information about an autonomous system – a high level, such as, for example, a humanoid robot, the work of which can support its existence in society, knowledge. The availability of the development of this type of system suggests the possible existence, in the future, of new life that could be classified in the “animalia biological kingdom”, and, perhaps, a species, that would be similar to the species “homo sapiens”. If the assumption is correct, then the model of the artificial nervous system (NS), both central (CNS, ICNS) and peripheral, which was formed, initially, by computer technology methods, can become a model for simulating the life of current and future species.

Unfortunately, the models, that are used, today, do not allow the development of such a system, that could be assigned to a separate rank of hierarchical classification in biological systematics, and could be described as “artificial”, AI. However, using knowledge from the fields of biology and medicine, it becomes possible to form the following assumption, of course, not without ethics in relation to religious views.

In this work, in brief form, there is a comparison of a model, that is formed according to the knowledge of technical sciences, AI and one, that describes the work of the CNS of a living organism, such as a human.

2. Main part.

2.1. Materials and methods.

Two models are submitted for comparison: the “standard” AI model and the ICNS model; and, accordingly, the first is formed on the basis of knowledge from the field of information technology, and the second describes the structure and operation of the CNS of a living organism, such as a human.

2.2. Results.

For comparison, the following features were identified: the complexity of the design, which includes the development of the system; system capabilities; efficiency in the use of resources by the system to maintain its performance; perception of the system by a living organism.

According to the first feature, both systems are difficult to develop; however, there is another problem for the formation of the ICNS model – the lack of information regarding a structure and an operation of the NS.

According to the second – productivity and quality of work will be higher for the “standard” AI model.

According to the third – the “standard” AI model has an advantage.

According to the fourth – there is a high probability, that humanity is not ready to accept and maintain a relationship between itself and a new “artificial” object, which, in some cases, is described as a fear of the possible dominance of AI over them [1]; the ICNS model

has the advantage of being endowed with “humanity” – feelings, empathy, the possibility of getting sick, etc.

3. Conclusions.

The “standard” AI model is formed and works, bypassing, some, of the laws of the work of the NS, which is a clear advantage of the ICNS model, if, for the system, the requirement asks for work that can be assessed as “high intelligence”. Intellectual abilities are burdened not only by the quality of work, but also, for example, by maintaining homeostasis – including spontaneous rest in order to save energy. ICNS can be assessed for a highly intelligent system not only because it is capable of self-development and has an instinct for self-preservation, but also because, such a system is not static in the external environment; every “detail” allows, such a system, to develop – to know the world, feel, empathize, believe, get sick, etc. The complexity of developing, such a system, and the lack of information for its development, do not allow us to fully form an ICNS model and implement it on practice, today, although work on this continues, including the author [2-4]. Also, do not forget, that due to the fact, that such a system is artificial, like a program, it will still have some non-real relationships with the real world – due to the absence of such a phenomenon as “telepathy” (or, "sixth sense") (for example, [5]), such, how two brains, that are located at a distant distance from each other, are able to exchange information in order to transmit messages, for example, about help. If such a phenomenon can be defined and described, and, as a result, it can be modeled and implemented in practice, then, yet, the idea of the possibility, in the future, of the existence of another species is possible.

Resources

1. Tkachenko T. Neyrokhirirh Henri Marsh: Chy Spravdi Shtuchnyy Intelekt ye Zahrozoyu Lyudstvu? / T. Tkachenko // NeyroNEWS. Psykhonevrolohiya ta neyropsykhiatriya. Khvoroby pokhyloho i starechoho viku. – 2020. – № 1. – 64-65 s.
2. Tomashuk A. S. Can the Use of an Artificial Central Nervous System Model Lead to the Exclusion of the Work of Astronauts? / A. S. Tomashuk // Materialy XVI Mizhnarodnoyi naukovy-tekhnichnoyi konferentsiyi «AVIA-2023». – 2023. – 15-18 pp.
3. Tomashuk A. S. Information for a Forming a Model Artificial Intelligence, Which Describes the Work of the Human Central Nervous System / A. S. Tomashuk // Colloquium-journal. – 2022. – Vol. 17. – Is. 140. – 30-45 pp.
4. Tomashuk A. S. Some Information about a Structure of Parts of the Central Nervous System / A. S. Tomashuk // Colloquium-journal. – 2023. – Vol. 27. – Is. 186. – 44-72 pp.
5. Hosseini E. Brain-to-Brain Communication: the Possible Role of Brain Electromagnetic Fields (As a Potential Hypothesis) / E. Hosseini // Heliyon. – 2021. – Vol. 7. – Is. 3. – e06363.

УДК 004.4

М. І. Зайченко, К. Б. Швирло

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТОМ ДЛЯ
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЛАНУВАННЯ ЧАСУ ТА УПРАВЛІННЯ
ЗАДАЧАМИ**

M. Zaichenko, K. Shvyrlo

**RESEARCH OF MODELS AND METHODS OF IT PROJECT
MANAGEMENT TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF TIME PLANNING AND
TASK MANAGEMENT**

У світі, де інформаційні технології стрімко розвиваються, виникає неухильна необхідність у вдосконаленні методів управління ІТ-проектами. Це особливо актуально, враховуючи, що управління проектами не просто спрямовує технічні аспекти розробки, але й формує стратегічну основу для досягнення довгострокових бізнес-цілей. Ефективність у цій сфері може мати рішучий вплив на загальний успіх організації, від її конкурентоспроможності на ринку до здатності інноваційно реагувати на зміни у вимогах і технологіях.

З огляду на широке розмаїття методологій, від Agile до Waterfall, а також на популярність гнучких методів управління, як-от Scrum і Kanban, важливо розуміння того, як ці різні підходи можуть бути адаптовані та інтегровані для забезпечення оптимального управління великими проектними командами. Особлива увага в дослідженні приділена фреймворку Nexus, що є одним із варіантів масштабування Scrum, та його потенціалу у підвищенні продуктивності та ефективності управління великими ІТ-проектами. Аналіз базується на глибокому теоретичному дослідженні та практичному застосуванні у реальних умовах, що дозволяє виявити ключові параметри успіху та потенційні труднощі, пов'язані з впровадженням цих методологій у складних проектних середовищах.

Дослідження було здійснене в середовищі команди з 50 спеціалістів, що працювали над масштабним ІТ-проектом з розробки та підтримки веб-додатку. На початковому етапі проекту було застосовано Scrum-методологію, однак зі зростанням масштабу проекту та команди, виникла потреба в більш комплексній системі управління, що призвело до вибору Nexus як інструменту масштабування Scrum. Основною метою було вивчити, як перехід від Scrum до Nexus впливає на ефективність управління проектом, координацію командної роботи, та загальну продуктивність проекту. Приклад схеми взаємодії команди при такому переході відображено на рисунку 1.

Початковий аналіз проводився для оцінки ефективності Scrum-методології у даній команді, що включав оцінку часу на виконання задач, рівень задоволеності команди, та якість комунікації між членами команди. Після встановлення базових показників, було здійснено перехід до Nexus. Цей процес включав розробку інтеграційних механізмів, адаптацію ролей Scrum у контексті Nexus, та структурування багаторівневої системи спринтів. Протягом усього періоду впровадження Nexus здійснювався постійний моніторинг ключових показників ефективності: час виконання задач, рівень вирішення проблем, адаптивність до змін у проекті, та рівень задоволеності команди. Дані збиралися через опитування, інтерв'ю з членами команди, аналіз робочих документів та звітів про спринти. Особлива увага приділялася аналізу змін у координації командної роботи та ефективності виконання проектних завдань.

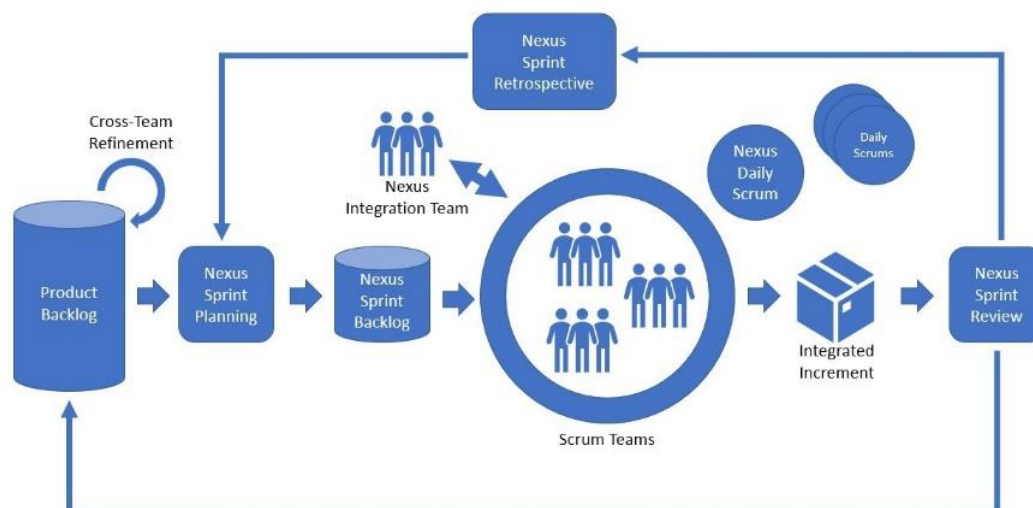


Рисунок 1. Схема роботи та взаємодії великої команди в разі застосуванні NEXUS-фреймворку для Scrum-команд

В таблиці 1 проілюстроване значне покращення в різних аспектах проєктного менеджменту, таких як скорочення часу на виконання задач, підвищення задоволеності команди, зниження кількості помилок, збільшення кількості успішно завершених спринтів, скорочення тривалості спринтів, підвищення відсотка задач, завершених вчасно, підвищення рівня участі команди у плануванні, збільшення кількості ініціатив з покращення процесів.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз показників ефективності проєкту перед та після впровадження Nexus

Показник	Scrum (до впровадження Nexus)	Nexus (після впровадження)
Середній час виконання задач (дні)	5,5	3,5
Рівень задоволеності команди (шкала 1-10)	6,5	8,2
Середня кількість виявлених помилок на етапі тестування	28	17
Процент успішно завершених спринтів	70%	90%
Тривалість спринту	12	10
Відсоток задач, завершених вчасно	64%	86%
Рівень участі команди у плануванні (шкала 1-10)	5	8

Результати показали, що впровадження нової розробленої моделі на основі Nexus значно покращило управління великими командами та сприяло підвищенню загальної продуктивності проєкту. Було відзначено покращення у координації роботи між підкомандами, ефективнішу розподіл задач, та швидшу адаптацію до змін у проєкті.

Література

1. Nexus Guide: Посібник із застосування Nexus. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://s3.amazonaws.com/scrumorg-website-prod/drupal/2017-03/NexusGuide-v1.1%20-%20Ukrainian%20nfv3.pdf>
2. Schwaber K., Sutherland J. Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. Scrumguides.org. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>

УДК 681.5

А. І. Маліновський, В. Р. Медвідь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРА: ОСОБЛИВОСТІ ТА АСПЕКТИ

A. I. Malinovskyi, V. R. Medvid

DEVELOPMENT OF A CONTROLLER OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM BASED ON A MICROPROCESSOR: FEATURES AND ASPECTS

Для розробки контролерів автоматизованих систем керування здебільшого використовують мікропроцесори, що інтегровані в систему на кристалі (SoC) (рис. 1). Це дозволяє зменшити габарити і збільшити функціональні можливості системи. До складу SoC зазвичай також входять компоненти, що забезпечують інтерфейси пам'яті, пристрої та інтерфейси введення/виведення, а також вторинні інтерфейси зберігання та графічний процесор (GPU) – усе на одному мікрочіпі.

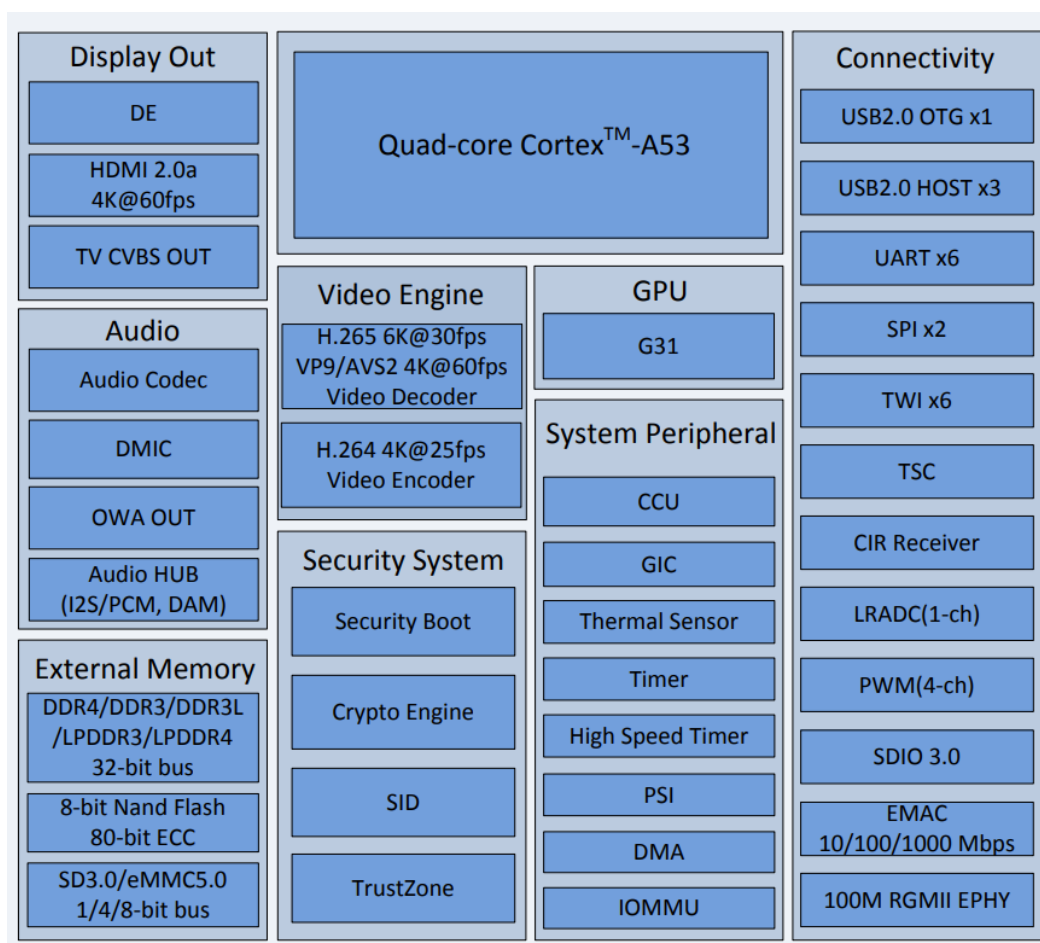


Рисунок 1. Блок схема мікропроцесорної системи Allwinner H616

Використання сучасних мікропроцесорних систем вимагає уважного врахування ряду особливостей під час проектування контролерів на їхній основі. Адже, із зростанням продуктивності і швидкості роботи зростає і кількість аспектів, які потрібно врахувати, порівняно з системами, що працюють на основі мікроконтролерів.

Під час проектування контролера для автоматизованих систем керування на основі сучасних мікропроцесорів необхідно враховувати наступне:

Оптимізацію тепловідведення: розробка ефективної системи тепловідведення для запобігання перегріву та забезпечення стабільної температури роботи контролера. Більшість потужних процесорів необхідно забезпечити радіаторами для відведення тепла, щоб уникнути перегрівання, адже без них процесор може нагріватися до 90°C, а це зменшує його продуктивність.

Забезпечення стабільного живлення: важливо враховувати, що, переважно, зі збільшенням продуктивності процесора зростає його енергоспоживання, тому необхідно забезпечити стабільне живлення для надійної роботи системи навіть при максимальному навантаженні та під час запуску контролера, коли струм споживання найбільший.

Підвищення вимог до компонування друкованих плат: із збільшенням продуктивності постає завдання забезпечити коректну роботу компонентів контролера на високих частотах. Чим більша частота обміну даними, тим більше уваги необхідно приділяти узгодженню сигналів та мінімізації впливу завад. Виходячи з цих вимог, збільшується складність конструкції друкованих плат, коли чотири і більше шарів для них є нормою.

Вибір типу і об'єму оперативної пам'яті: на відміну від мікроконтролерів, мікропроцесорам необхідна зовнішня оперативна пам'ять для забезпечення їхньої роботи. В залежності від складності поставлених задач, можна вибрати необхідну кількість пам'яті і її тип. Чим складніша задача, тим більше потрібно пам'яті. Тип пам'яті також важливий, при роботі в мобільних пристроях краще використовувати пам'ять типу LPDDR, адже вона споживає менше енергії, ніж DDR. Кожна SoC має обмеження за максимальним об'ємом оперативної пам'яті та кількості типів, яку вона підтримує, тому потрібно це враховувати під час розробки контролера. Можна передбачити під час розробки можливість зміни об'єму оперативної пам'яті шляхом зміни чіпів пам'яті, не змінюючи друковану плату, якщо залишається незмінним тип і форм-фактор корпусу.

Вибір типу постійної пам'яті: програма та основні дані зберігаються в енергонезалежній пам'яті, саме за допомогою неї відбувається запуск контролера. В якості накопичувача можна використовувати як SD карту, так і EMMC флеш-пам'ять. В залежності від вимог до контролера потрібно вибирати між ними. EMMC флеш-пам'ять є дорожчим і надійнішим варіантом, адже вона монтується на друковану плату і забезпечує швидший обмін даними, ніж SD карта. Використовуючи SD карту, можна збільшити гнучкість використання виробу (легко можна змінювати об'єм пам'яті та носії) і здешевити його виготовлення.

Література

1. Allwinner H616 документація [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://linux-sunxi.org/images/b/b9/H616_Datasheet_V1.0_cleaned.pdf. Дата доступу 19.11.2023.
2. Різниця між LPDDR3 і DDR3 типами пам'яті [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.winbond.com/hq/product/mobile-dram/low-power-ddr3-sdram/?__locale=en#:~:text=Why%20Is%20LPDDR3%20Different%3F,consumes%20several%20times%20more%20power. Дата доступу 19.11.2023.
3. Заздалегідь плануйте успішний дизайн друкованої плати на базі SoC [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.pcbway.com/blog/Engineering_Technical/Plan_Ahead_For_A_Successful_SoC_Based_PCB_Design.html. Дата доступу 19.11.2023.

УДК: 517:[004.65:004.738.5]

О. О. Базиль, канд.. фіз.-мат. наук, ст. викл., О. А. Шовкопляс канд.. фіз.-мат. наук, ст. викл.

(Сумський державний університет, Україна)

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ ІНТЕРНЕТ-ДЖЕРЕЛ

**О. О. Bazyl, Ph.D, Senior Teacher, O. A. Shovkoplias, Ph.D, Senior Teacher
EXPERT SYSTEMS FOR DATA ANALYSIS OF INTERNET SOURCES**

У наш час експоненціальне зростання цифрової інформації спричиняє гостру потребу в складних методах аналізу даних в Інтернеті. Із швидким поширенням онлайн-контенту та диверсифікацією форматів даних традиційні ручні підходи стали недостатніми та неефективними для обробки величезних обсягів доступної інформації. Отже, використання експертних систем для аналізу даних Інтернету стало однією з пріоритетних галузей досліджень та розробок. Цей підхід стає все більш важливим для забезпечення ефективного та точного отримання, інтерпретації та використання величезної кількості цифрової інформації, доступної на різних онлайн-платформах.

Експертні системи для аналізу даних в Інтернеті належать до спеціалізованих програмних додатків, призначених для імітації здатності людини-експерта приймати рішення у конкретній галузі. Ці системи поєднують передові алгоритми, методи машинного навчання та бази знань для конкретної предметної галузі для обробки та інтерпретації різних джерел даних, доступних в Інтернеті. Структурно ці системи включають базу знань, механізм виведення та інтерфейс користувача, що дозволяє ефективно отримувати, аналізувати і представляти дані. База знань включає сховище інформації, правил і евристик, специфічних для предметної області, а механізм виведення використовує механізми міркування для обробки та інтерпретації даних способом, близьким до людського пізнання.

У сфері експертних систем для аналізу даних Інтернету виникли різні категорії, кожна з яких відповідає конкретним типам даних та аналітичним вимогам. Наприклад, розроблені системи Lexalytics та IBM Watson призначені для вимірювання та інтерпретації суспільних настроїв на основі соціальних мереж та онлайн-платформ. Аналогічно, в області веб-аналітики такі інструменти, як Google Analytics та Adobe Analytics, відіграють важливу роль у забезпеченні розуміння поведінки користувачів та продуктивності веб-сайту. Причому вибір конкретної системи залежить від вимог користувача до корпоративної аналітики, фінансових можливостей, наявності інтеграції з іншими програмами.

Розробка та впровадження експертних систем для аналізу даних в Інтернеті значно підвищили ефективність та результативність процесів прийняття рішень на основі даних у різних галузях. Ці системи продемонстрували здатність обробляти величезні обсяги цифрової інформації, отримувати значну інформацію та полегшувати прийняття обґрунтованих рішень у режимі реального часу. Очікується, що завдяки постійному розвитку штучного інтелекту та машинного навчання можливості експертних систем і надалі розширюватимуться, задовольняючи дедалі більш складні вимоги до аналізу даних у просторі Інтернету, що постійно змінюється. В результаті їх подальший розвиток та інтеграція мають вирішальне значення для використання всього потенціалу великої цифрової екосистеми та вирішення проблем, пов'язаних із зростаючим обсягом та різноманітністю онлайн-даних.

УДК 004.45+004.94

А. В. Сербенюк, О. С. Куроп'ятник, к. т. н., доц.

(Український державний університет науки і технологій, Україна)

ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ФОРМАЛЬНИХ ГРАМАТИК

A. V. Serbeniuk, O. S. Kuropiatnyk, Ph. D., Assoc. Prof.

TRAFFIC SHAPING BY USING FORMAL GRAMMAR

В сучасному світі важко уявити функціонування суспільства без мережі Інтернет. Її використання дозволяє вирішувати безліч проблем. Тому, забезпечення працездатності мережі Інтернет та її складових є важливим завданням. Це включає в себе безліч дій: від перевірки фізичної справності компонентів та тестування систем на вразливість до атак та нестандартного Інтернет-трафіку, до простої перевірки наявності з'єднання з мережею.

Для тестування трафіку існує чимало інструментів, які можуть його формувати. Здебільшого для їх використання користувачам надається графічний або консольний інтерфейс із фіксованим набором функцій, та способи використання програми обмежені тим, що в ньому надається. У випадку, коли наданого функціоналу недостатньо, виникає питання розширення функціоналу або пошуку альтернативних засобів.

Великим обмеженням в цьому питанні є те, що людина не завжди може точно сформулювати та передати вимоги до генерованого трафіку для програми, яка це робить. Проблема опису і передачі вимог між людьми вирішується засобами природної мови, тому пропонується рішення цієї проблеми з використанням деякої формальної мови і для представлення трафіку програмі-генератору. Такий спосіб повинен дозволити користувачу описувати вимоги до трафіку точніше та зручніше. Для опису такої мови та подальшої її автоматизованої обробки доцільним є використання формальних граматики автоматного типу.

Щоб надати таку ступінь гнучкості опису трафіку, повинна бути можливість доступу до багатьох рівнів моделі OSI. Механізми опису для будь якого рівня або протоколу може бути той же — у вигляді деякого об'єкту зі значеннями. Наприклад, може бути як об'єкт для опису базового мережевого пакету протоколу TCP, так і об'єкт для опису всього потоку пакетів у транзакціях протоколу HTTP.

Судячи із цього, синтаксис граматики, що описуватиме цю мову, повинен надавати можливість оголошення цих об'єктів, присвоєння значення їм та їхнім складовим частинам, доступ до їхніх складових частин. Крім того, ці об'єкти можуть мати власний функціонал, тому потрібно передбачити можливість доступу до нього. Тобто, синтаксис повинен надавати можливість виклику функцій, передачі їм аргументів. Прикладом використання подібних функцій може бути доступ до елементів об'єктів, які були створені або підраховані безпосередньо в процесі обробки вхідного тексту, як розмір деяких об'єктів, кількість пакетів у них, тощо.

Грамматика повинна описувати базові синтаксичні елементи мови, а безпосередньо функціонал буде вибудовуватись на її основі. Функціонал представлення трафіку буде надаватись у вигляді типів даних, які описують його або його складові. Наприклад, тип для представлення TCP пакету. Така грамматика описується четвіркою $G = \langle T, N, A, P \rangle$, де T – множина терміналів, що описує компоненти пакетів та команди, N – множина не терміналів, які використовуються як допоміжні елементи при формуванні ланцюжку-опису пакету, $A \in N$ – початковий символ (аксіома), P – множина правил продукції. Наведемо приклади елементів множини правил, де всі лексеми, що пишуться з великої букви, позначають нетермінали, символ « $\langle \rangle$ » – варіативність підстановки:

$A \rightarrow \text{Line}|\text{LineA}$,
 $\text{Line} \rightarrow \text{Command}|\text{CommandComment}$
 $\text{Command} \rightarrow \text{Declaration}|\text{Assignment}|\text{Access}$
 $\text{Declaration} \rightarrow \text{Type Var}|\text{Type Var Assignment}$

Оскільки мережевих протоколів та способів їх використання багато, то варто врахувати можливість розширення функціоналу програми за рахунок додаткових модулів та бібліотек.

В якості програмної реалізації формування трафіку на основі формальних граматик пропонується консольний додаток мовою C++, розробка якого триває. Розробка орієнтована на UNIX-подібні операційні системи.

Додаток отримуватиме вхідний текст для обробки із стандартного вхідного потоку, що дозволяє інтегрувати його в механізм конвеєрів UNIX-подібних операційних систем та надає свободу в способі безпосередньо передачі тексту в програму, від ручного введення, до зчитування із файлу, або обробки виведення іншого додатку.

Очікуваним результатом виконання програми є обробка вхідного тексту та команд із нього, тому вихідними даними додатку є індикація успішності обробки тексту. Формування описаного трафіку ініціюватиметься командою у вхідному тексті.

Додаток працює зі спроектованою граматикою. Синтаксис цієї граматики підтримує операції оголошення змінних деякого статичного типу, присвоєння значень, доступ до елементів змінних, виклику функцій. Вбудовані типи складаються із цілого числа, рядка тексту, та адреси протоколу IPv4. Типи для представлення трафіку оформлюватимуться у вигляді окремих модулів, які завантажуватимуться додатково. В межах даної розробки, буде розроблено типи для представлення протоколу TCP.

Для забезпечення гнучкості пропонується система плагінів. Плагін – це динамічна бібліотека із розширенням «.so», що містить інформацію про типи даних, які можуть використовуватись основним додатком. Це дозволяє розширювати функціонал додатку без внесення змін в нього самого, що також дозволяє уникати його рекомпіляції при цьому. Для підключення плагіну достатньо помістити його в директорію, де програма зможе його знайти. Шлях до директорії буде задаватись за допомогою змінної оточення, яку, за бажання, користувач також може змінити.

Результатом підвантаження плагіну є доступність нових типів представлення трафіку в мові, якими користувач може негайно ж користуватись. Відсутність сталого програмного інтерфейсу для представлення трафіку дозволяє уникнути необхідності його розширення,

Таким чином, перевагами додатку, що розробляється, є:

- більш природний спосіб опису складових трафіку за рахунок використання для цього граматики;
- простота автоматизації, що досягається завдяки сумісності і відповідності стандартам консольних додатків UNIX-подібних операційних систем;
- можливість розширення існуючого функціоналу за рахунок системи плагінів.

Основними напрямками для подальшої роботи є додавання підтримки різноманітних мережевих протоколів. Наявність функціоналу, відповідного аналогам, дозволить провести їх пряме порівняння.

У підсумку можна дійти висновку, що подібна розробка може бути корисною для представлення широкого спектру видів мережевого трафіку. Навіть якщо деякий вид трафіку не має готової імплементації, щоб його представити, її можна розробити та інтегрувати в існуючий програмний каркас, а текстове представлення трафіку значно полегшує доступність нового функціоналу користувачам, адже не потрібно додавати нові елементи інтерфейсу.

УДК. 681.5

Ю. Б. Апостол; П. І. Довгань; А. Т. Яворський; Р. Б. Трємбач, к.т.н, доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕЗЕРВУАРНИМИ ПАРКАМИ

Yu. B. Apostle; P. I. Dovgan; A. T. Yavorskyi; R. B. Trembach, Ph.D., associate Professor

AUTOMATED RESERVOIR PARK MANAGEMENT SYSTEM

Сучасний стан розвитку систем автоматизації характеризується широким впровадженням мікропроцесорних засобів автоматизації: інтелектуальних датчиків, пристроїв керування, функціональних блоків, засобів відображення інформації, операторних панелей і ін.

Особливе місце в цьому переліку займають промислові мікропроцесорні контролери. Це пояснюється високою надійністю, відносною простотою програмування та експлуатації, розширенням функціональних можливостей систем керування. Ефективному застосуванню контролерів сприяє можливість використання декількох типів центральних процесорів різної продуктивності, наявність широкої гамми модулів вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів, функціональних модулів і комунікаційних процесорів.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи управління резервуарними парками для управління резервуарами на базі програмованого логічного контролера S7 – 300 в Simatic STEP – 7.

Для управління резервуарними парками була розроблена система управління для 8-ох резервуарів. Дана схема складається з ПЛК SIMATIC S7-300 [1,2] і під'єднаних до нього станцій ET 200M. На рис.1 зображено станцію SIMATIC S7-300, яка через мережу PROFIBUS DP з'єднується з 8-ма станціями вводу-виводу ET 200M, через які здійснюється збір даних необхідних для здійснення контролю резервуарними парками.

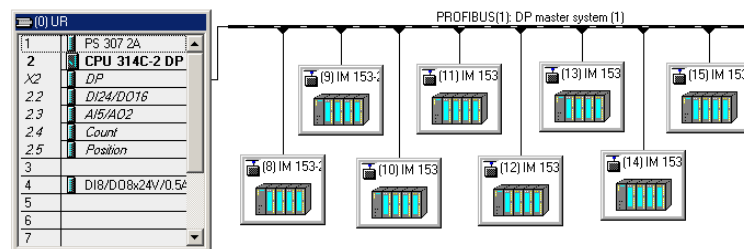


Рисунок 1. Схема автоматизованої системи управління резервуарними парками

Відповідно кожна станція має свій номер в адресному просторі PROFIBUS DP. Перша має адресу 8, а остання 15. До кожної з станцій ET 200M підключається прилад для вимірювання рівня SITRANS Probe LU або SITRANS LR200, який настраюється через протокол HART. Також при необхідності можливе підключення датчика температури. Керування двигунами насосів для перекачування нафти здійснюється через цифрові виходи ПЛК SIMATIC S7-300.

Література

1. SIMATIC S7-300 Режим доступу: - http://tekhar.com/Programma/Siemens/Simatic/Controllers/PDF_all/03_S7-300_r.pdf
2. Програмовані контролери SIMATIC S7-300. Режим доступу: - http://triada.com.ua/files/siemens/05_S7-300_2010_r.pdf

УДК 004.415.2.043

І. І. Бородій

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ АГРЕГОВАНИХ НАДВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ

I. I. Borodii

CHOICE OF TECHNOLOGY FOR THE DESIGN OF A SOFTWARE SYSTEM FOR THE FORMATION OF AGGREGATED BIG DATA ARRAYS

Сучасні підприємства оперують надвеликими масивами даних (Big Data), які можуть вимірюватись петабайтами або навіть ексабайтами. Ці дані необхідні для відображення числових значень у агрегованому вигляді для виконання математичних операцій. Наприклад, для підприємства галузі сфери продажів важливими є такі агреговані дані як прибуток, кількість транзакцій або унікальних клієнтів в будь-якому часовому або іншому розрізі. Аналогічно, представлення даних в агрегованому вигляді допомагає компаніям спрогнозувати майбутній розвиток, приймати релевантні бізнес-рішення та контролювати фінансові показники.

Створення швидкої, надійної та стійкої до помилок програмної системи, що виконує збір, обробку та завантаження надвеликих об'ємів даних з подальшим їх агрегуванням є актуальною та важливою проблемою в сучасному світі. Перед розробкою програмної системи потрібно виконати етап проєктування, щоб обрати найбільш оптимізовані та релевантні технології для реалізації та розробити відповідну архітектуру системи.

Для створення програмної системи, що містить агреговані дані, використовують технології сховищ даних, які отримують дані з різноманітних джерел, що можуть зберігатися в абсолютно різних системах управління базами даних (СУБД). Міграція даних з однієї бази даних в іншу називається процесом вилучення, трансформації та завантаження даних ETL (Extract, Transform, Loading). ETL дозволяє інтегрувати дані з різних джерел в одному місці, щоб їх можна було обробляти, аналізувати та ділитися із зацікавленими сторонами [6]. Процес ETL повинен виконуватись періодично з метою забезпечення актуалізації даних.

Фахівці, що виконують задачі обробки та аналізу даних повинні мати доступ до усієї необхідної інформації та використовувати відповідні засоби для її відображення. Технології бізнес-інтелекту, сховищ даних та процесу ETL є спрямовані на вирішення цих проблем [1].

Процес збору, трансформації та завантаження надвеликих масивів даних в агреговане сховище даних може бути реалізований мовою програмування Python. Зокрема, Python є безкоштовною мовою програмування з читабельним синтаксисом, містить код з відкритим доступом, а також надає можливість працювати з різноманітною кількістю бібліотек. Однією з таких бібліотек є PySpark, яка є рішенням для інтегрування Apache Spark в Python [3]. Spark дозволяє здійснювати реалізацію задач, які оперують надвеликими масивами даних і вимагають великої швидкості обробки даних [2].

Для побудови програмної системи агрегованих даних пропонується використати СУБД Apache Hive, яка оптимізована для аналізу надвеликих масивів даних. Можливості Apache Hive дозволяють аналізувати, перезаписувати та обробляти петабайти даних за допомогою унікальної структурованої мови запитів HiveQL, яка по суті є формою реалізації SQL. Важливо зазначити, що Hive - це нереляційна СУБД, що дозволяє організувати дані в схожі таблиці на основі їх об'єму. Ці таблиці

складаються з окремих секцій (partitions), що дозволяє розділити таблиці на різні частини на основі інформації про дані. Ці секції можна розділити за допомогою процесу, який називається групування (bucketing). Цей процес розбиває дані з метою прискорення запитів до них [5]. Після виконання процесу ETL і завантаження даних в СУБД Hive, потрібно застосувати механізм представлення агрегованих даних. Для виконання HiveQL запитів релевантним рішенням буде використання системи запитів Trino. Це система розподілених SQL запитів, призначена для виконання запитів до надвеликих масивів даних, розподілених по одному чи кількох різнорідних джерелах даних [4]. Trino забезпечує обробку даних, що містять різноманітні формати файлів даних, використовуючи Hive. Використання Trino буде найефективнішим рішенням при проектуванні програмної системи.

Для відображення агрегованих даних у читабельному та зручному для користувача вигляді, доцільно використовувати спеціалізовані засоби візуалізації даних. Одним з таких засобів є Microsoft Power BI, який запропоновано використовувати для проектування програмної системи. Використовуючи Power BI, будуть розроблені SQL запити, які виконуватимуть агрегування даних з використанням системи запитів Trino.

Література

1. Бородій, І. І., Парамуд, Я. С., Сав'як, В. В. Принципи побудови програмної системи формування агрегованих даних. / Бородій, І. І., Парамуд, Я. С., Сав'як, В. В // Вісник Національного університету Львівська політехніка. Комп'ютерні системи та мережі. 2018. (905). С. 25-32.
2. Горішня К. О. Аналіз вискоєфективних кластерів для обробки великих даних / К. О. Горішня // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 27-го Міжнар. молодіж. форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 5. – С. 29–30.
3. Мінухін С. В. Дослідження продуктивності кластера Apache Spark на платформі Azure для методів машинного навчання. / Мінухін С. В. // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 1(63). С. 81-88.
4. Trino 433 Documentation [Electronic resource] / trino – Access mode: <https://trino.io/docs/current/overview.html>
5. What Is Apache Hive? [Electronic resource] / Alex Williams – Access mode: <https://builtin.com/data-science/apache-hive>
6. What is ETL? (Extract, Transform, Load) Methodology & Use cases [Electronic resource] / Haziqa Sajid – Access mode: <https://www.unite.ai/what-is-etl-methodology-and-use-cases>

УДК 004.03

Л. В. Волинець, Н. А. Гарматюк, В. А. Готович к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВЕЛИКІ ЗА ОБСЯГОМ НАБОРИ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ ТА МАШИННЕ НАВЧАННЯ

L. V. Volynets, N. A. Harmatiuk, V. A. Hotovych Ph.D.

BIG BIOMEDICAL DATA SETS AND MACHINE LEARNING

На даний час великі за обсягом набори та колекції медичних даних продукуються різними за своєю природою способами. При цьому активно використовуються засоби візуалізації, які досягли значного прогресу, прискоривши процеси формування, зберігання та опрацювання біомедичних зображень. Експоненційне зростання обсягів даних формує потребу розроблення нових методів аналітичного опрацювання великих даних, що базуються на методах машинного навчання та штучного інтелекту.

Великі за обсягом дані характеризуються різноманітністю, обсягом, і швидкістю, достовірністю, цілісністю тощо. У сфері охорони здоров'я, набори та колекції даних отримані від постачальників медичних послуг, здебільшого містять пов'язані з лікуванням пацієнтів дані [1] (див. рис. 1).



Рисунок 1. Класифікація джерел великих за обсягом медичних даних

Розвиток інформаційних і комунікаційних технологій призвів до збільшення обсягів збирання медичних даних за допомогою автоматизованих інформаційних джерел, зокрема, медичних приладів, високопродуктивних пристроїв потокового спостереження та сенсорного IoT-обладнання. Зібрані великі за обсягом набори та колекції медичних даних використовуються для різнотипових задач, у тому числі для пошуку ліків, діагностування, прогнозування процесів перебігу та уточнення медичних діагнозів тощо. При цьому вони відіграють ключову роль [2] у наукових дослідженнях в галузі охорони здоров'я, зокрема, при спостереженні соціальних комунікацій пацієнтів, управлінні та плануванні медичних послуг, медичній промисловості тощо. Значна частина великих з обсягом медичних даних формується на основі зображень, що отримані за допомогою ехографії, комп'ютерної томографії, МРТ, Мамографії, і

т. п. Тому, зважаючи на експоненційні обсяги зростання наборів та колекцій медичних даних, формується потреба розробки швидкого та ефективних засобів аналітичного опрацювання біомедичних зображень [3]. Адже на основі виконаної належним чином класифікації зображень, можна досягти кращої діагностики захворювань.

Класифікаційні алгоритми можуть бути адаптовані до груп біомедичних зображень. Тому, класифікація є одним з ключових етапів у схемах біомедичних досліджень [4]. Машинне навчання – це набір методів штучного інтелекту, який формує здатність інформаційних-систем знаходити власні вирішення задач шляхом виявлення закономірностей у наборах даних. Алгоритми машинного навчання дають інформаційним-системам змогу виявляти закономірності та здійснювати класифікацію наявного набору даних та допомагають у процесах прийняття рішень. При використанні методів машинного навчання видобуті знання продукуються на основі сформованого досвіду інформаційних систем, а математичні та статистичні моделі використовуються для навчання на наборах даних.

Впродовж останнього періоду часу відбулося суттєве вдосконалення методів машинного навчання та глибинного навчання для класифікації біомедичних зображень [5]. На даний час існує два основних підходи до впровадження методів машинного навчання – це символний та субсимвольний [6]. Процеси використовуються для організації баз даних та знань біомедичних зображень для предіагностики різнотипових захворювань та при проведенні різноманітних досліджень. Автор [7] запропонував метод самонавчання програмно-алгоритмічних засобів на основі перемаркування. Для управління медичними даними було виділено множини ознак з вищими показниками результатів класифікації. Відповідно до експертних знань предметної області, надійні немарковані дані медичних записів були відібрані для розширення навчальної вибірки. Потім продуктивність класифікатора з трьома моделями навчання була оптимізована за допомогою керованої моделі навчання для формування трьох основних класів.

На даний час, великі за обсягом набори та колекції медичних даних, відіграють ключову роль при оперативному реагуванні на спалахи інфекційних захворювань, тому в процесі подальших досліджень доцільно провести розширений аналіз методів та засобів класифікації біомедичних зображень.

Література

1. Tchito Tchanga, C., Mih, T. A., Tchagna Kouanou, A., Fozin Fonzin, T., Kuetche Fogang, P., Mezatio, B. A., & Tchiotsop, D. (2021). Biomedical image classification in a big data architecture using machine learning algorithms. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021, 1-11.
2. Lopez, D., & Durai, M. A. (Eds.). (2017). *HCI Challenges and Privacy Preservation in Big Data Security*. IGI Global.
3. Belle, A., Thiagarajan, R., Soroushmehr, S. M., Navidi, F., Beard, D. A., & Najarian, K. (2015). Big data analytics in healthcare. *BioMed research international*, 2015.
4. Reddy, C. K., & Sun, J. (2013). Big data analytics for healthcare. In *Tutorial presentation at the SIAM International Conference on Data Mining, Austin, TX. achc.org.co* (Vol. 4).
5. Pitropakis, N., Panaousis, E., Giannetsos, T., Anastasiadis, E., & Loukas, G. (2019). A taxonomy and survey of attacks against machine learning. *Computer Science Review*, 34, 100199.
6. Kouanou, A. T., Tchiotsop, D., Kengne, R., Zephirin, D. T., Armele, N. M. A., & Tchinda, R. (2018). An optimal big data workflow for biomedical image analysis. *Informatics in Medicine Unlocked*, 11, 68-74.
7. Wang, L., Qian, Q., Zhang, Q., Wang, J., Cheng, W., & Yan, W. (2022). Classification model on big data in medical diagnosis based on semi-supervised learning. *The Computer Journal*, 65(2), 177-191.

УДК 681.5

Р. П. Вархоляк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

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

Одним з важливих напрямків розвитку промисловості є впровадження сучасних систем автоматизації, які дозволяють контролювати та регулювати різні параметри виробництва, такі як тиск, температура, рівень, тощо. Ці системи часто зазнають помилок або збоїв через недостатню точність вторинних вимірювальних приладів, неправильну настройку параметрів, зовнішні перешкоди.

Велику роль в цьому процесі відіграють аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Технологічні процеси на сучасних підприємствах вимагають високої точності АЦП, оскільки це впливає на якість продукції, безпеку персоналу та енергоефективність.

Метою роботи є створення АЦП, який має високу швидкодію, низький рівень шуму, мале споживання енергії та широкий динамічний діапазон, використовуючи сучасні методи та алгоритми (динамічне подання, цифрова обробка для компенсації помилок АЦП).

Точність АЦП залежить від багатьох факторів, таких як роздільна здатність (кількість біт, які використовуються для кодування сигналу), швидкодія (частота дискретизації, кількості вимірювань сигналу за одиницю часу), лінійність (ступінь відповідності між аналоговим та цифровим сигналами), диференціальна та інтегральна нелінійність, помилка нуля, помилка коефіцієнта масштабування, температурна стабільність.

При розробці АЦП для таких систем потрібно передбачити і врахувати такі фактори:

- динамічний діапазон сигналу (максимальне та мінімальне значення напруги, яке може бути виміряно);
- шумова стійкість (здатність АЦП працювати в умовах електромагнітних перешкод);
- температурна стабільність (здатність АЦП зберігати точність при зміні температури навколишнього середовища);
- енергоспоживання (кількість електричної енергії, яку споживає АЦП при роботі).

Розробка АЦП для підвищення точності систем автоматизації, зокрема для контролю тиску та температури є актуальною та складною задачею, яка потребує аналізу різних параметрів з урахуванням специфіки конкретної системи.

Література:

1.W. Kester. ADC Architectures III: Sigma-Delta ADC Basics. Analog Devices, MT022 Tutorial. // www.analog.com/static/imported-files/tutorials/MT-022.pdf

2. Larsson A. A Background Calibration Scheme for Pipelined ADCs Including Non-linear 60 Operational Amplifier Gain and Reference Error Correction / A. Larsson, S. Sonkusale // Proceedings of IEEE International System-on-Chip conference / A. Larsson, S. Sonkusale. - Santa Clara, California, 2004. - С. 37-40.

УДК 004.4

І. Р. Ралік

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИМОГИ ДО CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

I. R. Ralik

REQUIREMENTS FOR A CRM SYSTEM FOR RETAIL AUTOMATION AT ENTERPRISES

CRM(Customer Relationship Management)-система в сфері торгівлі відіграє ключову роль у вдосконаленні бізнес-процесів та підвищенні ефективності управління взаємодією з клієнтами підприємства. Необхідність впровадження CRM-системи для автоматизації торгівлі підприємства можна визначити кількома ключовими аспектами, кожному з аспектів необхідно проявляти велику увагу при створенні власної CRM-системи.

CRM-система повинна мати централізовану базу даних клієнтів і забезпечувати швидкий доступ до необхідної інформації для ефективного обслуговування усіх клієнтів. Також в неї повинні бути впроваджені високі стандарти безпеки для захисту конфіденційності та цілісності даних клієнтів, не потрібно забувати про необхідність дотримуватись вимог законодавства щодо обробки та зберігання особистих даних[1], так як система зберігає важливу інформацію про клієнтів, їхній історії покупок, замовлень, адреси, розрахункові рахунки тощо.

CRM-система повинна надавати можливість аналізу даних, цьому необхідно приділяти особливу увагу, оскільки це дозволяє виявляти тенденції в поведінці клієнтів, ефективно прогнозувати попит та допомагає бізнесу вибудовувати стратегії продажу та управління запасами.

Керівництву підприємства CRM-система необхідна забезпечувати зручний інструментарій для прийняття стратегічних рішень, включати в себе інформацію про продажі, клієнтів, ринкові тенденції, ця інформація повинна бути доступною для аналізу та оптимізації стратегій розвитку. Система також повинна автоматизувати багато рутинних операцій, таких як обробка замовлень, відправлення повідомлень, моніторинг запасів, це дозволить працівникам фокусуватися на більш важливих завданнях та забезпечуватиме високу точність виконання операцій. Підприємства, які використовують CRM матимуть перевагу в конкурентній боротьбі, оскільки вони зможуть швидше реагувати на зміни на ринку та вдосконалювати свої стратегії, ґрунтуючись на точних даних.

Загалом, використання CRM-системи в торгівлі повинно оптимізувати процеси управління клієнтськими відносинами, забезпечуючи більш ефективний контроль над продажами та підвищуючи задоволення клієнтів, що у свою чергу призводить до підвищення прибутків підприємства та сприяє підвищенню продуктивності і зменшенню витрат, що робить їх невід'ємною частиною стратегії ефективного управління клієнтськими відносинами.

Отже, перед створенням власної CRM-системи необхідно дослідити всі ці аспекти і детально проаналізувати їх, щоб новостворена система була успішною та затребуваною серед підприємств.

Література

1. Янчук, Тетяна, and Олена Боєнко. "ВПРОВАДЖЕННЯ CRM-СИСТЕМ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ." Економіка та суспільство 48 (2023).

УДК 004.415.2

В. В. Никитюк, канд. тех. наук, доц., М. В. Галюк, М. В. Тененський
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ І МОНОЛІТНОЇ АРХІТЕКТУР

V. V. Nykytyuk, Ph.D., Assoc. Prof., M. V. Haliuk, M. V. Tenenskyi
ANALYSIS OF THE USE AND COMPARASION OF MICROSERVICE AND
MONOLITHIC ARCHITECTURE

Сучасна розробка застосунків та систем складається з рядом складнощів, серед яких не останнє місце посідають вимоги до гнучкості, масштабованості та швидкості функціонування кінцевого продукту тощо. Дані показники на пряму залежить від типу обраної архітектури ПЗ чи застосунку. Так, прийнято виділяти так звану монолітну та мікросервісну архітектури. Так, мікросервісний підхід набув широкого поширення за останні п'ять років [1]. Натомість використання монолітного підходу, хоч він це все ще і вважається стандартною моделлю створення ПЗ, поступово йде на спад. Розглянемо детальніші дані архітектурні підходи та визначимо їх ключові переваги та недоліки.

Так, відповідно до монолітної архітектури, застосунок будується як один великий самодостатній функціональних блок, не залежний від інших застосунків (див. рис. 1) [2]. Фактично це означає наявність великої обчислювальної мережі з єдиною кодовою базою, яка об'єднує виконання усіх бізнес задач. Серед переваг такого підходу можна виділити високу швидкість розробки завдяки простоті створення ПЗ на основі однієї кодової бази. Варто відмітити і простоту первинного розгортання монолітного застосунку. Проте для внесення змін до нього необхідно оновити увесь стек, отримавши перед цим доступ до бази коду, що робить оновлення певною мірою обмеженими та трудомісткими [3].

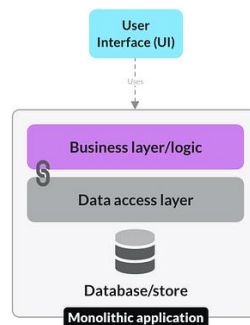


Рисунок 1. Схематичне зображення структури монолітного застосунку

Моноліти можуть бути дуже ефективними, допоки не постє питання щодо їх масштабування чи розширення функціональних можливостей. Так, внесення навіть найменшої зміни вимагатимете повне тестування усієї системи, що на пряму суперечить сучасному гнучкому підходу до розробки застосунків. Пов'язано це із високим рівнем взаємозв'язків між внутрішніми модулями системи, що часто створює багато технічних проблем. З цього випливає низька надійність монолітних систем та обмеження до впровадження використання нових технологічних засобів, через що ускладнюється їх підтримка. Ось чому для оновлення технологічного стеку чи додання комплексної бізнес логіки монолітні системи не рідко переписують ледь не з нуля [3].

Мікросервісна архітектура в певній мірі є альтернативою монолітній. В основі даного підходу лежить використання ряду незалежних один від одного сервісів, які розгортаються окремо. Також такі сервіси обов'язково виконують різні задачі та мають власні бази даних (див. рис. 2) [2]. Інакше кажучи, мікросервіси розділяють виконання бізнес логіки на окремі, незалежні бази коду. Такий підхід дещо збільшує складність розробки, проте значно полегшує вирішення різноманітних технічних проблем

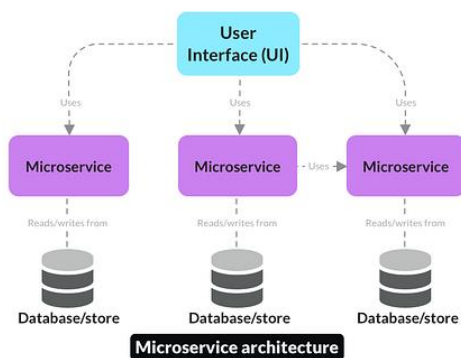


Рисунок 2. Схематичне зображення мікросервісного застосунку

Так, мікросервісний підхід дозволяє проводити оновлення, тестування, розгортання та масштабування для кожного сервісу окремо, що дозволяє швидко адаптуватися до вимог користувачів чи замовника. Окрім того, можна динамічно регулювати ресурси для конкретних мікросервісів в залежності від їх навантаження, що покращує загальну ефективність та продуктивність системи [1]. Проте з переваг мікросервісної архітектури випливають і її недоліки: довша та дорожча розробка ПЗ; складність до підтримки узгодженості і цілісності даних через велику кількість баз даних та комунікаціям між мікросервісами; високі витрати на розгортання сервісів; відсутність стандартизації або її недостатній рівень.

Підсумовуючи все вищезгадане в процесі дослідження та порівняння мікросервісної та монолітної архітектур можна зробити висновок, що монолітні застосунки можуть бути зручними на ранніх етапах свого життєвого циклу. Так, за відсутності потреби до масштабування, перехід до мікросервісної архітектури є просто зайвим та лише створить зайві витрати. І хоча даний підхід стає все менш популярним, він має свої сильні сторони. Так, якщо метою є створення простого та легкого застосунку, необхідність впровадження мікросервісів відпадає сама собою. В свою чергу, мікросервісний підхід буде більш кращим рішенням для застосунків чи систем, які охоплюють велику кількість користувачів та мають розгалужену і складну бізнес логіку. Такі системи легко підтримувати, оновлювати та масштабувати. Ось чому варто завжди подумати двічі щодо вибору між монолітною та мікросервісною архітектурами.

Література

1. Harris C. Microservices vs. monolithic architecture. URL: <https://www.atlassian.com/microservices/microservices-architecture/microservices-vs-monolith>
2. IcePanel. Monolithic vs. microservices architectures. *Medium*. URL: <https://icepanel.medium.com/monolithic-vs-microservices-architectures-e71c75b252d1>
3. From Monolithic Systems to Microservices: A Comparative Study of Performance / F. Tapia, M. Angel Mora, W. Fuertes, H. Aules et al. *Appl. Sci.* 2020, 10(17), 5797. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10175797>

УДК 004.4:658.78

О. Войцьо

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВЕДЕННЯ ОБЛІКУ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ SEBN-UA

O. Voitso

Methods and means of building computerized storage accounting systems at the LLC SEBN-UA

На сьогоднішній день в епоху автоматизації виробничих процесів залучаються різні комп'ютерні системи для спрощення або автоматизації бізнес процесів, і облік складів не є виключенням. Оскільки ведення бізнесу займає багато часу необхідно щоб підприємство виділяти свої виробничі ресурси лише на етапі виробництва продукції, кожне підприємство по різному. Але автоматизація процесу ведення обліку складу на сьогоднішній день особливо актуальний в сучасному світі [1].

Основними перевагами автоматизації складу є те, що не потрібно затрачати зайві ресурси і виділяти з персоналу окремих людей які займатимуться обліком складу, оскільки для забезпечення обліку складу залучаються фахівці в цій області, зокрема бухгалтери або комірники. Крім того для запровадження сучасної системи ведення обліку необхідно інтегрувати систему під час роботи підприємства.

Серед недоліків такої системи також варто виділити її складність для впровадження на підприємстві, необхідність для працівників вивчати відповідні стандарти або методами яким чином працювати в окремому приміщенні де зберігаються виробничі та складські запаси. Також для того щоб запровадити комп'ютеризовану систему для автоматизації підприємство має відповідати такими вимогам:

1. мінімальна площа складського приміщення має становити 1000 кв.м.;
2. асортимент товарів повинен становити мінімально 500 типів;
3. кількість працівників що працюють на підприємстві мінімальна повинна становити більше 10 працівників;
4. також кількість календарних місячних замовлень має становити більше 400-500.

Однак ці вимоги не є основними. Оскільки більшість підприємств підключають автоматизовані системи ще на ранніх етапах їх створення. Тому автоматизація складського обліку підійде всім підприємствам що мають складські приміщення або склади.

Для створення комп'ютеризованої системи ведення обліку складських приміщень потрібно забезпечити всі необхідні вимоги для обліку товарів, що зберігатимуться на складі. Тому актуальність цієї системи набуває розробці комп'ютерної системи, що дозволить за рахунок наповненої бази даних відображати кількість товару, що зберігається на складі та залишки які використовуватимуться під час виробництва на підприємстві [2].

Дані, що обробляються комп'ютерною системою дозволяють чітко визначити скільки товару на складі потрібно використати в залежності від їх кількості, зрозуміти їх термін придатності, стану, та інших параметрів. Більшість операцій виконуються в напівавтоматичному режимі, що під час виведення результатів можливе подальше корегування змін в параметрі системи. Розроблена система працює на базі серверного клієнта Dell OptiPlex 3060 Desktop Computer [3]. Основним елементом системи є контент-менеджер Wordpress в якому розроблена система для ведення обліку

складу витягує з бази даних актуальні дані для відображення актуального стану кількості товарів на складі. Вся система працює на базі сервеної операційної системи Ubuntu Server [4].

Для роботи системи необхідно її розміщувати на серверному приміщенні який виділяється для його розміщення на серверній. Виведенням і введенням результатів займається плагін TablePress. В ній ж і відображається вся необхідна інформація що відображатиметься для кінцевого користувача що потребує для затвердження актуального стану складських приміщень на підприємстві.

Дані витягуються з локального хмарного сервісу підприємства, результатом виведення представляються таблиці, що відображають актуальний стан товару того чи іншого затребуваного складу на підприємстві.

Використання розробленої комп'ютерної системи є економічно доцільне, оскільки підпримка і впровадження системи є недорогим, також може використовуватися на підприємстві з малими обчислювальними потужностями.

Література

1. Навіщо потрібна автоматизація складського обліку. URL: <https://skynum.ua/blog/zachem-nuzhna-avtomatizatsiya-skladskogo-ucheta> (дата звернення: 06.11.23)
2. Stock accounting in the warehouse and its connection with accounting in the accounting department. URL: <https://pidru4niki.com/87879/buhgalterskiy-oblik-ta-audit/oblik-zapasiv-skladi-zvyazok-oblikom-buhgalteriyi> (дата звернення: 10.11.23)
3. Dell OptiPlex 3060 Small Form Factor. Setup and specifications guide. URL: <https://dl.dell.com/topicspdf/optiplex-3060-desktop-owners-manual4-en-us.pdf> (дата звернення: 15.11.23)
4. Ubuntu Server official documentation & guides. URL: <https://assets.ubuntu.com/v1/5037ee7f-ubuntu-server-guide-2023-10-26.pdf> (дата звернення: 17.11.23)

УДК 004.9

І. Осійчук, М. Фриз, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНШЕТУ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРЕМОРУ

I. Osiichuk, M. Fryz, Ph.D., Assoc.Prof.

TABLET CHARASTERISTICS FOR TREMOR DIAGNOSIS

Діагностування тремору з використанням графічного планшету - це один із сучасних методів оцінки та аналізу рухових порушень. Тремор - це випадковий ритмічний та повторюваний рух, який може бути видимим чи відчутним. Він може бути симптомом різних захворювань, таких як паркінсонізм, есенціальний тремор, дистонія та інші.

Використання графічного планшету у діагностиці тремору полягає у тому, що людина малює або пише на поверхні планшета, під час чого його датчики реєструють рухи руки та пера. Це дозволяє отримати числові дані про частоту, амплітуду та інші характеристики тремору.

Графічний планшет може надати об'єктивні дані про рухи, оскільки вимірювання проводяться електронними датчиками, що зменшує вплив людського фактора на оцінку. Він дозволяє отримати детальну інформацію про частоту та амплітуду тремору в реальному часі. Отримані дані можна обробити за допомогою спеціалізованих програм для аналізу рухів, що дозволяє проводити порівняльний аналіз, визначати зміни в часі та ефективність лікування. Графічний планшет дозволяє проводити моніторинг рухів протягом часу, що дозволяє спостерігати за змінами тремору під час лікування чи в залежності від фізичного стану пацієнта. Цей метод може бути корисним для лікарів, які займаються неврологією та реабілітацією, оскільки він надає більше об'єктивної інформації для діагностики та моніторингу тремору.

Технічні особливості графічних планшетів, які використовуються для діагностики тремору, можуть варіюватися в залежності від виробника та моделі. Графічні планшети призначені для реєстрування рухів руки та пера. Вони мають чутливі поверхні, що сприймають тиску чи рухи стилуса чи пальця, забезпечуючи аналіз рухів. Важливою характеристикою є точність вимірювань. Графічні планшети зазвичай мають високу роздільну здатність, яка дозволяє реєструвати рухи з високою деталізацією. Деякі моделі можуть фіксувати не лише точки контакту, а й реєструвати час між ними, що дозволяє аналізувати не лише рухи, але й їх часові параметри. Деякі моделі можуть бути легкими, портативними та мають вбудовану підтримку для роботи з різними типами датчиків.

Ці особливості забезпечують зручність та точність у використанні графічного планшету для діагностики тремору та аналізу рухів. Враховуючи їхні можливості, лікарі можуть отримати більш об'єктивні та деталізовані дані для ефективної діагностики та моніторингу пацієнтів. У випадку мого дослідження створюється програмне забезпечення, що дозволяє реєструвати точки та час, що надходять з графічного планшету, тому є важливим розуміти обмеження та особливості пристрою.

Важливими характеристиками планшету для цієї задачі є розмір активної зони, розширення, час відгуку та частота опитування.

Розмір активної зони - це площа поверхні планшету, яка реагує на дотик або рухи стилуса чи пальця. Для діагностики тремору важливо мати достатньо велику активну зону, щоб забезпечити комфортну роботу для пацієнта та точність реєстрації рухів. Більша активна зона може дозволити виявити більше деталей тремору та отримати більш об'єктивні дані.

Розширення - це кількість точок на дюйм, які можуть бути зафіксовані планшетом. Високе розширення важливе для отримання деталізованих даних про рухи. Більша кількість точок на площині дозволяє отримувати більше точних та деталізованих записів рухів.

Час відгуку - це час, який необхідний планшету для реагування на дотик чи рух. Низький час відгуку є важливим для роботи в режимі реального часу і для точної реєстрації рухів без затримок. Швидка реакція планшету важлива для точності реєстрації, особливо коли досліджується тремор, який може бути швидким та ритмічним.

Частота опитування - це частота, з якою планшет зчитує дані про рухи. Вища частота опитування дозволяє отримувати більше точок даних на одиницю часу. Для аналізу рухів, особливо тремору, важливо мати високу частоту опитування для отримання деталізованої інформації про частоту та амплітуду тремору.

Також потрібно враховувати деякі фактори, які при проведенні дослідження можуть видозмінити дані. Навколишні фактори, такі як вібрації, електромагнітні сигнали або інші рухи, можуть спотворити дані, впливаючи на точність реєстрації рухів тремору. Неправильне розміщення руки пацієнта на планшеті або незручність під час виконання завдань може призвести до недостатньої стабільності рухів, що ускладнює точну реєстрацію тремору. Деякі види тремору можуть мати схожі характеристики рухів, що може робити важкою їхню ідентифікацію за допомогою графічного планшету. Графічний планшет може фіксувати лише аспекти рухів тремору, проте комплексне дослідження потребує інших додаткових методів та клінічного контексту. Ці проблеми необхідно враховувати при використанні графічних планшетів для діагностики тремору. Важливо мати комплексний підхід до оцінки та узгоджувати результати із клінічними даними та іншими методами діагностики для більш точного та повного розуміння стану пацієнта.

Література

1. Haubenberger, Dietrich, et al. "Transducer-based evaluation of tremor." *Movement Disorders* 31.9 (2016): 1327-1336
2. Elble, Rodger J., et al. "Quantification of essential tremor in writing and drawing." *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society* 11.1 (1996): 70-78.

УДК 528.8.044.6

П. С. Панчишин, М. І. Паламар, д.т.н., професор.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОБРОБКА ДАНИХ ПІСЛЯ СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ LIDAR СИСТЕМОЮ ТА МОЖЛИВОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

P. Panchyshyn, M. I. Palamar Dr., Prof.

PROCESSING DATA AFTER LIDAR SURFACE SCANNING BY THE SYSTEM AND OBJECT RECOGNITION CAPABILITIES

LiDAR ((транслітерація LIDAR англ. Light Identification, Detection and Ranging) — технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища відбиття світла і його розсіювання в прозорих і напівпрозорих середовищах) сканування є потужним інструментом, що дає змогу отримувати точну та деталізовану інформацію про навколишнє середовище, часто ці системи використовують для сканування масивів з середнім та густим лісовим покривом поверхні.

Розглянемо хмару точок, сканованих системою LIDAR з безпілотної літальної апарату. Обробка та дослідження хмари точок сканування проводилися за допомогою програмного забезпечення Terasolid (Рис.1.).

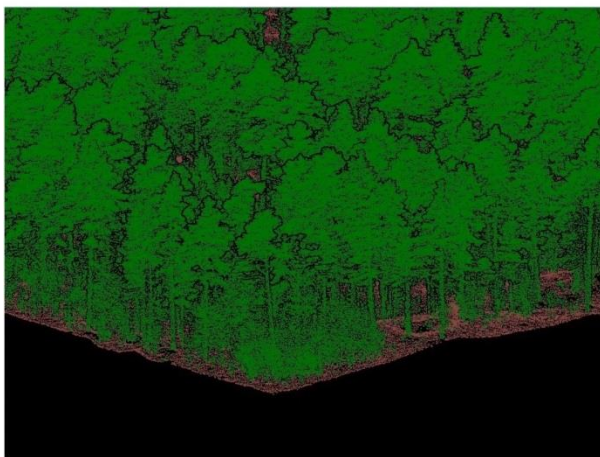


Рис. 1.1.

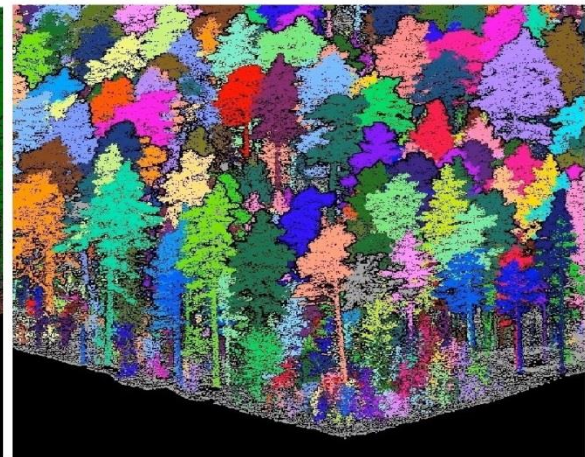


Рис. 1.3.



Рис. 1.2.



Рис. 1.4.

Рисунок 1. Візуалізація сканованої хмари точок.

Здійснено підрахунок стовбурів дерев в програмному комплексі Terasolid за критеріями: дерева вище 10м, ділянка дослідження 35м.*35м. d стовбура дерева <0.20м. на висоті 1,5м. Першим етапом є сегментація рослинності в кольорі для візуального розділення цілісності окремого об'єкту (Рис.1.3., Рис.1.4.) з параметрами відбору дерев вище 10м. (Рис2.). Наступним етапом є підрахунок дерев за вище зазначеними даними, результати в Таб. 1.



Рис. 2.1.

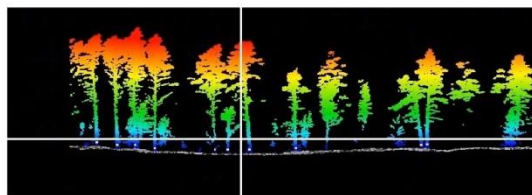


Рис. 2.2.

Рисунок 2. Ділянка 35м.*35м. зі сканованої хмари точок з фільтрацією дерев вищих 10м.

Таблиця 1. Результат підрахунок дерев за вище зазначеними даними

№	h	d1	d2	№	h	d1	d2
1	22.613	7.1	0.44	19	10.234	5.5	0.29
2	14.857	5.5	0.41	20	10.235	3.9	0.31
3	10.865	3.4	0.22	21	24.885	10	0.51
4	28.345	6.9	0.65	22	16.533	6.3	0.35
5	28.428	8.8	0.59	23	21.445	9.1	0.43
6	14.845	5.2	0.22	24	17.456	5.5	0.22
7	22.174	6.5	0.31	25	29.155	11	0.56
8	16.627	5.3	0.28	26	26.234	8.5	0.51
9	12.925	4.3	0.24	27	10.744	7.3	0.22
10	15.843	6.1	0.3	28	15.234	5.9	0.37
11	22.467	7.2	0.47	29	18.804	6.2	0.34
12	24.230	7.7	0.52	30	23.674	8.1	0.42
13	16.450	5.3	0.33	31	14.984	6.4	0.35
14	11.348	4.3	0.26	32	11.536	4.8	0.27
15	11.294	3.2	0.31	33	17.764	6.8	0.32
16	21.420	9.1	0.41	34	22.129	7.3	0.43
17	19.445	7	0.43	35	24.339	9.3	0.39
18	13.478	8.2	0.35	36	16.221	5.8	0.28

h- висота дерева;

d1- діаметр крони дерева;

d2- діаметр стовбура дерева.

Висновок. LIDAR сканування дає можливість точного розпізнавання об'єкту з високими показниками точності в напівтіньових та тіньових масивах сканування за даними параметрами, які вимагаються (в даному дослідженні - лісової біомаси), також дає можливість створити точні топографічні карти з густою рослинністю (Рис.2.2.) на противагу звичайній фотограмметрії (для прикладу, подальше планування нових доріг чи забудови).

Література

1. <https://terrasolid.com/>
2. Taylor G. Modelling and prediction of GPS availability with digital photogrammetry and LiDAR/G. Taylor, D. Kidner, K. Brundson//International Journal of Geographical Information Science.— [Vol. 21, No. 1] — 2007.— P. 1–20.
3. Brunn A., Weidner U. Extracting Buildings from Digital Surface Models/A. Brunn, U. Weidner//IAPRS. — [Vol 32 (3– 4W2)].— 1997.— P. 27–34.

УДК 004.042

М. А. Беляков, к.т.н., доц. В. Б. Савків, В. І. Гетманюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОСТЕЖЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ПРОДУКЦІЇ

M. Beliakov, Ph.D., Assoc. Prof. V. Savkiv, V. Hetmaniuk.

INTELLIGENT SYSTEM FOR AUTOMATING PRODUCT LIFE CYCLE TRACKING AND MANAGEMENT

Засвідченням високої якості та гарантією безпеки харчової продукції для кінцевого споживача є відповідність процесів компанії-виробника вимогам міжнародних стандартів НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) та Global G. A. R.

Стандарт НАССР є системою управління безпекою харчових продуктів, яка застосовується в різних галузях харчової промисловості. Основна мета НАССР - забезпечити безпечність та якість харчових продуктів шляхом ідентифікації, оцінки та контролю потенційних ризиків на кожному етапі виробничого процесу.

Інтелектуальні системи автоматизації відіграють ключову роль у забезпеченні вимог міжнародних стандартів НАССР та Global G. A. R.

Ось деякі з ключових аспектів:

Простежуваність продукції: Інтелектуальні системи автоматизації дозволяють встановлювати і підтримувати системи простежуваності виробничого процесу в режимі реального часу. Вони фіксують кожен етап, починаючи від надходження сировини до відвантаження готової продукції.

Контроль якості на кожному етапі: Інтелектуальні системи дозволяють автоматизувати процес контролю якості на кожному етапі виробництва. Це включає в себе моніторинг параметрів, які визначені стандартами, і сповіщення про будь-які відхилення або аномалії виробничого процесу.

Швидке виявлення та реагування на відхилення: Системи автоматизації можуть автоматично виявляти відхилення від встановлених стандартів та негайно сповіщати відповідальних працівників. Це дозволяє вчасно реагувати на проблеми та запобігати браку на виробництві.

Підвищення рівня безпеки продукції: Інтелектуальні системи автоматизації допомагають виявляти та усувати потенційні небезпеки ще на ранніх етапах виробництва. Це дозволяє уникнути випуску небезпечних продуктів на ринок та підвищує загальний рівень безпеки для споживачів.

Звітність і аналітика: Інтелектуальні системи забезпечують збір та аналіз даних про виробничий процес. Це полегшує підготовку звітів для дотримання вимог стандартів та дозволяє компанії проводити ефективний аналіз їхньої продуктивності.

За допомогою простих звітів можна простежити історію отримання тієї чи іншої партії готової продукції: коли виготовлена, з чого виготовлена, коли здійснено пакування, факт проходження внутрішнього контролю, дату складування, дату відвантаження тощо.

Література

1. Бочарова О.В. НАССР і системи управління безпечністю харчової продукції: / Одеса, 2019. – 376 с.
2. Debby Newslow Food Safety Management Programs: / CRC Press, 2016. – 392 с.

УДК 004.9

В. С. Морохович, к.ф.-м.н., доц.; М. І. Хом'як
(ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВА РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ КЛАСИФІКАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ НАБОРУ ДАНИХ ПАСАЖИРІВ «ТИТАНІК»

V. S. Morokhovich, Ph.D., Assoc. Prof.; M. I. Khomyak
USING A DECISION TREE TO SOLVE CLASSIFICATION PROBLEMS ON THE
EXAMPLE OF THE TITANIC PASSENGER DATA SET

Більше століття тому сталася одна з найбільших морських катастроф в історії людства. Велетенський круїзний лайнер «Титанік» під час свого першого рейсу затонув біля берегів Ньюфаундленду в Північній Атлантиці після того, як його корпус отримав значні пошкодження від зіткнення з айсбергом. З 2224 осіб, які перебували на борту, лише 712 людей змогли врятуватись. Корабель «Титанік» був найбільшим судном свого часу. Його трюм складався з шістнадцяти частин, навіть повне затоплення чотирьох із яких не могло призвести до його затоплення [1]. Не дивлячись на високі стандарти безпеки, які вкладали в цей корабель його конструктори, велика черга несприятливих подій призвела до зіткнення «Титаніка» з айсбергом і подальшої жакливої катастрофи. Незважаючи на давнину події, дослідження щодо «Титаніка» продовжуються і сьогодні, в тому числі із використанням методів штучного інтелекту та машинного навчання.

Під час дослідження було використано набори даних пасажирів лайнера «Титанік», що наявні у відкритому доступі на платформі Kaggle [2]. Набір даних складається з двох груп: дані для навчання моделі та дані для її тестування. Структура цих даних однакова, за виключенням відсутності ознаки виживання пасажирів в тестових даних. Загалом набір даних містить інформацію про 814 пасажирів та 12 ознак. Також із цих даних за необхідності можна одержати інформацію про середні значення, стандартні відхилення та інші статистичні показники ознак.

Для подальшого використання даних необхідно провести їх очищення: позбутися неінформативних ознак, розібратися з відсутніми значеннями в даних та модифікувати дані, які цього потребують. Проаналізувавши набір даних, можна відкинути деякі ознаки пасажирів, які не несуть ніякої корисної інформації про ймовірність їхнього виживання під час катастрофи. Такими ознаками є: імена пасажирів, номери їхніх кабіні і квитків, ідентифікатори пасажирів. Також суттєвою проблемою в наборі даних є відсутні значень, тобто інформації про вік деяких пасажирів. Це питання було виправлено заповненням відсутніх даних середнім значенням віку пасажирів. Набір даних після їх очищення наведено на рис. 1.

	Survived	Pclass	Sex	Age	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	0	3	1	22.0	1	0	7.2500	0
1	1	1	0	38.0	1	0	71.2833	1
2	1	3	0	26.0	0	0	7.9250	0
3	1	1	0	35.0	1	0	53.1000	0
4	0	3	1	35.0	0	0	8.0500	0

Рисунок 1. Набір даних після їх очищення

Після того, як дані приведені в належну форму і немає відсутніх значень, можна переходити до побудови дерева рішень для передбачення цільової ознаки.

Дерево рішень є одним із загальнозживаних методів розв'язання задач класифікації та прогнозування [3]. Даний метод являє собою ієрархічну структуру і починається з кореневого вузла, який не має жодних вхідних гілок. Вихідні гілки з кореневого вузла потім потрапляють у внутрішні вузли, також відомі як вузли прийняття рішень. На основі наявних ознак обидва типи вузлів проводять оцінки для формування однорідних підмножин, які позначаються листовими вузлами або термінальними вузлами. Листові вузли представляють всі можливі результати в наборі даних. Дерева прийняття рішень мають такі переваги над іншими алгоритмами машинного навчання, як: легка інтерпретованість, здатність до роботи з якісними та кількісними ознаками, відсутність потреби в попередній нормалізації даних.

Дерево прийняття рішень для кінцевого набору даних побудовано за допомогою бібліотеки scikit-learn (sklearn), яка надає потужні інструменти для машинного навчання в мові програмування Python. Максимальна глибина побудованого дерева дорівнює трьом. Його ефективність вимірювалась за допомогою метрики точності й становить 77%. Графічне представлення дерева рішень наведено на рис. 2.

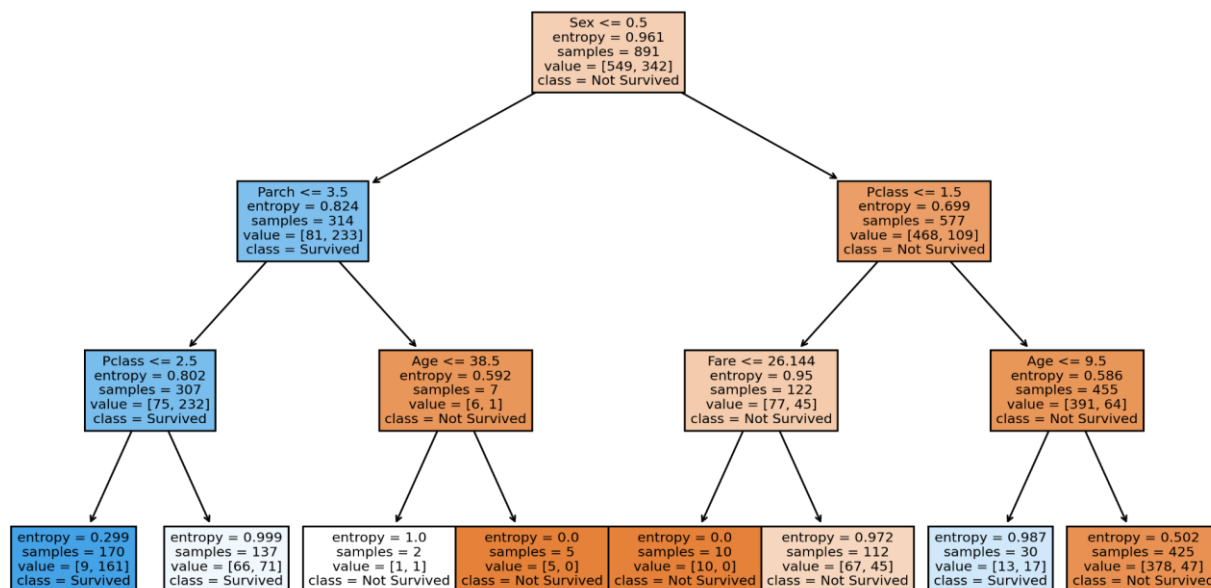


Рисунок 2. Дерево прийняття рішень для набору даних

Таким чином, дерева рішень добре підходять для розв'язування задач класифікації, а легкість інтерпретації дерев рішень робить їх пріоритетним вибором серед інших алгоритмів машинного навчання, коли необхідне чітке розуміння, як саме приймається певне рішення.

Література

1. Titanic – Machine Learning from Disaster. URL: <https://www.kaggle.com/c/titanic/data>
2. Цей день в історії: 14 квітня 1912: Загибель «Титаніка». URL: <https://www.jnsm.com.ua/h/0414M/>
3. Yan-yan Song, Ying Lu, 2015. Decision tree methods: applications for classification and prediction. Shanghai Archives of Psychiatry, Vol. 27(2), 130-135.

УДК 004.51

В. І. Козак; В. А. Готович, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА В ІНФОРМАЦІЙНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ АНАЛІТИЧНИХ ПАНЕЛЯХ

V. Kozak, V. Hotovych, Ph.D.

RESEARCH OF USER INTERFACE DESIGN OPTIONS IN INFORMATION INTERACTIVE ANALYTICAL PANELS

Інформаційні інтерактивні аналітичні панелі (англ. Dashboard, дашборд) є потужним інструментом для візуалізації даних та підтримки прийняття рішень. Вони дозволяють користувачам швидко і легко отримувати інформацію про стан бізнесу або інших процесів. Однак, для того щоб дашборди були ефективними, вони повинні мати добре продуманий інтерфейс користувача (UI).

Першим фактором, який слід враховувати при проектуванні UI дашборда, є тип даних, які відображаються в ньому. Дані можуть бути статичними або динамічними. Статичні дані не змінюються з часом, тоді як динамічні дані постійно оновлюються. Статичні дані можна представити за допомогою таких елементів UI, як таблиці, діаграми та карти. Динамічні дані можна представити за допомогою таких елементів UI, як індикатори, сигнали та інфографіка [1, 4].

Ще одним фактором, який слід враховувати при проектуванні UI дашборда, є цільова аудиторія. Дашборди можуть бути призначені для широкого кола користувачів або для вузької групи експертів. Дашборди для широкого кола користувачів повинні бути простими та інтуїтивно зрозумілими. Вони повинні використовувати зрозумілі терміни та символи. Дашборди для експертів можуть використовувати більш складні елементи UI, такі як фільтри та діапазони [3].

На сьогоднішній день існує велика кількість досліджень, присвячених проектуванню UI для інформаційних дашбордів. Однак відомі дослідження часто фокусуються на окремих аспектах інтерфейсу, не розглядаючи комплексне проектування дашбордів. Крім того, такі рішення часто не враховують різноманітність користувачів та їхні потреби.

Деякі дослідження зосереджуються на вирішенні конкретних аспектів дизайну інтерфейсу. Наприклад, деякі праці вивчають оптимальне розміщення ключових показників на дашборді для максимальної зручності сприйняття інформації. Інші досліджують використання кольорів і графіків для підвищення чіткості та зрозумілості представленої інформації [2].

Проте, для вирішення проблеми комплексного підходу до дизайну інтерфейсу, пропонується інтеграція різноманітних підходів. Це може включати в себе врахування психологічних особливостей користувачів, персоналізацію інтерфейсу залежно від виду даних та вдосконалення навігації. Тому, для даного етапу варто інтегрувати технології штучного інтелекту та адаптивних систем. Зрозуміло, що розуміння потреб користувачів є ключовим елементом. Однак, використання алгоритмів машинного навчання для аналізу поведінки користувачів та налаштування інтерфейсу може значно полегшити взаємодію.

Пропонується також розвивати концепції гейміфікації у дизайні інтерфейсу для стимулювання активності та зацікавленості користувачів (рис. 1) у використанні дашбордів. Використання елементів гри може зробити процес взаємодії з даними більш привабливим та підвищити мотивацію користувачів до систематичного використання інформаційних джерел [5, 6].

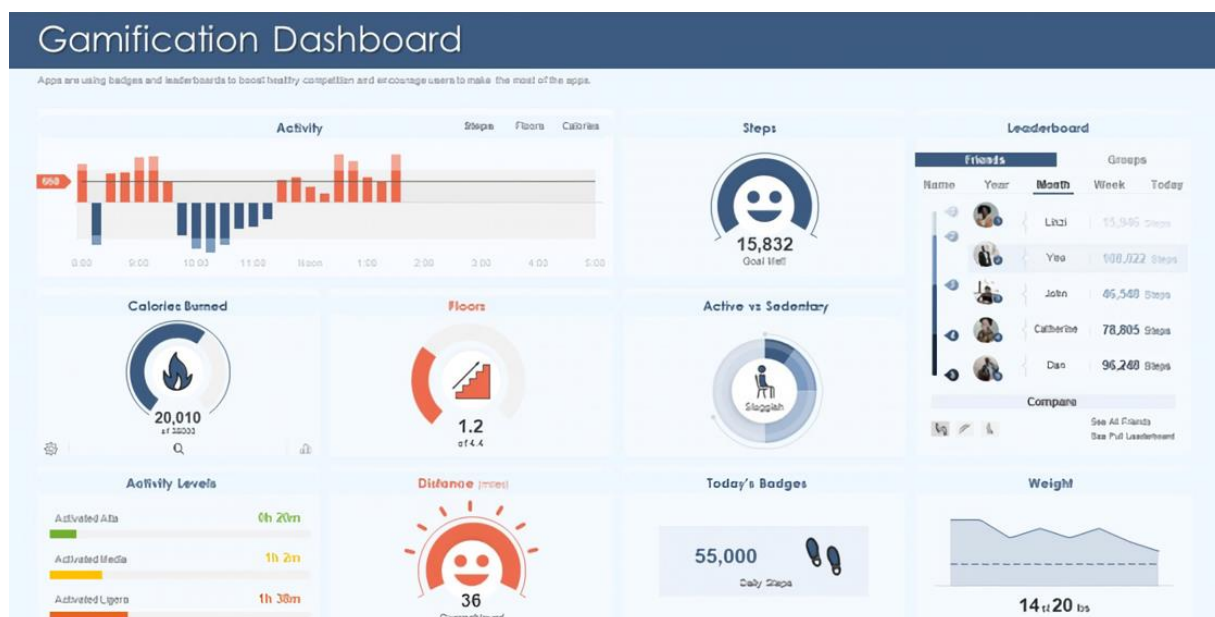


Рисунок 1. Приклад гейміфікаційного дашборду

Важливою задачею є розробка універсальних стандартів для інтерфейсів дашбордів, що сприятиме вирішенню питань сумісності та переносу інтерфейсних рішень між різними системами. Такий комплексний підхід може значно поліпшити зручність використання інформаційних дашбордів та сприяти їхній широкій інтеграції в різноманітні сфери діяльності, починаючи від бізнесу і закінчуючи наукою та освітою.

Висновок. Дослідження у галузі проектування інтерфейсу користувача для інформаційних дашбордів вже досягло значних успіхів, проте потребує подальших розвинених рішень для оптимізації користувацького досвіду та ефективності використання.

Перевагою існуючих досліджень є акцент на окремих аспектах, таких як вибір графічних елементів та оптимальне розміщення інформації на дашборді. Застосування алгоритмів машинного навчання та адаптивних систем для індивідуалізації інтерфейсу є важливим напрямком, спрямованим на поліпшення зручності взаємодії. Згадане в дослідженні використання гейміфікації є цікавим підходом для стимулювання активності користувачів, але його ефективність та прийняття користувачами вимагає додаткового вивчення та експериментів. Щодо стандартизації, ідея розробки універсальних стандартів є важливою для забезпечення сумісності та переносу інтерфейсних рішень. Однак, важливо враховувати динаміку розвитку технологій та бізнес-потреб, щоб стандарти не стали застарілими.

Література

1. Andy Cotgreave 2022. Data Visualization for Business Intelligence
2. Helen Papagiannis 2018. Augmented Human: How Technology Is Shaping the New Reality.
3. Stephen Few 2018. Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring.
4. Robin Williams 2021. Information Design: A User-Centered Approach
5. Deter W. Stone 2018. The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods
6. Cole Nussbaumer Knaflic 2019. The Data Visualist's Handbook

УДК 004.9

**В. В. Никитюк, канд. тех. наук, доц., А. В. Орловська, А. К. Карнаухов,
В. К. Крилов**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ БІОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ СИЛУЕТА КОРИСТУВАЧІВ

**V. V. Nykytyuk, Ph.D., Assoc. Prof., A. V. Orlovska, A. Karnaukhov, V. K. Krulov
ANALYSIS OF THE USER SILHOUETTE BIOMETRIC IDENTIFICATION
SYSTEM**

Біометрична система функціонує як система розпізнавання образів, яка ідентифікує користувачів шляхом порівняння їхніх унікальних анатомічних або поведінкових характеристик із збереженими шаблонами. Щоб використовувати біометричну систему, люди повинні спочатку зареєструватися, отримавши свою біометричну інформацію та збережену як контрольний шаблон. Цей шаблон надійно зберігається в центральній базі даних або на смарт-картці, призначеній користувачеві.

Коли потрібна ідентифікація, біометрична система порівнює представлені біометричні дані зі збереженими шаблонами, щоб знайти відповідність. Залежно від конкретного контексту біометрична система може працювати або в режимі перевірки (автентифікації), або в режимі ідентифікації [1]. У режимі перевірки система перевіряє чи відповідають представлені біометричні дані зареєстрованому шаблону конкретної особи. Цей режим зазвичай використовується в сценаріях коли користувач претендує на особу та має підтвердити це. Наприклад: коли людина використовує свій відбиток пальця, щоб розблокувати свій смартфон система перевіряє чи відповідає представлений відбиток пальця зареєстрованому шаблону авторизованого користувача.

Типова біометрична система складається з п'яти основних модулів:

Модуль датчика, Модуль попередньої обробки, Модуль вилучення функцій, Модуль створення та зберігання шаблонів, Модуль зіставлення та прийняття рішень.

Ці фундаментальні модулі утворюють базову структуру біометричної системи. Додаткові модулі або компоненти, такі як шифрування для захисту шаблонів, керування базою даних та інтерфейс користувача, також можуть бути включені залежно від конкретної реалізації та вимог системи. Ці п'ять основних модулів працюють разом, щоб забезпечити функціонування біометричної системи, від збору даних до зіставлення та прийняття рішень. Додаткові модулі, такі як шифрування шаблонів, керування базами даних та інтерфейс користувача, також можуть бути включені залежно від конкретних вимог системи.

У разі розпізнавання ходи, коли користувач йде перед камерою ходи, отримані відеодані обробляються для вилучення таких характеристик, як траєкторії кутів з'єднань, відстані сегментів тощо. Потім ці функції порівнюються зі збереженими шаблонами які були створені в процесі реєстрації. Зіставник шаблонів обчислює оцінку відповідності, яка вказує на подібність між витягнутими функціями та збереженими шаблонами. Залежно від налаштувань точності системи приймається рішення прийняти або відхилити заявлену особу в сценарії перевірки. Якщо оцінка відповідності перевищує певний поріг або відповідає певним критеріям, система приймає заявлену особу. У разі налаштування ідентифікації система ідентифікує особу на основі встановленої особистості з найвищим показником відповідності.

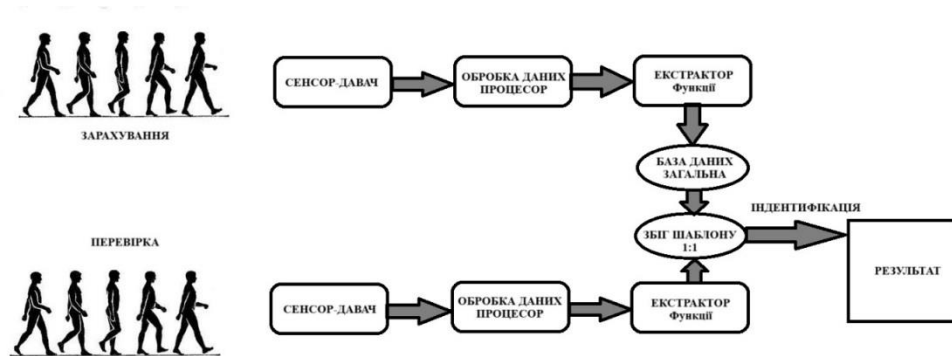


Рисунок 1. Біометричної системи силуета користувача

Залежно від налаштувань точності системи приймається рішення прийняти або відхилити заявлену особу в сценарії перевірки. Якщо оцінка відповідності перевищує певний поріг або відповідає певним критеріям, система приймає заявлену особу. У разі налаштування ідентифікації система ідентифікує особу на основі встановленої особистості з найвищим показником відповідності. У деяких програмах у процесі прийняття рішень може знадобитися участь людини. Система може відобразити найкращі збіги на основі результатів збігів, а експерт-людина може прийняти остаточне рішення щодо прийняття чи відхилення заявленої особи.

Однак важливо зауважити, що в певних сценаріях, наприклад у кримінальних розслідуваннях, особа може бути відсутня в базі даних, у результаті чого збіги не будуть знайдені. У таких випадках система може бути не в змозі ідентифікувати особу на основі наявних даних.

Процес зіставлення шаблонів подібний для інших біометричних даних, таких як розпізнавання відбитків пальців, обличчя та райдужної оболонки ока. Основна відмінність полягає в отриманні біометричних даних і конкретних алгоритмах, які використовуються для зіставлення ознак [2]. Зазвичай біометричні дані однієї особи змінюються з часом і за різних умов. Тому доцільно зберігати кілька шаблонів однієї особи в базі даних. Маючи кілька шаблонів, система може враховувати варіації біометричних даних і підвищувати точність розпізнавання. Безпека біометричної бази даних є критичною проблемою. Для захисту конфіденційності та цілісності збережених шаблонів використовуються технології шифрування. Методи шифрування гарантують, що біометричні шаблони надійно зберігаються та доступ до них мають лише авторизовані особи. Для захисту біометричних даних від несанкціонованого доступу або підробки використовуються різні алгоритми та протоколи шифрування.

Література

1. V. Nykytyuk, V. Dozorskyi, O. Dozorska, A. Karnaukhov and L. Matiichuk. The Method of User Identification by Speech Signal. The 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITAP-2022) Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. Vol-3309 urn:nbn:de:0074-3309-1. P.225-232. ISSN 1613-0073 DOI: 10.1425/jsdtl. (Scopus).

2. Dozorskyi, V., Dediv, I., Sverstiuk, S., Nykytyuk, V., Karnaukhov, A. The Method of Commands Identification to Voice Control of the Electric Wheelchair. The Workshop is organized by the Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering of Ternopil Ivan Puluj National Technical University. The 1st International Workshop on "Computer information technologies in Industry 4.0" (CITI-2023) will be held in Ternopil, Ukraine, from June 14 to 16, 2023, 3468, pp. 233–240. Vol-3468 urn:nbn:de:0074-3468-8, ISSN 1613-0073 (Scopus)

УДК 004.021

М. О. Слободян

(Хмельницький національний університет, Україна)

**КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ НА ОСНОВІ ПУЛЬСОКСИМЕТРІЇ**

M. Slobodian

**CYBER-PHYSICAL SYSTEM FOR EXPRESS ANALYSIS OF
PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE BASED ON PULSE-WAVE EXAMINATION**

The paper presents the architecture of a cyber-physical system for express analysis of the human psychophysiological state based on pulse-wave (PW) studies of the central and peripheral pulse. The integration of sensor devices, a transmission channel, and a data processing and visualization unit is performed in the form of a single cyber-physical platform with elements of artificial intelligence.

Assessment of the psychophysiological state plays an important role in the methodology of studying the general condition of a person. Such studies, in particular, are relevant for athletes under conditions of increased physical and psychological stress, for example, during training and participation in competitions [1]. Such a dual nature of psychophysiological processes requires an integrated approach to building a research strategy that will combine psychophysical testing methods (for example, assessment of neurodynamic properties of higher nervous activity, the balance of nervous processes, state of basic mental functions, autonomic regulation of heart rate), as well as purely psychological testing methods (assessment of motivation, mood, well-being, activity, and anxiety) [1]. It is proposed to consider methods of assessing the psychophysiological state based on statistical analysis of heart rate variability (HRV) according to PW studies. These parameters include, in particular, the coefficient of variation of cardiac intervals, mode, standard deviation, and tension index [1].

The architecture of the levels of the cyber-physical system (Fig.1) is presented in the form of a 5-level platform, which includes the following components [2]:

1) means of interaction with the surrounding world (in this work, represented by high-precision pressure sensors based on piezo resonance transducers [3]);

2) means of data collection and delivery – the control unit and software of the sensor node, which is based on a small-sized, low-power microprocessor (MP) device and integrated with the electronic communication module;

3) primary data processing tools – a set of hardware and software designed to process the results of telemedicine measurements in real-time in order to prepare data for intelligent analysis (extraction of important information, increasing the level of protection, data compression, etc.);

4) decision support tools – intelligent software tools based on artificial intelligence models integrated into the cloud environment; the main task of such systems is the post-processing of data received from the lower levels of the cyber-physical system in order to make a technological decision in accordance with the user's request;

5) service tools – a set of end devices and software interfaces that implement human-machine interaction between the user and the system, including the use of neurolinguistic models of communication simulation, for example, ChatGPT [4].

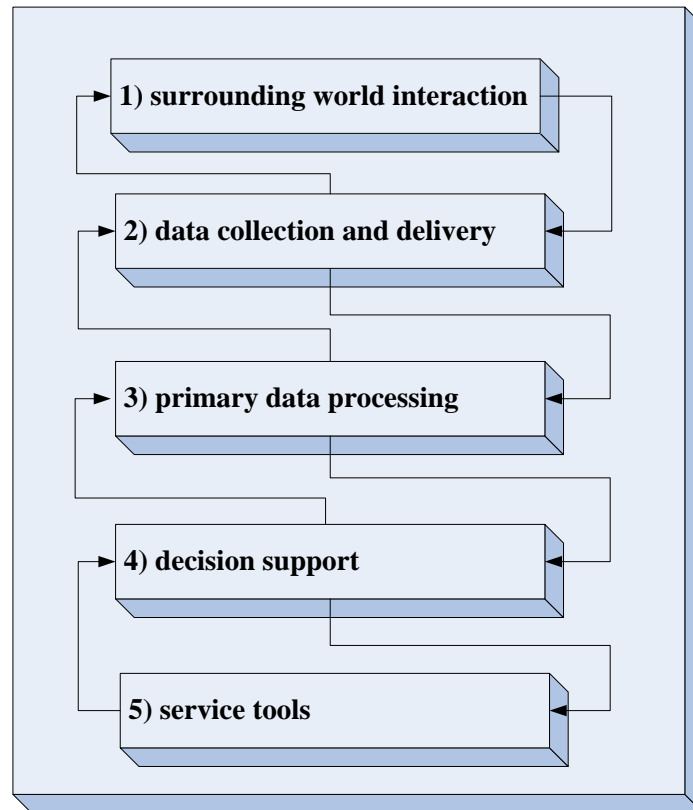


Figure 1. System architecture

The proposed architecture of the cyber-physical system can be used for further development of intelligent cyber-physical systems for rapid analysis of the psychophysiological state of people based on the analysis of HRV indicators.

References

1. Diahnostyka psykhofizychnoho stanu sportsmeniv: metodychnyi posibnyk / H.V. Korobeinikov ta in. Kyiv : 2008. 64 p.
2. Melnyk, A.O., Intehratsiia rivniv kiberfizychnoi systemy // Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Kompiuterni systemy ta mrezhi. 2015. № 830. P. 61–67.
3. Taranchuk, A., Construction of measuring piezoresonance mechanotrons and their practical implementation for telemedicine diagnostic systems // Telecommunications and Radio Engineering. 2018. Vol. 77, № 3. P. 269-281.
4. Introducing ChatGPT [Electronic resource] / Access mode: <https://openai.com/blog/chatgpt>. 24.10.2023.

УДК 004.031.6

О. Р. Оробчук, доктор філософії, І. М. Кивацький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА ВРАЗЛИВОСТЕЙ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ

O. R. Orobchuk, Dr, I. M. Kyvatskyi

ANALYSIS OF RISKS AND VULNERABILITIES IN SMART HOME MANAGEMENT SYSTEMS

На сьогодні кількість розумних будинків у світі налічує більше 500 мільйонів, що робить повсякденне життя набагато зручнішим. Однією з найбільших переваг технологій розумного будинку є використання пристроїв, підключених до Інтернету, для дистанційного захисту особистих помешкань. Незважаючи на те, що розумні домашні пристрої безпеки забезпечують легкість захисту будинків від крадіжки, пошкодження чи нещасного випадку, вони також створюють ризик зниження безпеки персональних даних.

Розумні будинки вразливі до різного роду кібератак через вразливі локальні мережі та недосконалі пристрої IoT. В цьому контексті безпеку розумного пристрою розглядатимемо як функцію управління ризиком того, що пристрій буде зламано, з урахуванням збитків внаслідок зламу, а також часу і ресурсів для забезпечення необхідного рівня захисту.

Загалом, можна виокремити такі ризики, як ботнети, man-in-the-middle атаки, DoS-атаки, крадіжки даних, дистанційний запис, централізація мереж IoT. Перехоплення та злом шифрування є найпоширенішими способами хакерського проникнення в мережу. Під час атаки хакери викрадають будь-який пакет даних, що передається між пристроєм і маршрутизатором, передають його на свій пристрій і використовують brute-force атаку, щоб розшифрувати його. Зазвичай це займає лише хвилини. Wi-Fi може бути вразливим до атак через стандартні або слабкі SSID або паролі та вразливі протоколи шифрування. Облікові дані за замовчуванням дозволяють зловмиснику отримати доступ до маршрутизатора без зусиль. Надійні паролі Wi-Fi змушують хакерів шукати складніші шлюзи для проникнення в мережу. Більшість маршрутизаторів Wi-Fi використовують WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wi-Fi Protected Access) або протокол безпеки WPA2. WEP — це потоковий шифр RC4. Слабкою стороною WEP є малий розмір вектора ініціалізації (24-розрядний IV), що спричиняє його повторне використання. Це повторення робить його вразливим.

Постачальники IoT не можуть надати необхідні спеціальні рішення безпеки. Крім того, розумні домашні пристрої часто працюють під управлінням невеликих операційних систем, таких як INTEGRITY, Contiki, FreeRTOS і VxWorks, чий рішення безпеки не такі надійні, як рішення систем на базі Windows або Linux. Оскільки розумні домашні пристрої все більше розширюються у функціональності, розуміння ризиків безпеки персональних даних і способів їх зменшення є критично важливим і вимагає поєднання технологій, процесів і політик. Важливо, щоб пристрої мали вбудовану безпеку як основну, а не як додаткову функцію.

Література

1. Джермен Галегуа. Розумні міста — ArtHuss 2021. — 129 p.
2. Mads Kristensen. The Automated Home: A practical guide to automating your smart home – London : A Book Apart 2023 – 55 p.

УДК 004.02

О. В. Палка

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОГЛЯД КРІ РОЗУМНОГО МІСТА

O. V. Palka

KPI OVERVIEW FOR SMART CITIES

Обмеженість ресурсів підвищує важливість стійкої трансформації міст шляхом вивчення нових технологій [1]. Міста та громади в усьому світі все частіше звертаються до передових технологій для досягнення своїх стратегічних економічних, екологічних, безпекових та інших цілей із загальною метою покращення якості життя мешканців.

Використання КРІ у містах і громадах є загальноприйнятою практикою, із загальновідомими загальними показниками для оцінки та вимірювання сучасних екосистем розумних міст [2]. У табл. 1 наведено приклади умовних ключових показників ефективності розумного міста на основі результатів для різних технологій.

Таблиця 1. КРІ розумного міста в залежності від технології

Технологія	Метрика КРІ	Платформи	Послуги	Міські програми
Давачі	<ul style="list-style-type: none">• Давачі на територію• Давачі на систему• Давачі на душу населення	<ul style="list-style-type: none">• Система управління дорожнім рухом• Моніторинг якості повітря	<ul style="list-style-type: none">• Розумна парковка• Якість повітря та погодні умови	<ul style="list-style-type: none">• Рух• Шум• Якість повітря• Інші
Бездротові мережі	<ul style="list-style-type: none">• Використання мережі• Точки доступу на територію• Точки доступу на душу населення	<ul style="list-style-type: none">• Мережа Wi-Fi• Сенсорна мережа• Мережа 5G (4G)• Оптиковолоконна локальна мережа	<ul style="list-style-type: none">• Точка доступу Wi-Fi• Муніципальні послуги• Послуги міських кіосків	<ul style="list-style-type: none">• Обслуговування громадян• Мобільність• Управління інфраструктурою
Дані	<ul style="list-style-type: none">• Обсяг даних• Число завантажень• Швидкість завантаження/відвантаження	<ul style="list-style-type: none">• База даних міста• Аналітика міських даних	<ul style="list-style-type: none">• Портал міських даних• Сервіси електронного голосування	<ul style="list-style-type: none">• Управління даними• Зберігання• Доступ• Об'єднання

Отже, розумне місто сьогодні має визначатися не лише кількістю технологій і нової інфраструктури чи послуг, а й вигодами, які отримують місто чи громада.

Література

1. Sustainable Cities: A KPI-Driven Sustainable Evaluation Framework for Smart Cities. [Electronic resource] – 2021. – Access mode: <https://d-nb.info/1250240832/34>.

2. Serrano M., Griffor E., Wollman D., Dunaway M., Burns M., Rhee S., Greer Ch., 2022. Smart Cities and Communities: A Key Performance Indicators Framework. NIST Special Publication 1900-206, USA. DOI: 10.6028/NIST.SP.1900-206.

УДК 004.9/069

Т. А. Липак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦИФРОВОМУ ЗБЕРЕЖЕННІ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

Т. Lyrak

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN THE DIGITAL PRESERVATION OF CULTURAL HERITAGE

Оцифровані артефакти відіграють важливу роль у збереженні матеріальної культури, включно з невеликими об'єктами, величною архітектурою та цілими об'єктами культурної спадщини. Кінцевою метою 3D-оцифрування культурної спадщини є створення точних, детальних і доступних цифрових двійників об'єктів, що становлять історичну та культурну цінність. Використання 3D-вимірювань і цифрової реконструкції у сфері культурної спадщини набуває все більшого значення в останні роки завдяки технологічному прогресу і більшій доступності технологій, які дають задовільні результати.

Дослідники виділяють ряд переваг 3D-оцифрування культурної спадщини:

- Можливість зберігати та захищати фізичні об'єкти та місця – цифрові двійники можуть функціонувати як резервна копія при пошкодженні чи знищенні оригінального об'єкта, їх можна використовувати для вивчення об'єкта без ризику його пошкодження.

- 3D-оцифрування може надати цінну інформацію для консервації та реставрації, дозволяючи експертам проаналізувати структуру і стан об'єкта та виявити потенційні проблеми, які можуть виникнути в майбутньому.

- Можливість надання доступу для ширшої аудиторії – цифровими двійниками можна ділитися онлайн або через віртуальну реальність, що може бути особливо цінним для об'єктів і місць, які важкодоступні або розташовані у віддалених районах.

- Профілактичне обслуговування фізичних активів – постійно відстежуючи дані з датчиків, встановлених на об'єкті, цифровий двійник може виявити будь-які аномалії і попередити обслуговуючий персонал до того, як відбудеться значне пошкодження, що допоможе запобігти дорогим простоям і ремонтам [1].

У сфері культурної спадщини для отримання, розробки та зберігання 3D-моделей використовуються різні методи, в тому числі з елементами штучного інтелекту, зокрема:

- *Структура із руху* (Structure-from-Motion, SfM) - це популярна методика 3D-реконструкції, яка відновлює тривимірний об'єм об'єкта з серії зображень, що показують різні ракурси і записані однією камерою. Методика включає етапи переміщення камери навколо об'єкта, отримання декількох зображень, ідентифікації особливостей, зіставлення та присвоєння позиції в тривимірному просторі. Час обробки та роздільна здатність реконструйованого об'єму пропорційні кількості різних знімків.

- *Структуроване світлове сканування* - техніка 3D-реконструкції, яка використовує проектор і камеру для зйомки серії візерунків, що проектуються на об'єкт під різними кутами. Візерунки створюють тіні на поверхні об'єкта, які фіксуються камерою і використовуються для реконструкції 3D-моделі. До переваг належать висока точність, можливість захоплення інформації про колір та висока швидкість сканування; недоліки – чутливість до навколишнього світла, обмежений діапазон, складність захоплення дрібних деталей, висока вартість обладнання.

- *Лазерне сканування* - популярний метод цифрового 3D-документування та збереження об'єктів культурної спадщини, що передбачає використання лазерного променя, який спрямовується на об'єкт, фіксує геометрію і текстуру поверхні,

вимірюючи час, за який лазер відбивається назад до сканера. Отримані дані хмари точок можна використовувати для створення 3D-моделей високої роздільної здатності об'єктів, будівель і цілих об'єктів спадщини. Лазерне сканування може зафіксувати складні форми і деталі, які важко отримати іншими методами. Однак може бути дорогим, вимагає технічних знань для роботи і може не підходити для об'єктів, чутливих до світла чи тепла.

- *Lidar* (LiDAR, Light Detection and Ranging) - це технологія дистанційного зондування, яка широко використовується у сфері культурної спадщини. LiDAR посилає імпульси світла на поверхню об'єкта і вимірює час, необхідний для повернення відбитого сигналу, що дозволяє створювати 3D хмари точок об'єкта з високою роздільною здатністю. LiDAR може швидко захоплювати великі площі і є особливо корисним для відкритих археологічних розкопок і великих споруд. Він також здатний захоплювати деталі важкодоступних ділянок, таких як внутрішні приміщення печер або дахи будівель. Однак LiDAR може бути дорогим і вимагає спеціалізованого обладнання, що робить його менш доступним, ніж інші методи 3D-сканування.

Для 3D-оцифрування культурної спадщини використовуються також фотограмметрія, багаторакурсне стерео (MVS) та камери, що знімають під час польоту (Time-of-Flight, ToF).

Група авторів [2] представили нову методологію, розроблену для створення 3D-моделей археологічних артефактів, яка зменшує час і зусилля, необхідні оператору. Підхід використовує просту систему технічного зору, встановлену на роботизованому маніпуляторі, який слідує заздалегідь визначеною траєкторією навколо об'єкта, що реконструюється. Роботизована система фіксує різні кути огляду об'єкта і присвоює 3D-координати, що відповідають позі робота, дозволяючи йому коригувати траєкторію, щоб пристосувати її до об'єктів різних форм і розмірів. Кутовий зсув між послідовними знімками також може бути точно налаштований в залежності від бажаної кінцевої роздільної здатності. Такий гнучкий підхід підходить для різних розмірів об'єктів, текстур і рівнів деталізації, що робить його ідеальним як для великих об'єктів з низькою деталізацією, так і для малих об'єктів з високою деталізацією. Записані зображення і призначені координати подаються в обмежену реалізацію алгоритму "структура з руху" (SfM), який використовує метод масштабно-інваріантного перетворення ознак (SIFT) для виявлення ключових точок на кожному зображенні. Використовуючи апріорні знання про координати та алгоритм SIFT, можна забезпечити низький час обробки при збереженні високої точності остаточної реконструкції.

Використання такої роботизованої системи для отримання зображень у заданому темпі забезпечує високу повторюваність і узгодженість різних 3D-реконструкцій, виключаючи помилки оператора в робочому процесі. Такий підхід дозволяє не тільки порівнювати схожі об'єкти, але й відстежувати структурні зміни одного й того ж об'єкта з часом. Запропонована методологія забезпечує значне покращення порівняно з методами фотограмметрії за рахунок скорочення часу та зусиль, необхідних для створення 3D-моделей, при збереженні високого рівня точності та повторюваності [2].

Загалом, цифрові двійники мають потенціал революціонізувати управління культурною спадщиною і стати справжніми "моделями знань". Оскільки технології продовжують розвиватися і ставати більш досконалими, можна очікувати на ще більш інноваційні застосування в майбутньому.

Література

1. Gabellone, F. 2022. Digital Twin: a new perspective for cultural heritage management and fruition. *Acta IMEKO* 11(1).
2. Marchello, G., Giovanelli, R., Fontana, E., Cannella, F., & Traviglia, A. (2023). Cultural heritage digital preservation through ai-driven robotics. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 48, 995-1000.

УДК 004.5, 004.9

Т. О. Крамар; О. М. Дуда, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ РЕАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

T. O. Kramar; O. M. Duda Ph.D.

RECONSTRUCTION METHODS OF REAL OBJECTS IN A DIGITAL ENVIRONMENT

З часом, через війни, природні катастрофи та людське втручання руйнується матеріальна культурна спадщина. Тому процеси відновлення елементів культурної спадщини викликають інтерес не лише істориків та культурологів, а й дослідників у галузі інформаційних технологій. З використанням інформаційних технологій можна ефективно відтворити старовинні експонати та відобразити їх в графічних середовищах. Результати досліджень у цій області сприяють точному відтворенню реальних об'єктів у вигляді комп'ютерних моделей та доповнюють наше розуміння історії, культурних та наукових аспектів людської цивілізації. Розширення області досліджень у сфері комп'ютерної графіки, обробки зображень та комп'ютерного зору стає все більш актуальним. Підходи, інформаційні технології, програмно-алгоритмічні комплекси та інструменти активно впроваджуються та широко використовуються для формування цифрової спадщини. Інформаційні технології та цифрова трансформація музеїв, бібліотек та архівів активно розвиваються, створюючи умови для проведення заходів масштабної цифровізації культурної спадщини.

Створення тривимірних об'єктів на основі геометричного моделювання та графічних методів на даний час є популярною областю наукових досліджень в галузі комп'ютерної графіки. Різноманітні підходи до формування графічних моделей широко застосовуються при оцифруванні історичної спадщини та розробці тривимірних ігор. Сучасні напрямки досліджень [1], такі як віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR), успішно впроваджуються засобами цифрових технологій для освіти в медичній галузі, оцифрування історичної та культурної спадщини, індустрії розваг, туризму, музеїв, архівів, бібліотек тощо. Ці інноваційні рішення та застосунки сприяють збереженню і відтворенню культурної спадщини та розширюють можливості доступу для широкої аудиторії громадян завдяки цифровим технологіям.

В [2] описано оригінальний метод реконструкції 3D об'єктів матеріальної культурної спадщини у віртуальному середовищі на основі поєднання геометричного моделювання, комп'ютерної графіки, VR та AR технологій. Метод складається з етапів:

- Збір даних про реальний об'єкт за допомогою 3D-сканера.
- Обробка отриманих даних та генерація тривимірної хмари точок.
- Видалення зашумлених даних та триангуляція поверхні об'єкта.

Цей метод зосереджений на реконструкції 3D-об'єктів шляхом заповнення прогалін.

Дослідники та розробники розглядають різні підходи до реконструкції реальних об'єктів у цифрових середовищах з використанням VR та AR технологій, зокрема:

- Автори [3] розробили метод 3D-моделювання, що дозволяє взаємодіяти, візуалізувати та управляти підземною міською інфраструктурою в режимі реального часу. Цей метод реалізовано у веб-застосунку, що використовує VR для взаємодії з геоінформаційною системою.

- Дослідники [4] описують експеримент із візуалізації просторово-часових 3D-даних з використанням VR-інтерфейсу на основі Unity 3D. При цьому вони описують реалізацію VR-застосунку.

- У статті [5] описано використання гібридної VR та AR системи для відображення оцифрованих об'єктів культурної спадщини. Автори задіяли середовище

Unity 3D для налаштування моделі з використанням HTC Vive для VR та Samsung Galaxy S7 для AR.

- В [6] описано метод реконструкції стародавніх об'єктів з розбитих фрагментів на основі обробки зображень засобами згорткових нейронних мереж (англ. Convolutional Neural Network – CNN).

- Автори [7] запропонували ненаскрізний метод класифікації на основі глибинного навчання для даних хмари точок, отриманих за допомогою лазерного сканування.

Зважаючи на активний розвиток цифрових технологій для реконструкції матеріальної культурної спадщини, доцільно відзначити, що завдяки використанню VR та AR можливо ефективно відтворити та зберегти об'єкти, які піддалися руйнуванню. Ці інноваційні технології дають змогу відтворювати вигляд та структуру об'єктів, формувати інтерактивні віртуальні середовища, що допомагають користувачам взаємодіяти з історичними артефактами та архітектурними пам'ятками. Такий підхід сприяє збереженню історичної спадщини та робить її доступнішою та зрозумілішою для широкої аудиторії, популяризуючи освіту в галузі історичної та культурної спадщини. Результати наукових досліджень у цій області вказують на те, що вдається не лише точно відтворити реальні об'єкти у вигляді комп'ютерних моделей, а й значно поглибити розуміння історичних, культурних, та наукових аспектів людської діяльності. Розширення досліджень у сферах комп'ютерної графіки та обробки зображень важливе для подальшого формування цифрової спадщини. Методи та інструменти, що розробляються в галузі інформаційних технологій, широко застосовуються для збереження та відтворення історичних та культурних артефактів. Однак, незважаючи на швидкий розвиток технологій, залишається невирішеним завдання оптимізації процесів вибору методів реконструкції 3D-об'єктів. Попри значний прогрес, на даному етапі розвитку AR та VR застосунків доцільно проаналізувати безпекові аспекти, що пов'язані з використанням цифрових технологій у реконструкції спадщини. Формування підходів та етичних директив для забезпечення історичної достовірності та культурологічного контексту відтворених об'єктів є важливою частиною подальшої розробки цих технологій. Активна взаємодія з експертами та представниками спільнот, які представляють об'єкти культурної спадщини, сприятиме створенню повнішого та вірного образу минулого.

Література

1. Sirazhiden, D. (2020). VR and AR technologies in the modern cultural space and their role in environmental education. In E3S Web of Conferences (Vol. 217). EDP Sciences.
2. Van Nguyen, S., Le, S. T., Tran, M. K., & Tran, H. M. (2022). Reconstruction of 3D digital heritage objects for VR and AR applications. *Journal of Information and Telecommunication*, 6(3), pp. 254-269.
3. Jurado, J. M., Ortega, L. M., & Felto, F. R. (2018). 3D Underground reconstruction for real-time and collaborative virtual reality environment, pp. 38–45. <https://doi.org/10.24132/CSRN.2018.2802.6>
4. Quant, H., Banerjee, S., & Banerjee, N. K. (2018). A virtual reality interface for interactions with spatio-temporal 3D data. In K. Schoeffmann et al. (Eds.), *MultiMedia Modeling. MMM 2018. Lecture Notes in Computer Science 10705*.
5. Li, Y., Chng, E., Cai, S., & See, S. (2018). Multiuser Interaction with Hybrid VR and AR for Cultural Heritage Objects. 3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE) held jointly with 2018 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018), pp. 1–8. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2018.8810126>
6. Rasheed, N. A., & Nordin, M. J. (2020). Classification and reconstruction algorithms for the archaeological fragments. *Journal of King Saud University -- Computer and Information Sciences*, pp. 883–894. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.09.019>
7. Kumar, A., Anders, K., Winiwarter, L., & Hofle, B. (2019). Feature relevance analysis for 3D point cloud classification using deep learning. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W5*, pp. 373–380.

УДК 621.391, 621.396

**М. О. Стрембіцький, к.т.н., доц.; О. І. Стрембіцька, PhD; І. І. Олійник; В. В. Батюк;
В. М. Слободян**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВУЗЛАМИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ

**M. O. Strembitskyi, PhD, Assoc. Prof.; O. I. Strembitska, PhD; I. I. Oliinyk;
V. V. Batiuk, V. M. Slobodjan**

ANALYSIS OF METHODS OF IMPLEMENTING COMMUNICATION BETWEEN NODES OF A DENTAL UNIT

Стоматологія в Україні займає важливе місце у сфері охорони здоров'я. Вона є невід'ємною частиною медичної системи країни і надає широкий спектр послуг у галузі дентального догляду. Розвиток стоматології в Україні відбувається в двох напрямках – навчання та перекваліфікація медичного персоналу та впровадження сучасного обладнання. Основними викликами, які постали перед галуззю в останні роки, є налагодження виробництва власного обладнання, яке б задовольняло потреби ринку.

Стоматологічна установка є основним функціональним обладнанням стоматологічного кабінету. Оскільки стоматологічна установка є складним обладнанням, яке включає декілька взаємопов'язаних вузлів, то важливим завданням при проектуванні є визначення та реалізації взаємодії між вказаними вузлами.

Взаємодія між вузлами стоматологічної установки відбувається із використанням електричних, пневматичних та гідравлічних сигналів. Найбільш перспективним напрямком є використання електричних аналогових та цифрових сигналів, оскільки використання такого типу зв'язку дозволяє зменшити габаритні розміри вузлів та робить можливим використання вузлів (блоки стоматологічних інструментів, сепаратори, тощо), які виготовлені із врахуванням можливості встановлення зв'язку шляхом використання електричних сигналів.

При проектуванні та виготовленні стоматологічних установок важливе значення має мінімізація механічних з'єднань, які впливають на технологічність та ремонтпридатність обладнання. Тому перевага надається використанню цифрових сигналів, які потребують меншої кількості проводів для реалізації зв'язку. Розвиток систем цифрового зв'язку та засобів їх апаратної реалізації створює можливість використання в обладнанні, у тому числі і стоматологічному, ряду протоколів передачі даних - CAN, RS-485, SPI, I2C, Ethernet, RS-232, USB, Bluetooth, Wi-Fi, тощо. Оскільки стоматологічні установки згідно із міжнародними стандартами класифікуються як медичне обладнання, тому при виборі протоколу передачі даних необхідно враховувати галузеві стандарти.

На сучасному етапі розвитку цифрових технологій, провідні місця серед протоколів передачі даних займає Ethernet. Використання Ethernet забезпечує плавну інтеграцію та зв'язок між вузлами стоматологічної установки, забезпечуючи обмін даними в реальному часі. У контексті стоматологічної установки використання Ethernet відповідає вказівкам, встановленим стандартом IEEE 802.3, який визначає використання кабелів, роз'ємів і комутаторів. Однак важливим недоліком при проектуванні стоматологічних установок з протоколом передачі даних Ethernet в контексті дрібносерійного виробництва є вартість елементів (кабелі, роз'єми, тощо), а також особливості програмного забезпечення, яке повинно підтримувати стандартизовані протоколи.

В умовах дрібносерійного виробництва доцільним є використання протоколів передачі даних, які не потребують використання дорогого апаратного забезпечення та їх реалізація дозволяє інтегрувати у стоматологічні установки додаткові вузли (табл. 1).

Таблиця 1 Порівняльна характеристика протоколів передачі даних

Параметр	Протокол передачі даних					
	RS-232	RS-485	SPI	I2C	USB	CAN
Максимальна кількість підключених пристроїв	1	32	4	128	127	110 (2.0B)
Кількість задіяних проводів (крім GND)	2	2 або 4	4	2	3	2
Максимальна швидкість передачі даних	115200 біт/с	10 Мбіт/с	50 Мбіт/с	100 кбіт/с	5 Гбіт/с (USB 3.0)	1 Мбіт/с (2.0B)
Дані, які можна передати за один цикл	8 біт	8 біт	8 біт	32 біти	до 512 байт	8 байтів
Відстань, на яку можна передати дані	15 м при 9600 біт/с	1200 м при 100 кбіт/с	до 2м	до 5м при 100 кбіт/с	до 3м (USB 3.0)	до 500м при 125 кбіт/с
Кабель	Неекраниований	Вита пара	Неекраниований	Екраниований	Екраниований	Вита пара
Порт мікроконтролера	UART	UART	SPI	I2C	USB	CAN
Завадостійкість	Ні	Так	Ні	Ні	Так	Так

Висновок. Важливою вимогою до протоколу передачі даних, який використовується в стоматологічних установках є завадостійкість, оскільки можливе використання інструментів, які в процесі роботи використовують високочастотний струм (діатермокоагулятори, тощо). Тому для використання у стоматологічних установках придатними є три основні протоколи передачі даних – USB, RS-485 та CAN. Використання протоколу передачі даних USB через невелику довжину кабелю створює обмеження при проектуванні вузлів стоматологічної установки. Аналіз використання протоколів передачі даних RS-485 та CAN у вузлах, які можна використати в процесі проектування стоматологічної установки (сепаратори, стоматологічні інструменти, тощо), свідчить що виробники обладнання віддають перевагу CAN. Його інтеграція у стоматологічну установку дозволяє проектувати виріб, який відзначається не лише технологічністю та ремонтпридатністю, але і дає можливість користувачеві отримувати додаткові функції за рахунок під'єднання до мережі CAN вузлів, роботу яких в іншому випадку потрібно було б контролювати додатково.

Література

1. Dain S. Medical Devices and Computer Networks: A Review of Communications Protocols. Journal of the American Medical Informatics Association. 1998. №1091. P. 991.
2. Ghassemi P., Caldato F., Garzia F. CANOpen Communication Protocol for Safety Critical Medical Devices. IEEE Latin America Transactions. 2019. №17(6). P. 1018-1025.
3. Biondi A., De Sio C., Manco M. Design and Verification of a CANOpen Communication Stack for Sensor Data Acquisition in Medical Devices. In 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). 2019. P. 1023-1028.
4. Safaei M., Sharifi S. Design and Implementation of a Smart RS485-Based Communication System for Medical Devices. Journal of medical signals and sensors. 2019. №9(2). P. 99-106.

УДК 004.41

В. Семенюк, В. Сенківський, В. Чичук, Б. Хоміцький, О. Кучма
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТІВ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ В СУЧАСНИХ ПРОЄКТАХ З РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

V. Semeniuk, V. Senkivskyi, V. Chychuk, B. Khomitskyi, O. Kuchma
**OVERVIEW OF CONTINUOUS INTEGRATION TOOLS IN MODERN SOFTWARE
DEVELOPMENT PROJECTS**

Безперервна інтеграція (Continuous Integration (CI)) – це концепція написання коду, яка змушує розробників програмного забезпечення вносити зміни та постійно переглядати код у сховищах контролю версій. Однією з головних переваг безперервної інтеграції є те, що можна легко та швидко виявляти помилки. Оскільки кожна внесена зміна зазвичай невелика, ви можете швидко визначити конкретну зміну, яка спричинила дефект. Останнім часом CI стала таким стандартним протоколом і набором базових елементів для розробки програмного забезпечення [1].

Гнучкі методології створили постійний безперервний цикл між клієнтами та командами розробників програмного забезпечення в режимі реального часу. Дотримуючись цієї ідеї, DevOps будується на принципі циклу зворотного зв'язку в реальному часі у процесі розробки SDLC, зменшуючи ризики зупинки роботи розробників через велику кількість дефектів, забезпечення якості (QA).

У минулому команда розробників могла працювати самостійно протягом тривалого часу та об'єднувати свої зміни в програмний код лише після завершення основної гілки. Це ускладнює злиття коду, а також дозволяє накопичувати помилки без виправлення протягом тривалого часу [2]. Такі фактори не сприяли швидкому наданню клієнтам оновлень.

Розглянемо основні інструменти неперервної інтеграції.

Jenkins – одне з найпоширеніших програмних безкоштовних рішень CI з відкритим кодом. Це хмарний сервіс CI, написаний на Java, який працює на веб-сервері. Тисячі користувачів у всьому світі використовують Jenkins, оскільки він дає змогу швидко створювати та виконувати автоматизовані тести. Основні властивості:

- Безкоштовне.
- Налаштування робочого процесу.
- Велика кількість плагінів.
- Легка інсталяція для основних операційних.
- Орієнтовано на розробників.
- Добре відома та авторитетна компанія.

TeamCity – це універсальне бізнес-рішення CI, яке можна використовувати безкоштовно при кількості проєктів до 100. Можна запускати паралельні конструкції за допомогою TeamCity одночасно, використовувати мітки тощо. TeamCity легко встановити завдяки зручному інтерфейсу [3]. Основні властивості:

- Безкоштовно до 100 проєктів.
- Три потоки з трьома агентами збирання коду одночасно.
- Можна імпортувати вихідний код з двох різних VCS в одній компіляції.
- Можливість замінити тестувальників програмними агентами.
- Дозволяє перевіряти зміни без фіксації VCS.

Vamboo є продуктом від Atlassian і має швидкий і ефективний графічний інтерфейс користувача. Цей інструмент популярний серед розробників, які використовують інші інструменти Atlassian [4]. Vamboo дозволяє створювати та об'єднувати нові гілки після автоматичного тестування. Основні властивості:

- Ефективна інтеграція з іншими інструментами Atlassian.
- Хороший спосіб надання сповіщень.
- Просте управління масштабуванням CI компанії.
- Автоматизація тестування.
- Автоматичне розпізнавання окремих збірок.

Buddy – це інструмент автоматизації DevOps для постійної інтеграції та розгортання. Цей інструмент був розроблений для роботи з проєктами на основі коду репозиторію Bitbucket і GitHub [5]. Buddy – це бізнес-інструмент із простим і легким у використанні інтерфейсом і оптимізованим дизайном. Служба, орієнтована на клієнта, підтримується 24 години на добу без вихідних і може бути встановлена на пристрій у версії клієнта. Основні властивості:

- Інтуїтивний інтерфейс користувача.
- Інтуїтивно зрозумілий дизайн процесу розгортання.
- Підтримка докерів.
- Доступні попередні налаштування та підказки.
- Забезпечує складну автоматизацію та потребує фундаментальних знань.
- Можливість модифікувати розроблений код.
- Клонування, змінна та універсальна автоматизація приміток.

GitLab CI – це продукт із відкритим кодом і безкоштовний інструмент постійної інтеграції. API GitLab має високий ступінь масштабування, його легко встановити та налаштувати для проєктів, розміщених на GitLab. Окрім тестування та створення проєктів, GitLab CI може використовуватись, де процес розробки потребує вдосконалення. Розробники GitLab вибирають індивідуальний GitLab CI, не замислюючись, оскільки безперервна інтеграція проєкту досягається автоматично [6].

Варто звернути увагу на такі властивості цього продукту:

- Підтримка Docker.
- Конфігурація сервера швидкої збірки.
- Працює на кількох машинах одночасно.
- Сильна інтеграція продукту можлива за допомогою API.
- Опція захисту конфіденційних даних проєкту.

Коли компанія практикує CI, уся її робота регулярно інтегрується в основну вітку коду (розпізнається як магістральна або головна). Дослідження показали, що робота компанії покращується, коли розробники мають можливість об'єднувати свій програмний код з основною віткою. Перед фактичним злиттям проводиться серія автоматизованих перевірок, щоб переконатися, чи не виникають помилки регресії [7]. Якщо ці програмні продукти містять дефекти, команда зазвичай зупиняється, щоб виправити помилки.

Усі подальші процеси повинні використовувати пакети, створені збіркою CI. Ці побудови мають бути чисельними та відтворюваними. Принаймні раз на день потрібно успішно запускати процес складання проєкту з виконанням набору автоматичного тестування. Починають із написання багатьох тестів, які охоплюють пріоритетну з точки зору якості функціональність системи. Після цього перевіряють усі нові функції. Ці тести повинні бути проведені швидко для отримання оперативного зворотного зв'язку від розробників. Принаймні один раз на день тести повинні пройти успішно. Зрештою, розробники отримуватимуть інформацію щоденно, якщо тести пройдуть

успішно та код буде злитий з основною віткою. Система CI, яка виконує автоматичне тестування, також повинна візуалізувати статус команди. Не рекомендується використовувати повідомлення електронною поштою; багато людей ігнорують сповіщення електронною поштою або створюють фільтр, який приховує повідомлення. Системні сповіщення чату є кращим і популярнішим способом досягнути цього. Безперервна інтеграція часто включає додаткові дії, які також передбачають вищу продуктивність розробки програмного забезпечення.

Стиль побудови, зосереджений на основній вітці коду, де розробники будують невеликі ділянки та об'єднують свої завдання в окрему вітку принаймні щодня, а не на довготривалих вітках додатків. Для CI потрібне автоматизоване модульне тестування. Ці тести мають бути достатньо всебічними, щоб гарантувати належне функціонування програмного забезпечення. Тести також мають тривати кілька хвилин або менше. Якщо автоматизоване модульне тестування триває довше, розробники не хочуть запускати його часто. Якщо тести виконуються рідко, результати багатьох різних змін можуть ускладнити локалізацію помилок та відладку. Тести, які проводяться рідко, важко підтримувати.

Складно створити супроводжувані пакети модульних тестів. Хорошим вирішенням цієї проблеми є практика розробки, керованої тестуванням (TDD). TDD надає багато переваг: одна полягає в тому, що розробники пишуть гнучкий, зручний для тестування код, який, як наслідок, зменшує витрати на обслуговування автоматизованих наборів тестів. Багато компаній не мають пакетів модульних тестів, які можна підтримувати, і все ще не практикують TDD.

Таким чином, CI гарантує безперервну роботу команди проєкту. Впровадження CI дає більшу швидкість розгортання, надійніші системи та якісніші програми. Перевага CI є значною. Останні дослідження підтверджують це твердження, допомагаючи підкреслити зв'язки між створенням, проєктуванням і впровадженням програмного забезпечення. Постійна інтеграція в проєкти допомагає знизити ризики організації роботи команди.

Література

1. Fowler, Martin, and Matthew Foemmel. "Continuous integration." (2006).
2. Hüttermann, Michael. "Introducing DevOps." DevOps for Developers. Berkeley, CA: Apress, 2012. 15-31.
3. Melymuka, Volodymyr. TeamCity 7 continuous integration essentials. Packt Publishing, 2012.
4. Brechner, Eric. Agile project management with Kanban. Pearson Education, 2015.
5. Vanbrabant, Bart, Thomas Delaet, and Wouter Joosen. "Authorizing and directing configuration updates in contemporary IT infrastructures." Proceedings of the 3rd ACM workshop on Assurable and usable security configuration. 2010.
6. Arefeen, Mohammed Shamsul, and Michael Schiller. "Continuous Integration Using Gitlab." Undergraduate Research in Natural and Clinical Science and Technology Journal 3 (2019): 1-6.
7. Senapathi, Mali, Jim Buchan, and Hady Osman. "DevOps capabilities, practices, and challenges: Insights from a case study." Proceedings of the 22nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering 2018. 2018.

УДК 004.41

А. Вивюрка, Л. Мариненко, О. Нога, Б. Хоміцький, Т. Ланевич
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ CI/CD В ГНУЧКИХ ТЕХНОЛОГІЯХ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

A. Vyviurka, L. Marynenko, B. Khomitskyi, O. Noha, T. Lanevych
**RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF CI/CD PROCESSES IN AGILE SOFTWARE
DEVELOPMENT TECHNOLOGIES**

Процеси безперервної інтеграції (Continuous Integration – CI) та безперервного розгортання (Continuous Deployment – CD) були популяризовані наприкінці 90-х як частина eXtreme Programming [1], що загалом належить до гнучких (Agile) технологій розробки [2]. Поточні IT-стратегії значною мірою залежать від здатності компаній впроваджувати зміни або виправлення гнучким чином та безпомилково. Потреба в автоматизації різко зростає з розвитком технологій, оскільки останні десятиліття методи водоспадної розробки програмного забезпечення були замінені гнучкими підходами до розробки програмного забезпечення.

В даній доповіді пропонується фреймворк для дослідження проєктів з розробки програмних продуктів з метою оцінювання ефективності процесів розробки з впровадженням CI/CD. Для досягнення цієї мети пропонується оцінювати процеси за такими характеристиками.

1. Можливість впровадження технологій Agile в процеси тестування.
2. Ефективність комунікації в команді та в рамках проєкту між командами.
3. Збільшення продуктивності роботи розробників.
4. Збільшення передбачуваності проєкту.

Можливість впровадження гнучких технологій тестування завдяки гнучкій інтеграції розглядалась в роботі [3]. Безперервна інтеграція вважається важливою для підтримки гнучкого тестування. Вважається, що гнучке тестування включає в себе такі практики, як визначені клієнтом приймальні (acceptance) тести, автоматизація цих тестів і їх виконання в наборі регресійних тестів щонайменше щодня, а також розробка модульних (unit) тестів для всього нового коду під час кожної ітерації (спринту) з наступним виконанням цих модульних тестів з кожною збіркою. Задача дослідження полягатиме виявленні того, чи використовуються на проєкті модульні тести з їх автоматичним виконанням.

Задача оцінки ефективності спілкування полягає в тому, щоби при дослідженні проєкту інформація про дефекти автоматично формувалась на надсилалась усім зацікавленим сторонам включно з розробником. Тобто даний пункт досліджень логічно побудований на наявності автоматичних модульних тестів та необхідності застосування процесів інтеграції. Тоді при невдалому завершенні будь-якого тесту формуватиметься відповідний звіт та надсилатиметься тому, хто створив частину програмного коду, котра спричинила збій. Тобто проєктний менеджер чи тестувальник не затратиме час на формування таких звітів і їх розсилку. Особливо це актуально, коли над проєктом працює декілька команд, і коли часка затрат комунікацію та узгодження процесів розробки між командами значно зростає.

Безперервна інтеграція сприяє збільшенню продуктивності розробників завдяки очевидній можливості паралельної розробки, тобто роботи декількох програмістів над одним і тим же програмним кодом. Як наслідок, зменшується час на компіляцію та тестування кожним розробником та надає йому можливість впровадити більше нових властивостей (вимог) та змін. Крім того, в роботі [4] розраховано чистий прибуток від

впровадження безперервної інтеграції шляхом вимірювання часу, зекономленого завдяки тому, що розробники не здійснювали компіляцію вручну та не проводили тестування перед кожною операцією коміту, оскільки ці процеси виконувались автоматично в рамках безперервної інтеграції. Це означає, що основна перевага постійної інтеграції полягає в економії часу для розробників.

Можливість точнішої оцінки прогресу проєкту та термінів його завершення відносно проміжних етапів та кінцевого терміну відповідно розглядалась, наприклад, в роботах [5] та [6]. Актуальна інформація про покриття продукту тестами, відсоток успішно виконаних та кількість дефектів дозволяє оперативнo вживати управлінські заходи, як то зміна пріоритетів, перерозподіл завдань, залучення необхідних ресурсів, та дотримуватись графіку виконання проєкту. Зокрема, проєктний менеджер матиме змогу виявляти проблеми на ранніх етапах, запроваджувати раннє тестування нефункціональних вимог.

Таким чином, впровадивши даний фреймворк, можна досягнути позитивних результатів завдяки впровадженню процесів CI/CD у Agile-проєктах. Ми дійшли висновку, що існує не одна, а декілька переваг постійної інтеграції. Для кожного проєкту можна виявити взаємозв'язок між безперервною інтеграцією та гнучкими методами тестування автоматизованих тестів клієнта та написанням модульних тестів у поєднанні з новим початковим кодом. При цьому недослідженими залишаються наступні питання. Наприклад, чи підтримує безперервна інтеграція практику модульного тестування, чи, навпаки, вони підтримують один одного. Також важко відокремити вплив безперервної інтеграції на практику автоматизованого α - та β -тестування від контекстних факторів (таких як організаційна структура, культура та доступність клієнтів).

Питання підвищення продуктивності розглянуто в аспекті збільшення кількості завдань, виконаних розробником. Проте його продуктивність в контексті обсягу написаного програмного коду залишається незмінною. Тобто економія часу не зовсім очевидна в кожному проєкті. Звичайно, ефекти, які обговорюються в цій статті, не становлять вичерпний перелік переваг постійної інтеграції. Однак можна стверджувати, що краще розуміння потенційних відмінностей у реалізаціях CI/CD-процесів та їхніх наслідків може допомогти проєктам сформулювати свою безперервну інтеграцію таким чином, щоб оптимізувати переваги, яких вони прагнуть досягнути.

Література

1. Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained* Addison-Wesley. Reading.
2. Agile alliance: manifesto for agile software development. Available at: <http://agilemanifesto.org> [retrieved 10.10.2022].
3. Stolberg, S. (2009, August). Enabling agile testing through continuous integration. In 2009 agile conference (pp. 369-374). IEEE.
4. Miller, A. (2008, August). A hundred days of continuous integration. In Agile 2008 conference (pp. 289-293). IEEE.
5. Goodman, D., & Elbaz, M. (2008, August). "It's Not the Pants, it's the People in the Pants" Learnings from the Gap Agile Transformation What Worked, How We Did it, and What Still Puzzles Us. In Agile 2008 conference (pp. 112-115). IEEE.
6. Liu, H., Li, Z., Zhu, J., Tan, H., & Huang, H. (2009, July). A unified test framework for continuous integration testing of SOA solutions. In 2009 IEEE International Conference on Web Services (pp. 880-887). IEEE.

УДК 004.94

Д. С. Матюк¹, М. В. Деркач^{1,2}, канд. техн. наук, доц.

(¹Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Україна)

(²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКА СПЕКТРАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОТУЖНОСТІ ЕЕГ СИГНАЛУ

D. S. Matiuk, M. V. Derkach, Ph.D., Assoc. Prof.

ESTIMATION POWER SPECTRAL DENSITY OF EEG SIGNAL

За останні декілька років вирости технічні можливості пристроїв, які формують фундамент розробки, відповідно прогресували нейрокомп'ютерні інтерфейси (НКІ) для управління пристроями та програмним забезпеченням. Розвивається можливість друкувати та малювати за допомогою ментальних команд, керувати курсором при роботі з ПК без допомоги рук, що допомагає людям з обмеженими можливостями після травм чи захворювань продовжувати жити повноцінним життям.

НКІ є системою, створеною для одностороннього або двостороннього обміну даними між мозком і електронним пристроєм за допомогою електричних сигналів. При такому підході для того, щоб зчитати та оцифрувати сигнали мозку та нервової системи, які потім використовуються при розробці мобільних та інших програм, електроди встановлюються на голові кожного конкретного користувача методом електроенцефалограми (ЕЕГ).

Активність мозку людини визначається безпосередньо роботою його сполучного нейронного комплексу, що передбачає ритмічність, динаміку та побудову ЕЕГ. Сполучна функція формації обумовлює відносну ідентичність та симетричність сигналів між усіма структурами мозку. Як правило, після етапу попередньої обробки з отриманих сигналів ЕЕГ виділяються деякі значущі характеристики, а потім виконується етап класифікації для інтерпретації намірів людини.

Для задачі класифікації потужність ЕЕГ сигналу в кожному з частотних діапазонів, таких як дельта, тета, альфа, бета та гамма хвилі, є важливою характеристикою. Першим кроком для її обчислення є пошук спектральної щільності потужності (PSD) сигналу за допомогою метода Уелча. Метод оцінки полягає в тому, що для кожного сегмента обчислюється модифікована періодограма. Тобто спектральна оцінка є середнім значенням періодограм:

$$\hat{S}_w(f) = \frac{1}{P} \sum_{p=0}^{P-1} \hat{S}^{(p)}(f), \quad (1)$$

де P – кількість модифікованих періодограм, що обчислюються по кожному зваженому сегменту $0 \leq p \leq P-1$:

$$\hat{S}^{(p)}(f) = \left| \sum_{k=0}^{D-1} x^{(p)}(k) e^{-i2\pi f k T_d} \right|^2 \left[f_d \sum_{n=0}^{D-1} w^2(n) \right]^{-1}. \quad (2)$$

Зважений сегмент відліків отримаємо в результаті множення кожного сегменту p на вікно даних:

$$x^{(p)}(n) = w(n)x(pS + n), 0 \leq n \leq D - 1, \quad (3)$$

де $w(n)$ – відліки вікна даних.

Максимальна кількість сегментів дорівнює цілій частині числа $I+(N-D)/S$, де D – кількість відліків в кожному сегменті; сусідні сегменти зсунені на S відліків ($S \leq D$); $x(n)$, $n = 0, \dots, N-1$ – вхідний сигнал довжиною N .

Отже, частотний спектр обчислено за допомогою методу Уелча без спеціальної функції вікна. В результаті було отримано спектральну щільність потужності в залежності від частоти, що показано на рис.1.

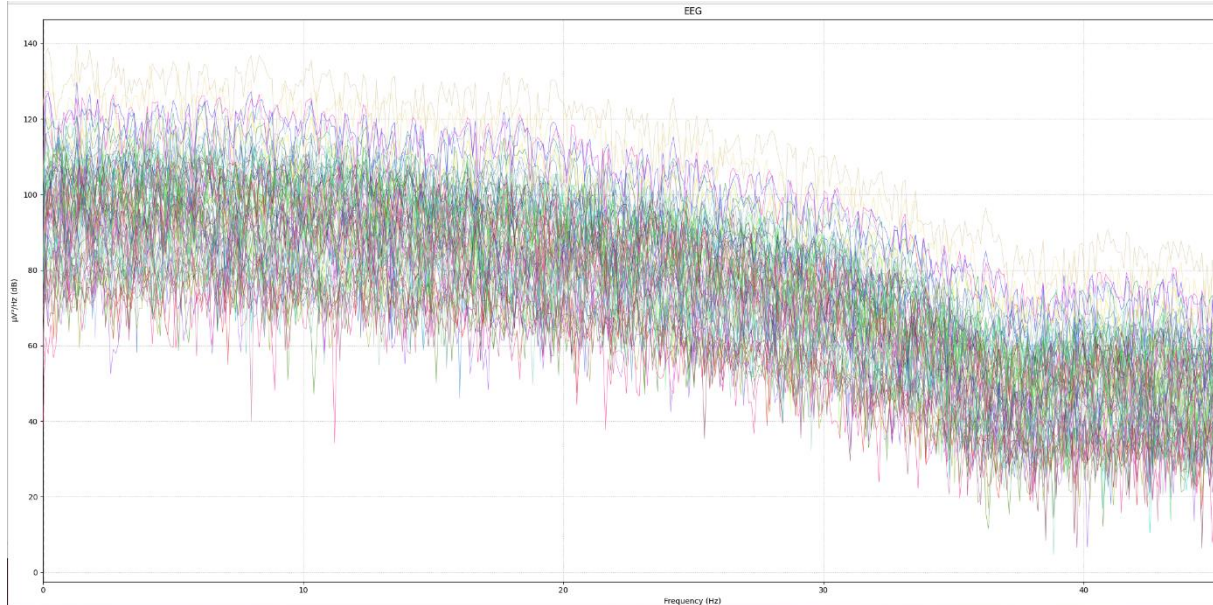


Рисунок 1. Візуалізація PSD EEG сигналу

Для моделювання НКІ використано EEG гарнітуру - Emotiv EPOC+. Гарнітура оснащена 16 датчиками, два з яких є гіроскопами, що дозволяє пристрою визначати положення голови. Інші 14 датчиків формують реальні канали, по яких дійсно йде сигнал, в свою чергу кожен датчик генерує дельта, тета, альфа, бета та гамма хвилі, тобто загальна кількість каналів дорівнює 70. Вбудовані сенсори дозволяють аналізувати людську поведінку, роботу мозку, міміку обличчя. Також дозволяє отримати ментальні команди, приймати моргання та вирази обличчя. API дає можливість розібрати хвилювання, розслаблення, стрес, залучення, інтерес, фокус.

Моделювання дало змогу оцінити спектральну щільність потужності з отриманих сигналів EEG, виділити ментальні команди та класифікувати їх.

Після цього кожен клас пов'язано з певною командою. У цьому контексті від користувача часто вимагається зосередитися на когнітивне завдання або зовнішню стимуляцію, щоб викликати реакцію мозку. Завершальним кроком є інтеграція моделі у систему нейроінтерфейсу. Інтегрована модель допомагає користувачам розпізнавати та інтерпретувати мозкову активність й перетворювати її на реальні дії, наприклад для керування курсором при роботі з ПК.

Література

1. Thakor, N.V. Biopotentials and Electrophysiology Measurements. In Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Electromagnetic, Optical, Radiation, Chemical, and Biomedical Measurement, 2nd ed.; Webster, J.G., Eren, H., Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2017; pp. 1–7.
2. Baniqued, P.D.E.; Stanyer, E.C.; Awais, M.; Alazmani, A.; Jackson, A.E.; Mon-Williams, M.A.; Mushtaq, F.; Holt, R.J. Brain-Computer Interface Robotics for Hand Rehabilitation after Stroke: A Systematic Review. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2021, 18, 15.

УДК 004.056, 004.8

М. В. Онай, к.т.н., доцент, А. І. Северін

(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)

КОМПЛЕКСНИЙ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИВАТНОСТІ В МАШИННОМУ НАВЧАННІ

M. V. Onai, PhD, Assoc. Prof., A. I. Severin

COMPREHENSIVE COMPARATIVE ANALYSIS OF PRIVACY-PRESERVING METHODS IN MACHINE LEARNING

З точки зору захисту приватності наборів даних, ключовими загрозами є атаки на логічний висновок [1]. Наприклад, атаки логічного висновку (inference attack) дозволяють зловмиснику зробити висновок про використання конкретного профілю пацієнта для навчання класифікатора, пов'язаного із захворюванням. Іншим прикладом є атаки на інверсію моделі (model inversion attacks), які можуть використовувати доступу «чорної скриньки» до моделей передбачення для оцінки аспектів геномної інформації особи. Також, глибокий витік із градієнтів (deep leakage from gradients) може виводити приватні дані зі спільних градієнтів, що виникають при використанні машинного навчання у завданнях комп'ютерного зору та обробки природної мови.

Основними способами забезпечення захисту приватних наборів даних є [2-11]: генерація синтетичних наборів даних, обробка приватних наборів даних (анонімізація даних, диференційна приватність, гомоморфне шифрування), федеративне навчання. Генерація синтетичних наборів даних (synthetic data generation), що полягає в генерації штучних даних за певним алгоритмом (наприклад, прихована модель Маркова або генеративні конкуруючі нейронні мережі) з наміром перенести результати навчання на реальні дані. Анонімізація даних – це процес захисту приватної інформації шляхом видалення або зміни ідентифікаторів (наприклад, придушення атрибутів, перестановка даних, підміна даних, узагальнення, дисперсія чисел та дат), які з'єднують особу із збереженими даними [10, 11]. Диференційна приватність – метод захисту даних, який захищає конфіденційність користувача шляхом додавання випадкового шуму до даних. Його метою є забезпечення жорстких статистичних гарантій того, що зловмисник не зможе зробити висновок про приватні дані, на основі результатів даних, що отримані за допомогою рандомізованого алгоритму. Гомоморфне шифрування – це форма шифрування, яка дозволяє виконувати обчислення над зашифрованим текстом, розшифрований результат яких буде таким самим, як і результат операцій над відкритим текстом [5]. Федеративне навчання (federated learning) [6, 12] – децентралізований архітектурний підхід, ідея якого полягає в навчанні алгоритму штучного інтелекту на різних кінцевих пристроях або серверах, які містять локальні набори даних. Ці дані залишаються на пристрої під час навчання, тобто вони не обмінюються між пристроями. Такий підхід відрізняється від традиційних централізованих методів машинного навчання, коли всі зразки даних завантажуються на один сервер, а також від більш класичних децентралізованих підходів, які припускають, що локальні зразки даних рівномірно розподіляються між пристроями.

Порівняльний аналіз методів захисту приватних наборів даних було проведено використовуючи наступні п'ять критеріїв: складність, практичність, потреба у великій кількості даних для використання методу, надійність, точність системи штучного інтелекту (на модифікованих даних). На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що генерація синтетичних наборів даних є практичним і надійним методом, але досить складним і вимагає великої кількості вхідних даних для формування більш

точної системи штучного інтелекту. Анонізація даних досить проста, практична і не потребує великих масивів даних, але цей метод недостатньо надійний. Диференціальна конфіденційність – це практичний метод, який вимагає великих наборів даних, і залежно від кількості використовуваного шуму ефективність захисту може варіюватися від дуже надійного, але неточного в оцінці результатів, до ненадійного, але дуже точного. Гомоморфне шифрування є надійним і може бути використане для побудови високоточних систем, але цей метод є обчислювально витратним, і може застосовуватися до обмеженого класу завдань. Федеративне навчання є надійним і точним методом без розповсюдження локальних даних навчання, але його передумовою є наявність принаймні декількох незалежних користувачів, що мають достатньо даних для навчання.

Розглянуто основні типи атак на системи машинного навчання, а також проаналізовано методи протидії атакам (їх переваги та недоліки), що загрожують витоку приватних даних. Зокрема, були розглянуті методи генерування синтетичних даних, анонізацію даних, диференційну приватність, гомоморфне шифрування та федеративне навчання. Актуальними напрямками подальших досліджень є розроблення альтернативних і модифікація існуючих методів захисту приватних наборів даних, які дозволять мінімізувати розглянуті недоліки.

Література

1. Xu R. Privacy-preserving machine learning: Methods, challenges and directions / R. Xu, N. Baracaldo, J. Joshi. // arXiv preprint arXiv:2108.04417. — 2021 — DOI: 10.48550/arXiv.2108.04417.
2. Lauter K. Faculty Summit 2017: Private AI [Electronic resource] / Kristin Lauter // Microsoft Research. — 2017. — Access mode: https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2017/07/Private_AI_Kristin_Lauter.pdf.
3. Nikolenko S. I. Synthetic Data for Deep Learning [Electronic resource] / Sergey I. Nikolenko. — 2019. — Access mode: <https://arxiv.org/pdf/1909.11512.pdf>.
4. Dwork C. The Algorithmic Foundations of Differential Privacy [Text] / C. Dwork, A. Roth. // Foundations and Trends® in Theoretical Computer Science. — 2014. — Vol. 9, №3-4. — С. 211–407. — DOI 10.1561/04000000042.
5. Minelli M. Fully homomorphic encryption for machine learning [Text] / Michele Minelli., 2018. — 157 p.
6. Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. [Text] / [H. Brendan McMahan, E. Moore, D. Ramage and others]. — 2016.
7. Konečný J. Federated Optimization: Distributed Optimization Beyond the Datacenter [Electronic resource] / J. Konečný, B. McMahan, D. Ramage. — 2015. — Access mode: <https://arxiv.org/pdf/1511.03575.pdf>.
8. Abadi M. Learning to Protect Communications with Adversarial Neural Cryptography [Electronic resource] / M. Abadi, D. G. Andersen. — 2016. — Access mode: <https://arxiv.org/abs/1610.06918>.
9. Lindell Y. Secure Multiparty Computation (MPC) [Electronic resource] / Yehuda Lindell — Access mode: <https://eprint.iacr.org/2020/300.pdf>.
10. Data Anonymization Techniques [Electronic resource]. — 2019. — Access mode: <https://www.solarwindsmsp.com/blog/data-anonymization-overview>.
11. Guide to basic data anonymisation techniques [Electronic resource] // Personal Data Protection Commission Singapore (PDPC). — 2018. — Access mode: https://iapp.org/media/pdf/resource_center/Guide_to_Anonymisation.pdf.
12. Brendan McMahan H. Federated Learning: Collaborative Machine Learning without Centralized Training Data [Electronic resource] / H. Brendan McMahan, D. Ramage. — 2017. — Access mode: <https://ai.googleblog.com/2017/04/federated-learning-collaborative.html>.

УДК 004.75

А. С. Хом'як

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ У СЛУЖБАХ ЧАТ-БОТІВ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ ЧЕРГИ ЗАПИТІВ ДЛЯ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ

А. Khomiak

REALTIME PROCESSING EFFICIENCY IMPROVEMENT IN CHATBOT SERVICES THROUGH THE USE OF REQUEST QUEUES FOR LOAD BALANCING

Зростаюча потреба у швидкому, ефективному обробленні природної мови у чат-ботах вимагає архітектури, здатної до швидкої відповіді та масштабованої продуктивності. Запропонована архітектура задовольняє ці вимоги, інтегруючи брокер повідомлень RabbitMQ для посередництва між API для генерації тексту та робочими вузлами з GPU.

Представлена система (зображена на рисунку 1) включає три ключові компоненти: API для генерації тексту, RabbitMQ як брокер повідомлень та робочі вузли, оснащені GPU. API для генерації тексту служить вхідною точкою для зовнішніх запитів. RabbitMQ забезпечує ефективне управління чергами повідомлень та їх розподілом. Робочі вузли, оснащені високопродуктивними GPU (Nvidia A100), керують обчислювально-інтенсивними завданнями генерування тексту.

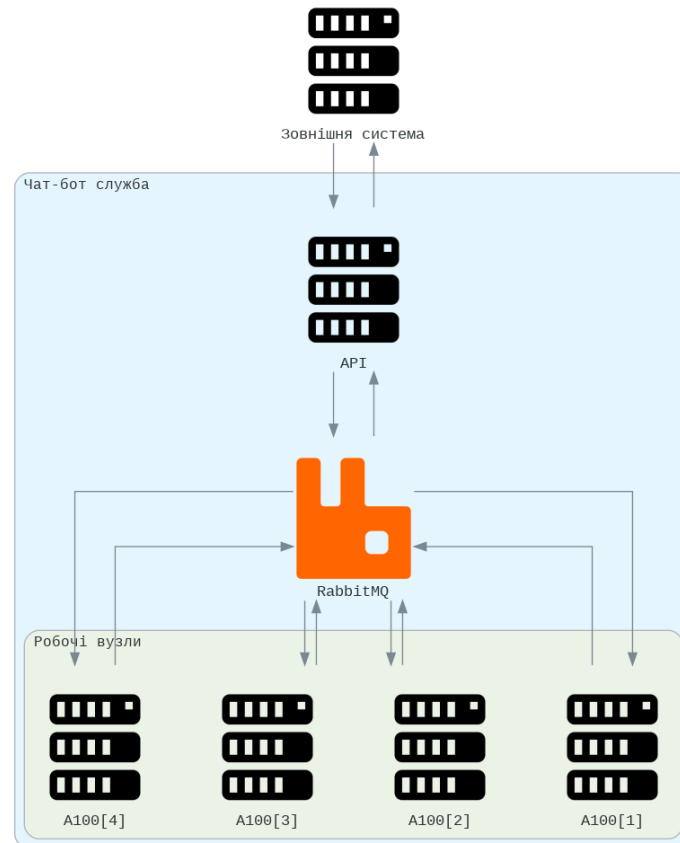


Рисунок 1. Запропонована архітектура чат-бот служби

RabbitMQ є основою нашої архітектури, що забезпечує асинхронне спілкування між API та робочими вузлами, тим самим розділяючи ці компоненти. Таке рішення дозволяє безперервно масштабувати та керувати змінними навантаженнями без зниження продуктивності. Після отримання запиту, API передає його до спеціально визначеної черги RabbitMQ. Цей механізм зменшує затримку API, оскільки він уникає необхідності синхронної обробки робочими вузлами, тим самим полегшуючи швидку обробку вхідних запитів.

Кожен робочий вузол в цій архітектурі оснащений GPU, спеціально призначеними для завдань глибокого навчання. Ці GPU значно прискорюють обробку моделей природної мови, що є критичним фактором для чат-ботів в реальному часі. Робочі вузли постійно слідкують за чергою RabbitMQ на предмет вхідних запитів. Після отримання запиту, робочий вузол обробляє його та передає результат назад до API через чергу відповідей в RabbitMQ.

Однією з помітних переваг цієї архітектури є її вроджена масштабованість. RabbitMQ ефективно розподіляє завдання між робочими вузлами, дозволяючи збалансоване розподілення навантаження. Це, разом з обчислювальною потужністю GPU, дозволяє системі масштабуватися для реагування на зростаючі обсяги запитів без компромісів у часі відповіді. Простота масштабування досягається за рахунок відсутності потреби в зміні конфігурації при зміні кількості робочих вузлів, чого не можна досягнути використовуючи підходи на основі реверс-проксі та традиційні розподільвачі навантаження без автоматичного виявлення служб (service discovery), що може бути неможливим у випадку гібридних розгортань. Це, зокрема, дозволяє використовувати обчислювальні потужності, які можуть бути економічно вигідними однак географічно віддаленими від основних компонентів системи.

Література

1. "Distributing messages using RabbitMQ with advanced message exchanges," Int. J. Res. Stud. Comput. Sci. Eng., vol. 6, no. 2, 2019.
2. S. T and S. N. K, "A study on Modern Messaging Systems- Kafka, RabbitMQ and NATS Streaming," CoRR, vol. abs/1912.03715, 2019. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1912.03715>
3. J. Dizdarevic, M. Michalke, and A. Jukan, "Engineering and Experimentally Benchmarking Open Source MQTT Broker Implementations," 2023. [Online]. Available: [arXiv:2305.13893](https://arxiv.org/abs/2305.13893)

УДК 004

Ю. Ю. Дзюбак; Ю. З. Лещинин, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ УСПІШНОСТІ ТА ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ ПІД ПОТРЕБИ ОКРЕМОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Y. Y. Dziubak; Y. Z. Leschyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF CREATING A COMPUTERIZED ACCOUNTING SYSTEM FOR SUCCESS AND ATTENDANCE BY STUDENTS AS REQUIRED BY AN INDIVIDUAL HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

На комерційному рівні є велика кількість варіантів реалізації комп'ютеризованих систем (КС) обліку успішності та відвідування занять здобувачами освіти. В західних країнах діджиталізація навчального процесу є розвинутішою, чим в навчальних закладах України. Причиною є те, що наша країна стоїть на початку розвитку інформаційних технологій для сфери освіти. Проте гостра необхідність віддаленої освіти стимулює діджиталізацію освітньої діяльності, введення комп'ютерно-інформаційних освітніх систем.

Оскільки, ступінь розвитку діджиталізації освітньої діяльності тільки починає набирати обертів в Україні, кількість подібних сервісів ще не така значна, як за кордоном. При цьому, багато установ, які вводять дистанційне навчання і сервіси автоматизації навчального процесу, є відділеннями зарубіжних інститутів і середніх навчальних закладів.

Тому доцільність створення системи такого плану під потреби окремого, конкретно виділеного, вищого навчального закладу має дві сторони – сторону переваг створення індивідуальної системи і, водночас, сторону проблем, котрі необхідно буде вирішити задля того, аби така система могла з'явитися та успішно функціонувати.

Переваги створення КС для конкретного вищого навчального закладу:

- система, на відміну від універсальних аналогів, буде побудована конкретно за побажаннями замовників, з урахуванням усіх необхідних особливостей у своїй структурі та функціоналі;
- система буде унікальною;
- створення такої системи студентами, котрі і навчаються у навчальному закладі, для якого буде створюватися дана КС, або хоча б їх залучення до створення такого продукту у певній мірі підвищить престижність даного навчального закладу та їх мотивацію та конкурентоздатність на ринку праці;
- у разі створення системи власними зусиллями на її розробку піде мінімум матеріальних ресурсів;
- створену систему можна буде вдосконалювати та функціонально доповнювати власними силами;
- створену систему можна буде зробити універсальною або модифікувати під конкретні потреби іншого навчального закладу і у такому випадку, ймовірно, її можна буде комерціалізувати.

Недоліки (проблеми) створення КС для конкретного вищого навчального закладу:

- складність створення подібної системи власними силами;
- великі затрати часу при створенні подібної системи власними силами;
- при замовленні подібної унікальної системи у професіоналів головним недоліком буде ціна, бо якісний унікальний продукт з супроводом відповідно коштує;
- вірогідність невдачі та недостатньої досконалості створеної системи власними силами (відсутність досвіду та професійності у виконавців) або навіть при замовленні у професіоналів;
- значні витрати часу та зусиль на налагодження системи та її тестування.

Проте, зважаючи на особливості навчального процесу в кожному вищому навчальному закладі та при наявності відповідних ресурсів все ж доцільним є створення власного програмного продукту із можливістю наступної модифікації та адаптації до змінних потреб.

УДК 004

Ю. Ю. Дзюбак; Ю. З. Лещинин, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА «CLASSBOOK» ДЛЯ ОБЛІКУ УСПІШНОСТІ ТА ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ

Y. Y. Dziubak; Y. Z. Leschyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

COMPUTERIZED SYSTEM "CLASSBOOK" FOR RECORDING THE PERFORMANCE AND ATTENDANCE OF STUDENTS

Найкращим варіантом для автоматизації обліку успішності та відвідування занять здобувачами освіти є впровадження електронного журналу [1].

Фактично електронний класний журнал успішності та відвідуваності діджиталізує процес контролю за успішністю та відвідуваністю, дублює записи традиційного, паперового журналу, захищаючи його від спотворень, дає можливість контролювати процес оцінювання, факти відвідування занять, дозволяє у режимі реального часу отримувати доступ до введення, редагування та перегляду даних учасникам освітнього процесу та при потребі перевести їх у паперовий варіант для тривалого архівного зберігання, а також забезпечує можливість проведення заходів аналітичного спрямування з отриманими даними.

Розроблено та впроваджено в тестовому режимі у ДВНЗ «Нововолинський електромеханічний коледж» комп'ютеризовану систему успішності та відвідування занять здобувачами освіти «ClassBook».

Дана система забезпечує автоматизацію обліку успішності та відвідуваності студентів, призначена для комплексного інформаційно-аналітичного забезпечення процесів навчального закладу в частині виконання наступних функцій: введення і редагування даних про успішність студентів; введення і редагування даних про відвідуваність студентів навчальних занять; введення і редагування списків студентів, груп, викладачів, предметів та інших інформаційних об'єктів системи; оперативний доступ до необхідної інформації щодо організації навчального процесу у розрізі класного журналу; можливість формування необхідної аналітичної інформації у розрізі класного журналу.

Основними цілями створеної комп'ютеризованої системи є:

- підвищення рівня ефективності виконання процесів організації навчального процесу шляхом скорочення непродуктивних і дублюючих операцій та операцій, що виконуються «вручну»;
- забезпечення зручності введення, редагування, отримання, використання та відображення інформації;
- врахування особливостей організації навчального процесу та можливість забезпечення її адаптації за умов його зміни;
- пришвидшення пошуку інформації у системі обліку успішності та відвідуваності студентів шляхом її переведення на електронні основи;
- організація розрізненого доступу користувачів системи до визначеного функціоналу та відповідної інформації;
- забезпечення оперативного контролю адміністрацією організації та перебігу навчального процесу шляхом моніторингу інформаційної системи навчального закладу.

Дана інформаційна система розроблялася на основі діючого у коледжі паперового варіанту журналу (рис. 1), та максимально забезпечує відтворення його структури як в електронному, так і в надрукованому вигляді. Зважаючи на це, й розроблялася інфологічна модель бази даних. Фактично створена програма є десктопним CRUD-застосунком (рис. 2) [2].

Назва дисципліни		Викладач	
Вид навчальних занять		(лекції, лабораторії та практики)	
Оцінка знань і владування			
№ з/п	Місяць, число		
	Прізвище та ініціали студента		

№ з/п	Дата	Кількість годин	Тема заняття	Домашнє завдання	Підпис викладача

Рисунок 1. «Права» та «ліва» частини сторінки дисципліни

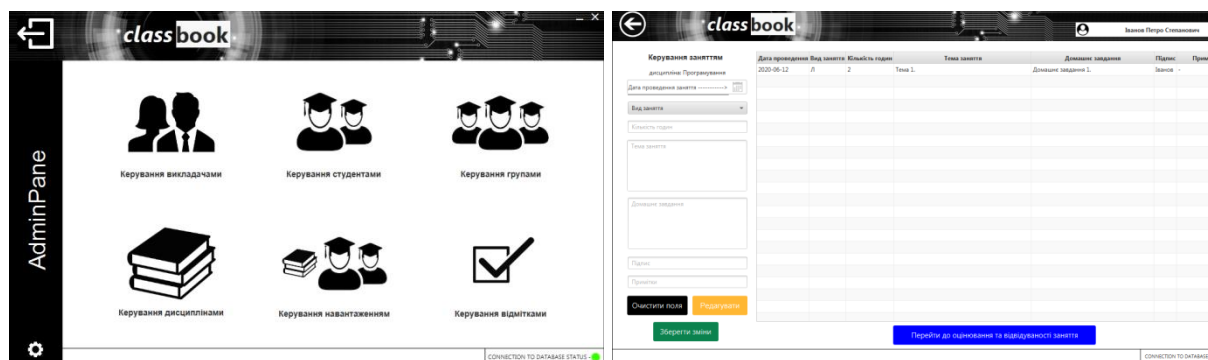


Рисунок 2. Дизайн та функціонал системи «ClassBook» на прикладі:
 1) адмінпанелі застосунку; 2) форми «Керування заняттями»

Усі інші панелі створені за аналогічними моделями форм. Кожна панель прив'язана до своєї таблиці або декількох пов'язаних таблиць у базі даних. Безумовно, що у процесі проектування виникали певні нюанси, зумовлені особливостями предметної області та обмеженнями, які були враховані у моделі.

Сервером баз даних проекту обрано MySQL Server 8.0, у якості менеджера для СУБД – MySQL Workbench, а у ролі середовища розробки програмної частини – IntelliJ IDEA, відповідно у якості мови програмування обрано Java із використанням платформи JavaFX та потрібних бібліотек/драйверів.

Виділимо такі переваги створення інформаційної системи для конкретного вищого навчального закладу: система, на відміну від універсальних аналогів, буде побудована конкретно за побажаннями замовників, з урахуванням усіх необхідних особливостей у своїй структурі та функціоналі; є унікальною; створення такої системи студентами, котрі і навчаються у навчальному закладі, для якого створюється система, або хоча б їх залучення до створення такого продукту, у певній мірі підвищить престижність даного навчального закладу та їх мотивацію й конкурентоздатність на ринку праці; у разі створення системи власними зусиллями на її розробку піде мінімум матеріальних ресурсів; створену систему можна буде вдосконалювати та функціонально доповнювати власними силами; створену систему можна буде зробити універсальною або модифікувати під конкретні потреби іншого навчального закладу і у такому випадку, ймовірно, її можна буде комерціалізувати.

Дана система була пілотним проектом, що вже пройшов первинне тестування у навчальному закладі. Наразі вже реалізовано вебверсію електронного журналу, що базується на розробленій архітектурній моделі та яку впроваджено в повноцінну експлуатацію у навчальному закладі чим було повністю замінено ведення традиційних паперових журналів груп.

Література

1. Діденко О. В., Купрієнко Д. А. Інформаційні технології і засоби навчання: електронний журнал обліку успішності слухачів (курсантів, студентів) як засіб раціоналізації навчально-виховного процесу [Електронний ресурс]. – Том 47, №3. – 2015. – Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1226/924>.
2. YouTube-канал «kenLovesToCode». Цикл відео JavaFX CRUD [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.youtube.com/channel/UCopWb4iPes0SDAVD1n7CQmw.

УДК 621.396:616-036.8

В. І. Ковальчук

(Національний Авіаційний Університет, Україна)

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЧНІЙ СФЕРІ

V. I. Kovalchuk

REVIEW OF MODERN TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE MEDICAL FIELD

Телекомунікаційні технології, що сприяють наданню послуг у медичній сфері зазвичай поєднують у поняття телемедицина (TLM). Роль телемедицини, здебільшого, полягає у передачі тексту, зображень, аудіо, відео або перетворених електронних сигналів. Останніми роками ця технологія використовувалась в різних сферах, включаючи медичну освіту, моніторинг здоров'я та навіть дистанційну хірургію. TLM використовує широкий спектр мультимедійних засобів і сучасних технологій, у тому числі живі відео та звук, медичні дані та зображення, тексти та фотографії, щоб забезпечити часову та просторову незалежність у сфері медичних послуг.[1]

Одним із найбільш поширених застосувань TLM є дистанційне консультування пацієнта щодо стану здоров'я. Як правило, за допомогою TLM здійснюють психіатричні та психологічні консультації, які можуть проводитись в будь-якій частині світу. Дистанційна консультація дозволяє використовувати будь-який обраний спосіб спілкування, включаючи телефон, електронну пошту, Інтернет-чати чи сторінку повідомлень. [2]

Дистанційна візуалізація також є важливим застосуванням TLM, яке задіюють для діагностики та лікування пацієнтів. Цифрові телекомунікації та розвиток комп'ютерних технологій мали значний вплив на радіологію. Наприклад, з'явилась можливість зміни зображення на комп'ютері або використання алгоритмів цифрової обробки, для виокремлення та деталізації частини зображення. Ультразвукові сканери, невеликі камери, що використовуються в хірургії суглобів, радіології та патологічних дослідженнях, а також сканування мозку – це лише деякі з провідних технологій візуалізації, які використовуються в медицині. [3] TLM також можна використовувати для віддаленого спостереження за різними пацієнтами. Інформацію про серцевий ритм пацієнта можна передавати з його дому до фахівця-кардіолога за допомогою дистанційного моніторингу, що є більш сучасною версією холтерівського моніторингу.[4]

Великий потенціал приписують TLM в області дистанційної хірургії. Для проведення дистанційних операцій використовуються роботи та сучасні медичні системи; однак, через високу вартість цієї технології, її використання допоки обмежене. Роботизована хірургія використовує механізовані маніпулятори, щоб точно відтворювати рух руки хірурга в тілі пацієнта та надавати хірургу чітке зображення під час операції. Те, що дозволяє лікарю контролювати хірургічне втручання, — це стабільне підключення до Інтернету, яке використовується для спілкування з іншими лікарями, хірургічними інструментами, моніторами та досвідченими колегами.[5] Однак, дистанційна хірургія використовується не тільки тоді, коли хірург і пацієнт знаходяться далеко один від одного, але також може бути корисною на близькій відстані. Однією з найбільших проблем для хірургів є мимовільний тремор рук. Зараз впроваджуються в обіг спеціальні рукавички, які фіксують рухи рук хірурга у тривимірному просторі. Періодична вібрація руки відфільтровується, а решта рухів

передається на роботизований маніпулятор, за допомогою якого виконується безпосередня операція. [6]

Численні застосування телемедицини показують, що телекомунікаційні технології здатні підвищити швидкість, точність і якість обслуговування пацієнтів в медичній сфері. За останнє десятиліття було досягнуто значного прогресу в розвитку TLM, що відбулося завдяки розвитку сучасних цифрових медіа-комунікаціями. Однак, однією з найважливіших перешкод може бути як відсутність інфраструктури програмного та апаратного забезпечення, так і недовіра лікарів та іншого медичного персоналу до нових технологій. Тому необхідні подальші дослідження ефективності TLM з точки зору економічності та швидкодії, щоб усунути перешкоди і підвищити частоту використання даної технології.

Література

1. Heinzelmann PJ, Lugn NE, Kvedar JC. Telemedicine in the future. *J Telemed Telecare*. 2005;11:384–90.
2. Deldar K, Bahaadinbeigy K, Tara SM. Teleconsultation and clinical decision making: A systematic review. *Acta Inform Med*. 2016;24:286–92.
3. Li Z, Wu C, Olayiwola JN, Hilaire DS, Huang JJ. Telemedicine-based digital retinal imaging vs standard ophthalmologic evaluation for the assessment of diabetic retinopathy. *Conn Med*. 2012;76:85–90.
4. Malasinghe LP, Ramzan N, Dahal K. Remote patient monitoring: A comprehensive study. *J Ambient Intell Humaniz Comput*. 2019;10:57–76.
5. Stefano GB. Robotic surgery: Fast forward to telemedicine. *Med Sci Monit*. 2017;23:1856.
6. Makhni MC, Riew GJ, Sumathipala MG. Telemedicine in orthopaedic surgery: Challenges and opportunities. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102:1109–15.

УДК 621.311.22:621.315.56

Т. Крамар

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ АВТОМАТИЧНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПУНКТИВ
НЕЗЛАМНОСТІ ПІД ЧАС ВІДКЛЮЧЕНЬ У ЗИМІ 2023 В ПРИФРОНТОВИХ
ЗОНАХ УКРАЇНИ**

T. Kramar

**DECENTRALIZED AUTOMATIC CONNECTION OF RESILIENCE POINTS
DURING POWER OUTAGES IN WINTER 2023 IN FRONTLINE ZONES OF
UKRAINE**

Контекст і Виклики Відключення Електроенергії у Прифронтових Зонах де ведеться збройний конфлікт, відключення електроенергії має серйозний гуманітарний вимір, особливо в умовах зими. Це явище безпосередньо впливає на якість життя та безпеку місцевого населення. Забезпечення опалення, освітлення та роботи медичного обладнання стає неможливим, що ставить під загрозу життя та здоров'я мешканців. Умови зимового періоду підсилюють ступінь негайності цього питання. Важливою складовою розв'язання проблеми є використання сучасних технологічних рішень для забезпечення стійкості та автоматизованого підключення.

Автоматизація та сенсори відіграють визначальну роль в контексті децентралізованого автоматичного підключення, особливо в умовах відключень електроенергії в прифронтових зонах. Технології автоматизації дозволяють розробляти та впроваджувати системи, які автоматично виявляють відключені об'єкти та миттєво їх підключають за допомогою сучасних систем сенсорів. Використання різноманітних сенсорів, таких як температурні, вологість, або систем виявлення витоків струму, робить можливим точне визначення місця відключення та негайну реакцію на цю проблему.

Розумні мережі визначають сучасну парадигму управління енергосистемами, покращуючи їхню ефективність та надійність. Системи "розумного" управління енергосистемами включають в себе використання передових технологій, таких як аналітика даних, алгоритми машинного навчання, та інші інновації, що роблять можливими не тільки виявлення відключень, а й передбачення їх можливих причин.

Ці системи також активно залучаються у розподілі та управлінні енергією, що дозволяє оптимізувати споживання електроенергії з урахуванням реальних потреб та умов. Розумні мережі розширюють можливості віддаленого моніторингу, надаючи операторам енергосистеми повну картину її функціонування та забезпечуючи необхідні дані для прийняття ефективних рішень.

Автоматизація дозволяє виявляти та локалізувати відключені об'єкти без значного людського втручання. Застосування сучасних сенсорів допомагає миттєво отримувати дані про стан електромережі та об'єктів, що дозволяє операторам швидко реагувати на виниклі проблеми. Це забезпечує негайну реакцію на відключення та відновлення електропостачання, що вирішує проблему непередбачуваності в умовах конфлікту. Розумні мережі використовують алгоритми машинного навчання та аналітику даних для прогнозування, оптимізації та підтримки рішень в режимі реального часу. Це дозволяє підготуватися до можливих відключень, раціонально розподілювати електроенергію та забезпечувати сталість роботи системи прифронтових зон.

Такий інтегрований підхід до управління електроенергетичними системами в прифронтових зонах підвищує їхню надійність, забезпечуючи життєво важливі сервіси

для населення та інфраструктуру навіть в умовах небезпеки. Застосування цих технологій не тільки робить систему більш стійкою до викликів конфлікту, але й забезпечує шлях до розвитку сталої, сучасної електроенергетики в умовах кризових обставин.

Прифронтові зони, де ведеться збройний конфлікт, представляють особливий випадок в контексті безпеки, який вимагає уваги та вдумливого аналізу. В умовах конфлікту існує великий ризик фізичних пошкоджень інфраструктури, включаючи електромережі. Забезпечення безпеки в таких зонах означає не лише фізичний захист електроенергетичних об'єктів від можливих атак, але й вирішення кібербезпекових викликів. Зростаюча загроза кібератак на енергетичні системи потребує розвитку та впровадження ефективних кіберзаходів для захисту критичних інфраструктурних об'єктів у прифронтових зонах. Громадський проєкт - це ініціатива або програма, яку ініціює, розробляє та реалізує громада або група громадян з метою вирішення конкретної проблеми, задоволення певної потреби чи покращення умов життя в даній територіальній спільноті чи загалом у суспільстві. Громадські проєкти можуть мати різноманітний характер: від соціальних та екологічних ініціатив до розвитку інфраструктури та технологічних рішень.

В контексті тези про децентралізоване автоматичне підключення пунктів незламності в прифронтових зонах України, громадський проєкт може включати в себе створення та впровадження систем, які дозволяють автоматизовано підключати об'єкти життєвого значення до електромережі в умовах конфлікту та непередбачених відключень. Такий проєкт може бути ініційований та реалізований самою громадою, спільнотою чи неприбутковою організацією.

Головною метою громадського проєкту може бути забезпечення стійкості та надійності електропостачання в умовах конфлікту та складних погодних умов. Участь громади у процесі розробки та впровадження такого проєкту може включати в себе взаємодію з органами влади, залучення технічних та наукових експертів, а також мобілізацію ресурсів для забезпечення успішної реалізації ініціативи. Громадський проєкт також може враховувати унікальні потреби та характеристики прифронтових зон для ефективного вирішення конкретних проблем.

Література

1. Adams, C., & Cresswell, A. (2019). Exploring the potential of autonomous vehicles within a digital transport infrastructure. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 99, 35-49.
2. World Economic Forum. (2018). *Shaping the Future of Mobility: The Global Future Council on Mobility*. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Mobility_2018.pdf
3. European Commission. (2018). *Shaping the digital transformation in transport – EU Transport in the Digital Age*. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/themes/its/news/2018-05-16-shaping-digital-transformation_en

УДК 004.94

Б. Б. Млинко, к.т.н.; О. П. Стефанюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ РУШІЇВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

B. B. Mlynko Ph.D, O. P. Stefaniuk

ANALYSIS OF THE USE OF GAME ENGINES FOR THE CREATION OF DIGITAL TWINS BASED ON A SYSTEM APPROACH

В епоху Індустрії 4.0, цифрові інструменти, що застосовуються у виробництві та виробничій діяльності, стають викликом для підприємств. Використання технології цифрових двійників базується на інтеграції різних «традиційних» інструментів, таких як імітаційне моделювання та сенсори, і має на меті підвищити продуктивність виробничих процесів. Імітаційне моделювання дозволяє створити цифрову копію реальних процесів, яка динамічно оновлюється за допомогою даних, отриманих від інтелектуальних об'єктів на основі сенсорних технологій. Використання цифрових двійників у виробничій діяльності постійно зростає, оскільки вони застосовуються в різних сферах, починаючи з етапу проектування і закінчуючи експлуатацією.

Метою даної роботи було здійснити аналіз можливості використання ігрових рушіїв для створення цифрових двійників фізичних об'єктів; представити сучасний стан досліджень технології цифрових двійників, її різноманітних застосувань і перетину між цифровими двійниками і ігровими рушіями. Для проведення такого аналізу було використано системний підхід та методи системного аналізу.

Для виробництв цифрові двійники слугують засобом для впровадження інновацій. Для створення цифрових двійників, інженери збирають виробничі, фізичні та експлуатаційні дані, щоб об'єднати їх у віртуальну модель з метою проведення системного аналізу. Ці віртуальні моделі є важливими інструментами для інформування компаній про те, як працюють і як працюватимуть в майбутньому їхні продукти. Виникла потреба визначити найкращий засіб для відображення цієї інформації у доступній, візуальній формі. Саме тут ігрові рушії доводять свою цінність. Завдяки своїм потужним можливостям рендерингу та вдосконаленим фізичним рушіям, ігрові рушії, такі як Unreal Engine, розширюють можливості цифрових двійників та полегшують сприйняття візуалізацій [1]. По суті, ігрові рушії працюють в якості фреймворку, що дозволяє користувачам простіше створювати відеоігри, без потреби робити все з нуля. Ігрові рушії були створені з метою спростити розробку комп'ютерних ігор, але зараз вони також використовуються для візуалізації даних, створення анімацій та симуляцій.

Протягом тривалого часу можливості виробників щодо тестування та візуалізації даних були обмеженими, але ігрові рушії призвели до значних змін в цьому процесі. Прогресивні, інноваційні виробники зрозуміли, що ігрові рушії можна використовувати не лише для розробки комп'ютерних ігор, а й для візуалізації даних, процесів та продуктів в новий спосіб та для будь-яких типів виробничих компаній. Ігрові рушії, подібні до Unity чи Unreal Engine можуть похвалитися розвиненими 2D- та 3D-рушіями рендерингу, які здатні генерувати фотореалістичні середовища в яких імітується поведінка фізичних об'єктів чи процесів з реального світу [2]. Ці технології дозволяють наглядно бачити, як зміни впливатимуть на робочі процеси та кінцевий дизайн, а також створювати та декомпонувати моделі для аналізу окремих елементів. Окрім побудови моделей та тестування, ігрові рушії розширюють можливості цифрових двійників для маркетологів, дозволяючи клієнтам випробувати віртуальні

версії продуктів перед прийняттям рішення про їх покупку. Деякі виробники транспортних засобів використовують ігрові рушії для створення дизайну нових автомобілів та імітації їх поведінки, що відкриває можливості цифрових двійників широкій аудиторії. Це означає, що людям не потрібно мати високу технічну підготовку, щоб зрозуміти інженерні симуляції, оскільки багаті можливості візуалізації ігрових рушіїв дозволяють точно побачити, як буде виглядати, відчуватися та працюватиме продукт в реальних умовах, що робить їх ефективним інструментом маркетингу.

Створення цифрових двійників за допомогою ігрових рушіїв потребує потужного засобу для управління великими файлами та даними. Для цього варто використовувати високопродуктивну систему контролю версій корпоративного рівня, яка може масштабуватися разом з проектами. Ігрові рушії разом з системою контролю версій спроможні безпечно та швидко забезпечити всі аспекти розробки цифрових двійників, оскільки вона передбачає управління великою кількістю файлів та безліччю ітерацій проєктів. Збереження всієї роботи на мережевому диску не є ефективним. Однією з систем контролю версій, які підходять для розробки цифрових двійників в ігрових рушіях є Perforce Helix Core, що забезпечує високу продуктивність, якої потребують компанії, оскільки цій системі довіряють дев'ятнадцять з двадцяти найкращих студій-розробників AAA-ігор та провідних віртуальних продакшн-команд по всьому світу [3].

Очікується, що до 2030 року обсяг світового ринку цифрових двійників досягне 155 мільярдів доларів [4]. Чим більше компаній використовуватимуть цифрових двійників для створення продуктів, тим ефективніше вони зможуть створювати цілі екосистеми Інтернету речей, що допоможе командам обмінюватися цінною інформацією для створення якісних продуктів. За допомогою ігрового рушія створювати та підтримувати цифрового двійника набагато простіше і швидше, легше орієнтуватися і користуватися ним, як і будь-якою добре розробленою комп'ютерною грою.

Проведений аналіз є значним внеском у дослідження цифрових двійників, показуючи стан наукової роботи з моменту її започаткування і до сьогодні, надає цінну інформацію про цифрових двійників і ігрових рушіїв для їх імплементації.

Література

1. Unreal Engine. Getting started with digital twins. Sep 10, 2021. <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/getting-started-with-digital-twins>
2. Program-Ace. Unity vs. Unreal: What to Choose for Your Project? Oct 2, 2023. <https://program-ace.com/blog/unity-vs-unreal/>
3. Perforce. Top Version Control System (VCS) for Your Industry. Solve Challenges With Helix Core Version Control System. <https://www.perforce.com/solutions/version-control>
4. Grand View Research. Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution (Component, Process), By Deployment (Cloud, On-premise), By Enterprise Size, By Application, By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030. Report ID: GVR-2-68038-494-9. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-twin-market>

УДК 004.77

Н. М. Коцюк, В. Д. Тимошук; Ю. О. Момоток,

Н. С. Луцик доктор філософії, доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИСТЕМА РЕЗЕРВУВАННЯ ТРАФІКУ НА ОСНОВІ МІКРОТІК

N. Kotsiuk, V. Tymoshchuk, Yu. Momotok, N. Lutsyk Ph.D, Assoc. Prof.

BACKUP TRAFFIC SYSTEM BASED ON MIKROTIK

У світі комп'ютерних технологій резервування та керування трафіком у мережах є критичним елементом для забезпечення неперервності роботи інтернет-послуг, додатків та комунікацій загалом. Це особливо важливо у сферах, де великі обсяги даних пересилаються через мережі, а будь-який збій може призвести до серйозних фінансових втрат.

Мережеві пристрої, зокрема маршрутизатори MikroTik, надають широкі можливості для управління трафіком з метою забезпечення надійності зв'язку. Ці можливості охоплюють підключення резервних каналів зв'язку та автоматизацію процесу переходу на альтернативні маршрути в разі погіршення якості або відмови основного каналу.

Ефективне управління трафіком дозволяє оптимізувати пропускну здатність, раціонально використовувати ресурси мережі та забезпечувати користувачам прийнятний рівень сервісу. Цей підхід має важливе значення для забезпечення зв'язку як для сегменту B2B, так і для сегменту B2C.

Дослідницька робота була націлена на створення та впровадження системи управління та резервування трафіком на основі маршрутизаторів MikroTik з метою забезпечення постійного доступу до мережі Інтернет у ситуаціях обмеженого чи втраченого зв'язку.

У дослідженні були ретельно вивчені мережеві можливості маршрутизатора MikroTik для тестування сценаріїв відновлення у випадках погіршення якості або втрати зв'язку. В рамках цієї роботи був розроблений програмний код, що автоматизує перехід з основного каналу на резервний у разі погіршення якості зв'язку або його втрати. Крім того, цей код передбачає можливість отримання повідомлень через електронну пошту при переході на резервний канал зв'язку, а також SMS-повідомлень у випадках відсутності зв'язку по усіх каналах.

Після розробки системи було проведено комплексне тестування, що включало в себе моделювання ситуації аварійного переходу на резервний канал, інформування через електронну пошту про зміни у маршрутизації за замовчуванням, а також перевірку коректності роботи SMS-інформування в аварійних ситуаціях. Також проведена оцінка можливостей системи для виконання моніторингу інфраструктури.

Результати тестування підтвердили ефективність розробленої системи резервування та управління трафіком на базі маршрутизатора MikroTik в умовах обмеженого або втраченого зв'язку. Ця система є ефективним інструментом для забезпечення безперервності та стабільності роботи мережі.

Література

1. RouterOS – Scripting [Електронний ресурс]. — URL: <https://help.mikrotik.com/docs/display/ROS/Scripting> (дата звернення: 27.11.2023).

УДК 621.382

В. В. Васишин; В. Д. Тимощук; Н. Ю. Кітчак;

Н. С. Луцик, доктор філософії, доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ATTINY85, ATMEGA8, RP2040

**V. Vasylyshyn, V. Tymoshchuk, N. Kitchak, N. Lutsyk Ph.D, Assoc. Prof.
ANALYSIS OF CHARACTERISTICS AND APPLICATION OF
MICROCONTROLLERS ATTINY85, ATMEGA8, RP2040**

Для оцінки мікроконтролерів Attiny85, Atmega8, і RP2040, розглянемо їх архітектурні особливості, ресурси, функціональність та енергоспоживання, визначаючи їх застосування у різноманітних проектах.

Attiny85, розроблений Microchip Technology, базується на AVR архітектурі і характеризується низьким споживанням енергії. Його основні обмеження — це кількість GPIO-виводів і 8 КБ пам'яті Flash. Працюючи в діапазоні напруги від 2.7 до 5.5 В, він досягає максимальної частоти 8 МГц. Attiny85 ідеально підходить для простих завдань, де ключовими є компактність і енергоефективність.

Atmega8, також від Microchip Technology, є 8-бітним мікроконтролером на базі AVR. Цей мікроконтролер має схожі робочі параметри з Attiny85, але з більшою частотою до 16 МГц. Це розширює його функціональні можливості, дозволяючи використовувати його у більш складних проектах, які потребують додаткових периферійних пристроїв, таких як UART або аналогово-цифрові конвертери.

У порівнянні, RP2040 від компанії Raspberry Pi, працюючий на ARM Cortex-M0+ архітектурі, є значно потужнішим. З 16 МБ пам'яті Flash і 264 КБ SRAM, цей мікроконтролер досягає частоти до 133 МГц і підтримує різноманітні інтерфейси, у тому числі USB. Це робить його відмінним вибором для складних проектів у сфері IoT або робототехніки, де потрібні висока обчислювальна потужність і розширені комунікаційні можливості.

Висновок. Отже Attiny85, Atmega8 та RP2040 є важливими гравцями у світі мікроконтролерів, кожен з яких служить різним потребам в інженерії та дизайні. Attiny85, розроблений Microchip Technology, є особливо ефективним у сценаріях, де потрібні малі габарити та енергоефективність, в той час як Atmega8, що також належить до лінійки Microchip, вирізняється своєю здатністю впоратися з трохи більш складними завданнями, завдяки вищій частоті роботи. Натомість, RP2040 від Raspberry Pi, працює на потужнішій ARM Cortex-M0+ архітектурі, забезпечуючи значно більшу обчислювальну потужність та підтримку розширених комунікаційних інтерфейсів, що робить його ідеальним для складних проектів в сферах, таких як IoT або робототехніка. Ці три мікроконтролери, хоча і різняться за характеристиками та потенційними сферами застосування, кожен вносить унікальний вклад у розробку електроніки та автоматизації.

Література

1. ATTINY85 [Електронний ресурс]. — URL: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATtiny85#document-table> (дата звернення: 27.11.2023).
2. ATmega8 [Електронний ресурс]. — URL: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega8#document-table> (дата звернення: 27.11.2023).
3. RP2040 [Електронний ресурс]. — URL: <https://www.raspberrypi.com/products/rp2040/specifications/> (дата звернення: 27.11.2023).

УДК 681.518

А. М. Ковтко; Н. В. Лещук; І. Р. Козбур; І. В. Коноваленко, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

A. M. Kovtko; N. V. Leschuk; I. R. Kozbur; I. V. Konovalenko, Ph.D., Assoc.
**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE AUTOMATED TESTING SYSTEMS OF
SOFTWARE PRODUCTS**

Системи програмного забезпечення є важливим активом при їх застосування у професійній діяльності різних галузей та для особистого використання. Користувачі користуються відповідним програмним забезпеченням, яке може становити певну небезпеку, у випадку наявності у ньому помилок та несправностей. Надійність та безпека програмного забезпечення безпосередньо залежить від його якості. Вища якість програмного забезпечення зазвичай пов'язана з більш надійними та безпечними системами, що, у свою чергу, підвищує ефективність роботи кінцевих користувачів при його використанні.

Якість і ефективність тестування програмного забезпечення безпосередньо впливає на якість та безпеку програмних продуктів. Неповне чи недостатнє тестування залишає вразливі місця непоміченими, відповідно під загрозою опиняється загальна безпека системи. Тому вкрай важливо забезпечити відповідну якість та безпечність програмного забезпечення. Єдиний спосіб досягнення цього результату є забезпечення якісного тестування програмного забезпечення. Тестування відіграє важливу роль у циклі розробки програмного забезпечення, забезпечуючи покращення його якості та безпечності.

Тестування програмних продуктів зосереджується на оцінюванні програмного забезпечення для визначення його коректності і правильності роботи, дає змогу переконатися у його відповідності вимогам проекту та технічного завдання. Основна мета тестування програмних продуктів полягає у виявленні дефектів у програмному забезпеченні, котрі при їх усуненні можуть значно покращити якість, надійність і довговічність програмного забезпечення.

Процес тестування програмних продуктів складається із перевірки роботи програмного забезпечення (SUT – Software Under Test) та моніторингу його наявності помилок та інших проблем. Тестування зазвичай виконується розробниками або тестувальниками. Незважаючи на наявність інструментів автоматизації тестування програмного забезпечення цей процес часто пропускають або виконують поспіхом через його трудомісткість та передбачуване збільшення витрат на розробку. Однак довгострокові витрати, пов'язані з відсутністю тестування, подальшими проблемами і потребою в доопрацюванні програмного забезпечення, також можуть бути значними.

Згідно з останніми звітами, загальна вартість програмного забезпечення низької якості в Сполучених Штатах (США) склала близько 2 трильйонів доларів. Крім того, Національний інститут стандартів і технологій (NIST) виявив, що середня помилка, виявлена на ранніх стадіях розробки, займає приблизно п'ять годин для її виправлення, тоді як після випуску програмного продукту час виправлення становить приблизно 15,3 години. Таким чином, окрім покращення якості програмного забезпечення, тестування скорочує час і витрати на розробку. Що стосується використання інструментів автоматизованого тестування, – 44% компаній з інформаційних технологій автоматизували 50% тестування в 2020 році, при цьому 24% помітили збільшення повернення інвестицій. Крім того, автоматизовані інструменти виявилися корисними у

виявленні вразливостей, які тестувальники часто пропускають через їх випадковість. Незважаючи на інтеграцію засобів автоматизованого тестування програмного забезпечення, як частини процесу тестування програмного забезпечення, протягом першого кварталу 2022 року було виявлено та задокументовано понад 8000 уразливостей. Така велика кількість виявлених дефектів та помилок програмного забезпечення вказує на необхідність покращення процесів тестування програмного забезпечення.

Тестування програмного забезпечення – це процес валідації та верифікації програмного продукту, метою якого є відповідь на два основні запитання: чи система програмного забезпечення правильно і коректно працює, чи її склад і будова відповідають вимогам проекту та технічного завдання. За результат перевірки відповідають власник продукту та кінцеві користувачі.

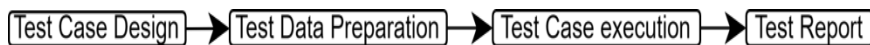


Рисунок 1. Модель процесу тестування програмного забезпечення

Оцінку ефективності та доцільності автоматизації процесів тестування здійснюють за допомогою підрахунку затрат на автоматизоване та ручне тестування з подальшим їх порівнянням. Абсолютно точно розрахувати доцільність автоматизації процесу тестування важко, тому що оцінка залежатиме від параметрів, котрі у процесі розробки програмного продукту можна оцінити наближено. До таких параметрів відносять, плановану тривалість життєвого циклу системи, точний перелік автоматизованих тестів. Необхідні вкладення для розробки, впровадження, експлуатації автоматизованих тестів за розрахунковий період I_p обчислюють за наступною

формулою, – $I_p = I_0 + C_0 + \sum_{n=1}^k (C_e + C_a + C_m)$. Де відповідно, I_0 – оцінка стартових інвестицій, яка передбачає витрати на ліцензії необхідного програмного забезпечення для розробки автоматизованих тестів, на додаткове апаратне забезпечення і т.п., C_0 – оцінка вартості розробки та налагодження бібліотеки автоматичних тестів, котру розраховують як добуток середнього часу написання одного тесту одним розробником у годинах, на вартість години роботи, на загальну кількість розроблених автоматизованих тестів, k - число планованих циклів тестування, C_e – вартість одного повного циклу тестів, котра розрахована як сума часу підготовки до виконання тестування, середнього часу виконання одного тесту одним тестувальником, помножена на вартість години роботи та на загальне число тестів, C_a – витрати аналізу результатів ітерації одного циклу тестування, розраховуються як частка негативних тестів, помножена на їх кількість та середній час аналізу причин негативної оцінки одним тестувальником одного тесту, помножена на вартість години роботи тестувальника, C_m – вартість забезпечення робочого та актуального стану автоматизованих тестів, котра обчислюється як потреба заміни одного тесту між циклами тестування, помножена на загальну кількість замін, середній час актуалізації одного тесту та на вартість години роботи тестувальника.

Можливість автоматизованого тестування програмних продуктів забезпечить його відповідну якість, що є критично важливим атрибутом якості самого тестованого програмного забезпечення. Таким чином, визначення пріоритетності тестування та проведення його у повному обсязі є вирішальними фактором для створення високоякісних програмних систем.

УДК 681.518

О. Ю. Замора; А. В. Немеришин; І. Р. Козбур; О. Р. Дмитрів, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛІВ МНОЖИННОГО ДОСТУПУ

O. Yu. Zamora; A. V. Nemeryshyn; I. R. Kozbur; O. R. Dmytriv, Ph.D., Assoc. Prof
**ANALYSIS OF NETWORK SYSTEMS OF AUTOMATED CONTROL WITH
PROTOCOLS MULTIPLE ACCESS**

На теперішній час системи автоматизованого управління створюються на базі сучасної комп'ютерної техніки та процесорної елементної бази, що значно покращує їх якісні показники та можливості. Подібні системи автоматизації обумовлюють необхідність створення відповідних цифрових мереж передачі даних у розподілених системах автоматизації, котрі забезпечують обмін даними між окремими пунктами управління і контролю.

Активний розвиток цифрових мереж передачі даних у системах автоматизації спричиняє необхідність дослідження методів, котрі використовуються для обміну даними в цих мережах, а саме множинного, конкурентного доступу абонентів до загального каналу зв'язку. Множинний конкурентний доступ припускає поділ ресурсів каналу між абонентами. Такий поділ каналів може бути частотним, часовим або кодовим. Множинний доступ застосовують у кабельних та бездротових мережах.

Розрізняють безконфліктні й конфліктні методи доступу. Безконфліктні методи множинного доступу використовують у стільникових мережах стандартів AMPS, NAMPS, GSM, CDMA, UMTS (у режимі передачі мови) і інших. Серед конфліктних методів доступу широке поширення отримав стандарт для локальних провідних мереж IEEE 802.3 (Ethernet) і стандарт для локальних бездротових мереж - IEEE 802.11. У цей час іде активне впровадження стандартів для бездротових MAN та WRAN мереж – IEEE 802.16, IEEE 802.22. Дані стандарти, як і стандарти для провідних мереж IEEE 802.14, характеризуються наявністю центральної станції. Особливістю стандартів IEEE 802.16 і IEEE 802.14 для мереж із центральною станцією (централізовані мережі) є використання конкурентного інтервалу в процесі передачі даних. У конкурентному інтервалі абоненти передають запити до центральної станції на надання каналних ресурсів. Абонент передає запит випадковим образом. Якщо передачі запитів від різних абонентів накладаються один на одного, то виникає конфлікт. У цьому випадку абоненти роблять повторну передачу відповідно до певних правил.

Зрозуміло, що правила керування передачею даних в конкурентному інтервалі можуть дуже сильно впливати на затримки передавання запитів, а це, у підсумку, вплине на час, який затратить абонент на передачу даних і відповідно вплине на швидкість та ефективність мережі в цілому.

Відповідно потрібно провести порівняльний аналіз алгоритмів керування передачею запитів у конкурентному інтервалі, які використовують випадковий конкурентний множинний доступ та забезпечують оперативну доставку запитів на центральну станцію.

Модель випадкового множинного доступу (ВМД) централізованої мережі полягає в наступному. Розглядається тільки конкурентний інтервал, у слотах якого можлива ситуація «порожньо», передачі відсутні, ситуація «успіх», відбулася успішна передача, або ситуація «конфлікт», відбулася одночасна передача двох або більше запитів. Абонентські станції (АС) отримують інформацію про ситуації в слотах на початку наступного кадру. Кожна АС не може мати більше одного запиту в один

момент часу.

Як модель шумів використовується модель помилкових конфліктів, повністю обумовлена двома ймовірностями: q_0 – ймовірність, з якою центральна станція (ЦС) через шум сприймає слот із ситуацією «порожньо» як слот «конфлікт» і q_1 – ймовірність з якою ЦС через шум сприймає слот із ситуацією «успіх» як слот «конфлікт». Шуми у вихідному каналі відсутні за припущенням великої потужності передавача ЦС.

Застосовуються дві моделі надходження запитів у систему. У першій моделі число вхідних запитів розподілено за законом Пуассона з параметром λ , котрий визначає інтенсивність надходження запитів з розрахунку на кадр. Друга модель описується дискретним пакетним Марковським процесом (D-VMAP).

Алгоритм ВМД вирішує два завдання, – керування передачею нових запитів (за дане завдання відповідає алгоритм доступу до каналу); керування повторною передачею запитів після виникнення конфліктів (це завдання вирішує алгоритм дозволу конфліктів (АДК)).

Розглянемо відомий алгоритм ВМД із чергою для централізованих мереж – FIFO by Sets ALOHA (FS-ALOHA). Алгоритм є базовим стосовно інших алгоритмів ВМД із чергою. В FS-ALOHA всі L слотів конкурентного інтервалу розбиті на дві підмножини без перетину. Перша підмножина містить S слотів доступу, друга – $N=L-S$ слотів дозволу конфліктів.

Для обчислення швидкості функціонування алгоритму FS-ALOHA описуємо його в термінах теорії систем масового обслуговування, у вигляді черги FIFO GI/GI/1.

Умова стійкості даної системи, – $\Lambda(\lambda, q_0, q_1) < \mu(\lambda, q_0, q_1)$, де $\Lambda(\lambda, q_0, q_1)$ – це середня кількість конфліктних підмножин (КП), що утворюються протягом одного кадру, відповідно $\mu(\lambda, q_0, q_1)$ – інтенсивність обслуговування, визначена як середня кількість КП, котрі обслуговуються за один кадр, за умови, що в системі присутня хоча б одна КП. Умову стійкості представимо у наступному вигляді, – $T(\lambda, q_0, q_1) < 1$, де відповідно

$T(\lambda, q_0, q_1) \triangleq \sum_j T_j P_{arr}(j, \lambda, S, q_0, q_1)$. Величина T_j – це математичне очікування числа кадрів, необхідних для обслуговування однієї КП, котра містить j запитів. Ймовірність $P_{arr}(j, \lambda, S, q_0, q_1)$ – це ймовірність того, що в каналі з пуассонівським вхідним потоком з інтенсивністю λ запитів з розрахунку на кадр, ймовірностями помилкових конфліктів q_0, q_1 , обумовлених ймовірностями на S слотах доступу, утвориться КП, що містить j запитів.

Визначено, що при збільшенні розміру конкурентного інтервалу ефективність алгоритму ВМД FS-ALOHA по відношенню до затримки передачі різко знижується. Запропоновано використати алгоритм ВМД, котрий вирішить проблему зниження ефективності, який спрощено можна описати як паралельну роботу декількох алгоритмів FS-ALOHA з одним слотом доступу й двома слотами дозволу конфліктів, що отримав назву Multi FS-ALOHA У даному алгоритмі кількість слотів дозволу конфліктів N_t залежить від числа КП у черзі для кадру з номером t . Далі знаходимо оптимальні параметри S і N , які максимізують швидкість алгоритму Multi FS-ALOHA при фіксованому розмірі L конкурентного інтервалу.

Література

1. Микитишин А.Г. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.

УДК 681.518.3

М. В. Дрогобицький, Н. С. Луцик, Ph.D, доц., А. М. Паламар, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ШУМУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

М. V. Drohobytskyi, N. S. Lutsyk, Ph.D, Assoc. Prof., A. M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.
COMPUTER SYSTEM FOR REMOTE NOISE LEVEL MONITORING OF THE SURROUNDING ENVIRONMENT

У сучасному світі зростання рівня шуму у навколишньому середовищі стає все більшою проблемою, вирішення якої вимагає комплексних та ефективних рішень. Зростання населення та інтенсивний транспортний рух спричиняють підвищення рівня шуму, що може впливати на здоров'я населення та загальний комфорт мешканців міст [1]. Актуальність проблеми полягає в необхідності забезпечення комфортних та безпечних умов для життя та роботи людей. Метою дослідження є розробка та впровадження комп'ютерної системи для дистанційного контролю рівня шуму, яка базується на концепції Інтернету речей (IoT).

Використовуючи принципи IoT, система складається з мережі давачів, які розташовані в ключових районах міста чи промислового об'єкту. Кожен давач оснащений мікрофоном та WiFi модулем TTGO ESP32 для забезпечення високої точності та ефективності збору даних (рис. 1).

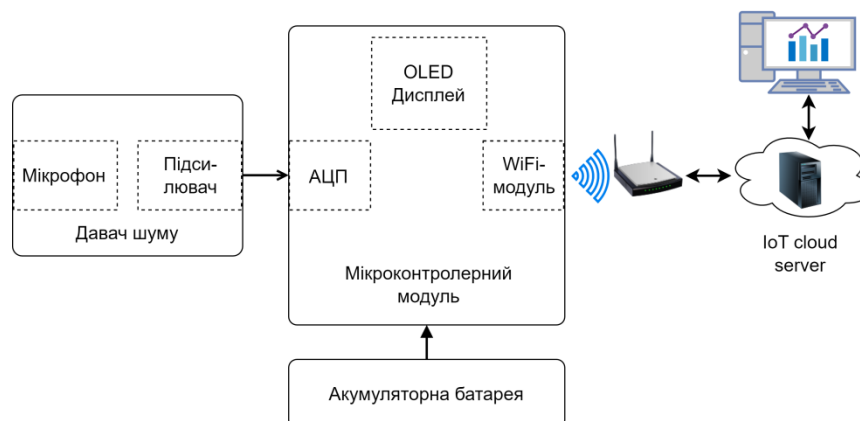


Рисунок 1. Структура системи моніторингу рівня шуму

Запропонована система моніторингу рівня шуму є інноваційним рішенням для вирішення проблеми шумового забруднення. Однією з ключових переваг системи є можливість дистанційного моніторингу рівня шуму в режимі реального часу. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни та вживати необхідні заходи для зниження шумового забруднення. Розроблена комп'ютерна система для дистанційного контролю рівня шуму на основі IoT характеризується високою функціональністю та потенціалом для застосування у різних галузях. Її впровадження сприятиме зменшенню шумового впливу на оточуюче середовище та покращенню якості життя людей.

Література

1. Паламар А.М., Гук Ю.А. Комп'ютерна система для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. С. 147.

УДК 681.518.3

І. В. Лилик, А. М. Паламар, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

I. V. Lylyk, A. M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.,

COMPUTER SYSTEM FOR ULTRAVIOLET RADIATION INTENSITY REMOTE MONITORING

В сучасному світі набуває все більшої актуальності проблема негативного впливу ультрафіолетового (УФ) випромінювання на навколишнє середовище та здоров'я людини [1]. З метою захисту від його шкідливих наслідків виникає потреба в удосконаленні методів та засобів контролю за інтенсивністю УФ випромінювання.

Метою цього дослідження є створення системи дистанційного контролю інтенсивності УФ випромінювання, яка базується на технологіях Інтернету речей (IoT). Основним компонентом системи є WiFi модуль ESP32, який відповідальний за збір, обробку та передачу даних. Для точних вимірів рівня ультрафіолетового випромінювання використовується датчик Si1145. Висока чутливість та точність цього датчика гарантують отримання надійних даних, а вбудований корекційний фільтр забезпечує точні результати вимірювання в реальному часі. Інформація, зібрана датчиком, передається через WiFi модуль ESP32 на IoT сервер для подальшого аналізу та візуалізації (рис. 1).



Рисунок 1. Структура системи дистанційного контролю інтенсивності УФ випромінювання

Взаємодія компонентів системи гарантує її надійність та ефективність. Серед переваг системи варто відзначити можливість віддаленого відстеження рівня інтенсивності УФ в реальному часі. Використання технологій IoT дозволяє автоматизувати процес збору та аналізу даних.

Література

1. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 112.

УДК 681.518.3

А. М. Паламар, канд. техн. наук, доц., Д. С. Сомін, В. П. Волоський
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РІВНЕМ НАСИЧЕННЯ КИСНЕМ КРОВІ ЛЮДИНИ

A. M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof., D. S. Somin, V. P. Voloskyi
COMPUTER SYSTEM FOR HUMAN BLOOD OXYGEN LEVEL REMOTE MONITORING

Розвиток інформаційних технологій та їх вплив на галузь охорони здоров'я акцентує увагу на можливостях щодо підвищення ефективності процесу моніторингу стану здоров'я населення. Однією з ключових характеристик, яка вказує на стан організму людини, є рівень насичення крові киснем. У цьому контексті актуальною задачею є розробка та впровадження сучасних комп'ютерних систем для віддаленого моніторингу цього важливого показника [1].

Однією з найважливіших проблем у сфері охорони здоров'я є нестача засобів для ефективного та безперервного спостереження за рівнем кисню у крові, особливо в умовах віддаленого моніторингу. Тому виникає необхідність у створенні інноваційних систем, які дозволять здійснювати надійний та точний моніторинг в режимі реального часу.

Метою даного дослідження є розробка та апробація комп'ютерної системи віддаленого спостереження за рівнем насичення кисню в крові людини, що базується на принципах концепції Інтернету медичних речей [2].

Пропонована система побудована з використанням сучасних компонентів, таких як WiFi модуль ESP8266, OLED-дисплей та датчик MAX30102. Ці компоненти взаємодіють між собою з використанням I²S протоколу, забезпечуючи збір, обробку та передачу даних про насиченість крові киснем на віддалений сервер для збереження та аналізу.

Застосування цієї системи дозволяє здійснювати віддалене спостереження за рівнем насичення киснем у крові без необхідності прямого фізичного втручання. Такий підхід забезпечує швидкий та ефективний збір даних в режимі реального часу. Розроблена комп'ютерна система є перспективною та ефективною інновацією в галузі медичних технологій. Вона відповідає всім вимогам щодо точності, ефективності та безперервності моніторингу. Її впровадження може покращити якість надання медичної допомоги та зробити процес моніторингу доступнішим та зручнішим для пацієнтів і медичного персоналу.

Література

1. Купратий І.Г., Паламар А.М. Комп'ютерна система для дистанційного моніторингу стану здоров'я пацієнтів. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 7-8 грудня 2022 року), Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. С. 142.
2. Паламар А.М., Купратий І.Г. Система для дистанційного моніторингу стану здоров'я пацієнтів на основі інтернету медичних речей. Матеріали X науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 7-8 грудня 2022 року), Тернопіль: ТНТУ, 2022. С. 85.

УДК 519.685:62-529

М. В. Криховецький

(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна)

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ДРОНІВ НА БАЗІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

M. V. Krykhovetskyi

DRONE DETECTION METHODS BASED ON NEURAL NETWORKS

У сучасному світі дрони стають все більш популярними, їх використання широко розповсюджується в різних галузях, включаючи науку, технології та медіа. Однак, використання дронів може мати небезпеку для країни, тому дослідження та реалізація методів їх виявлення, розпізнавання та ідентифікації, які забезпечать безпеку громадян та інфраструктуру, є важливим завданням. Потреба захисту від ворожих дронів набула значної актуальності з повномасштабним вторгненням росії в Україну.

Метою роботи є аналіз існуючих методів виявлення дронів на основі нейронних мереж з метою оцінки їх переваг і недоліків та розробка інформаційної технології на основі нейронних мереж, що забезпечує найвищу достовірність та швидкість розпізнавання дронів.

Методи виявлення дронів та пристрої, на яких вони реалізуються, поділяються на пасивні, які здатні лише спостерігати та прослуховувати, та активні, що спрямовують сигнал й аналізують отриману інформацію. На сьогодні існують такі методи виявлення дронів, які працюють на різних фізичних принципах: 1. Акустичний (звуковий) метод – пасивний, який дає змогу контролювати спектри звукових частот дронів, виявити їх в безпосередній близькості. 2. Візуальний (оптичний) передбачає виявлення дронів за допомогою оптичних датчиків (камер) спостереження, що знаходять рухомий об'єкт в повітрі, намагаючись диференціювати дрони і птахів на основі розміру, траєкторії і стилю руху. 3. Тепловий метод, який передбачає використання тепловізорів, які виявляють тепло двигунів чи інших частин дрона. 4. Радіочастотний метод передбачає аналіз радіохвильових сигналів в діапазонах частот, на яких здійснюється керування дроном. 5. Радарний метод базується на використанні радіолокатора, який використовує радіовипромінювання для детекції об'єкта [1, 2].

У дослідженнях, пов'язаних з виявленням та розпізнаванням дронів за допомогою активних датчиків, вказується, що проблемами використання радарних сенсорів є висока вартість і обмежене виявлення маленьких дронів. Використання теплових датчиків призводить до зниження точності через низьку просторову роздільну здатність, а використання акустичних датчиків має такі обмеження, як висока вартість і обмежене використання на борту. Через вищезазначені обмеження використання активних датчиків більш доцільним є використання пасивних датчиків, до яких належать візуальні (оптичні), оскільки вони не мають згаданих проблем і обмежень при виявленні невеликих дронів. Використання візуальних методів (зображень) є кращим завдяки таким функціям, як висока роздільна здатність, низька вартість і можливість виявлення різних типів дронів. Однак використання цього методу також пов'язане з проблемами, серед яких: непередбачувані рухи та швидкість дронів, схожість до птахів, різні погодні умови, переповнене тло, малі розміри дронів на великих відстанях, відсутність масштабованості, закриті ділянки [3].

Вирішення цих проблем можливе завдяки навчанню нейронних мереж виявляти та розпізнавати зображення дронів, які потрапляють на оптичні датчики. В останнє десятиліття мережі глибинного навчання стали активно застосовуватися для візуальної обробки виявлення та розпізнавання об'єктів через вищу обчислювальну потужність і точність. Найкращим представником для розпізнавання об'єктів серед глибинних

нейронних мереж є згорткові нейронні мережі (CNN), які являють собою фундаментальні і основні будівельні блоки для завдання комп'ютерного зору щодо сегментації зображення [4] і є більш прийнятні для розпізнавання об'єктів, оскільки виділяють більше ознак. Для цього необхідна підготовка набору даних, що містить зображення дронів та подібних об'єктів, реалізація навчання наявних нейронних мереж розпізнавати дрони на цих зображеннях, проведення тестування навчених мереж і аналіз результатів їх роботи з точки зору ефективності з використанням відповідних метрик. Для розпізнавання дронів можна використовувати такі популярні нейронні мережі-детектори зображень, як YOLO, SSD, Faster R-CNN, Mask R-CNN, RetinaNet.

Дослідивши переваги мереж глибокого навчання, для розробки системи розпізнавання дронів нами було вирішено навчати 3 моделі з різними налаштуваннями: YOLOv8, SSD, Faster R-CNN, які були взяті з відкритого репозиторію Github. Для вирішення поставленого завдання нами були вибрана мова програмування Python версії 3.10.11 та фреймворк для машинного навчання TensorFlow. Нами підготовлено набір зображень 535 картинок (196 з дронами, 139 з птахами і 200 з гелікоптерами), зібраних у різних середовищах із наповненим іншими об'єктами фоном і різними умовами освітлення, на різних відстанях, щоб навчити мережу виявляти об'єкти в різних умовах. Для створення класів об'єктів, позначення їх на картинках і експорту у різних форматах використовувався сервіс Roboflow. З метою підготовки якісного датасету нами було запропоновано налаштувати поворот зображення під кутом 90 градусів за різними осями, зміну довільно відтінку, контрасту і насиченості зображень, а також застосувати довільне обрізання зображень. Щоб підвищити продуктивність, надійність і можливість узагальнення мережі, використані різні загальнодоступні зображення з відкритих джерел і експортовані у форми, що підтримує кожна модель: архіви з фото та файли з розширеннями для: YOLO – TXT annotations і YAML config, для SSD і Faster R-CNN – Tfrecord. 70% підготованих зображень визначено було використати для навчання, а решта – для валідації і тестування. Далі проведена реалізація навчання згорткових нейронних мереж щодо виявлення дронів та подальше тестування. У результаті серед трьох досліджуваних моделей SSD, Faster R-CNN і YOLOv8, найкраще справилася з поставленим завданням щодо розпізнавання дронів YOLOv8, продемонструвавши високі показники значень метрик оцінки ефективності (табл.1)

Таблиця 1 – Результати продуктивності YOLOv8

Модель	Precision	Recall	F1	mAP	Кількість епохів
YOLOv8	1	0,98	0,89	0,949	316

Тому нами вирішено надалі покращити роботу YOLOv8 для отримання кращих результатів. Спочатку архітектура навченої нами моделі YOLOv8 містила 3 повтори у модулях C2f для фільтрів 128 і 1024 і 6 повторів для фільтрів 256 і 512. З метою збільшення продуктивності роботи моделі нами прийнято рішення змінити конфігурацію архітектури цієї моделі. У зміненій конфігурації YOLOv8new збільшено кількість повторень у модулях C2f всередині основи (backbone) архітектури до 12 повторень для фільтрів 128, 256, 512, 1024. Модуль C2f - це тип згорткового шару, який використовується для витягування ознак з вхідних зображень. Збільшуючи кількість повторень, модель застосовує операцію згортки більше разів. Це дозволяє моделі вчити більш складні ознаки з вхідних зображень. Ця зміна може поліпшити виявлення менших об'єктів, таких як дрони, оскільки ці об'єкти можуть мати складні ознаки, які можна розпізнати лише шляхом розгляду комбінацій простіших ознак. Однак збільшення кількості повторень також збільшує обчислювальну вартість моделі,

оскільки моделі потрібно виконувати більше операцій. Після зміни конфігурації загальна характеристика архітектури моделі YOLOv8new отримала такий вигляд: YOLOv8n summary: 295 layers, 4217129 parameters, 4217113 gradients, 10.8 GFLOPs.

Далі проведена реалізація навчання щодо виявлення дронів, валідація та подальше тестування нової версії моделі YOLOv8new.

Таблиця 4.1 – Результати продуктивності YOLOv8new

Модель	Precision	Recall	F1	mAP	Кількість епохів
YOLOv8new	1	0,97	0,87	0,911	237

Як бачимо, навчена нами нейромережа YOLOv8new продемонструвала високі показники здатності розпізнавати дрони і за рахунок зміни конфігурації архітектури базової моделі відбулося зменшення кількості циклів навчання з 316, до 237, що вказує на збільшення швидкості її роботи на 25%.

Висновки. Нами виявлено різні методи виявлення дронів, які працюють на різних фізичних принципах. Для уникнення проблем, пов'язаних з різними приладами, найкраще використовувати візуальний метод, що забезпечує високу роздільну здатність, є низьковартісний і може виявляти різні типи дронів. Нами було вибрано згорткові нейронні мережі як теоретичну основу для реалізації інформаційної технології, що забезпечує найвищу достовірність та швидкість розпізнавання дронів. Нами проведена реалізація навчання щодо виявлення дронів та подальші валідація і тестування моделей нейромереж SSD, Faster R-CNN і YOLOv8. Оскільки найкраще справилася з завданням YOLOv8, то з метою збільшення швидкості роботи моделі нами запропоновано вдосконалити її архтектуру. Після тренування та подальшого тестування проведено оцінку показників ефективності запропонованої моделі і виявлено, щопри збереженні високих показників метрик нам вдалося підвищити швидкість навчання моджелі на 25%. Тому пропонуємо використовувати дану модель для пошуку дронів, що дасть змогу значно підвищити ефективність цих процесів.

Література

1. Системи виявлення дронів і протидронні системи. URL: <https://www.bezpeka-shop.com/ua/blog/obzor/sistemy-obnaruzheniya-dronov-i-protivodronnye-sistemy/> (дата звернення: 16.05.2023)
2. 10 технологій виявлення та протидії дронам на сьогоднішній день. URL: <https://bezpeka.club/10-technologies-for-detecting-countermeasures-drones/> (дата звернення: 16.05.2023)
3. Samadzadegan F., Dadrass Javan F., Ashtari Mahini F., Gholamshahi M. Detection and recognition of drones based on a deep convolutional neural network using visible imagery. *Aerospace*. 2022. №9(1). P.31. URL: <https://doi.org/10.3390/aerospace9010031>(дата звернення: 10.10.2023)
4. Everything about Mask R-CNN: A Beginner's Guide URL: <https://viso.ai/deep-learning/mask-r-cnn/> (дата звернення: 10.10.2023)

УДК 004.75:631.1

Д. І. Муштин, Ph.D

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОБІЛЬНА МЕТЕОСТАНЦІЯ ДЛЯ ОБПРИСКУВАЧА

D. I. Mushtyn, Ph.D

MOBILE WEATHER STATION FOR A SPRAYER

Одним із шляхів підвищення якості спрацювання пестицидів крім контролю за погодними умовами є налаштування обприскувача відповідно до умов на кожному полі обробки. Вдалий підбір розміру краплі, швидкості руху та норми внесення пестицидів під фактичні умови поля дозволяє як знизити виробничі затрати, так і покращити ефективність від обприскування [1, 2], а будь-яке відхилення від умов - призводить до зниження ефективності обробки [3].

Отримати інформацію про фактичні умови на кожному полі для здійснення підбору найоптимальніших параметрів для обприскувача дозволяють дані з метеостанцій. Але, враховуючи динамічну зміну умов, найдоцільніше встановлювати метеостанції на обприскувачі.

На сьогоднішній день на українському ринку запропоновано ряд мобільних метеостанцій [4-6], але вони є або досить дорогими, або не дозволяють отримати необхідні дані. Саме тому ринок потребує доступну за вартістю метеостанцію для обприскувача із простим функціоналом та можливістю надання рекомендацій для оператора, які параметри потрібно змінити для підвищення якості внесення пестицидів. При цьому необхідно розраховувати такі параметри як Delta T, а також інверсію повітря.

Реалізувати керуючий модуль мобільної метеостанції доцільно здійснити на базі мікроконтролера ESP8266, який збирає, опрацьовує та передає дані від 2-х датчиків температури та вологості DHT-22 або DHT-11, датча вітру ZTS-3000-FSJT, датча атмосферного тиску BMP180, а також GPS приймача E108-GN02D. Для обміну даними використано MQTT, а для опрацювання даних, їх візуалізацію та отримання необхідної інформації про погодні умови на кожному конкретному полі - Node-RED.

Такі рішення дозволять реалізувати недорогу, портативну та функціональну мобільну метеостанцію, яку можна встановити на будь-якому самохідному і причіпному оприскувачі.

Література

1. Сторчоус І. Швидкість чи якість обприскування? – Більше не доведеться вибирати. 2023. URL: <https://www.growhow.in.ua/shvydkist-chy-iakist-obpryskuvannia-bilshe-ne-dovedetsia-vybyrati/> (дата звернення: 24.09.2023).
2. Гончаров О. Більша крапля – менше знесення. 2020. URL: <https://agroexpert.ua/bilsha-kraplia-menshe-znesennia/> (дата звернення: 24.09.2023).
3. Гузь М., Сінько В., Марченко В. Обприскування: на що слід звернути особливу увагу. 2017. URL: <https://agroexpert.ua/obpriskuvanna-na-so-slid-zvernuti-osoblivu-uvagu> (дата звернення: 24.09.2023).
4. Wolf.T. Spraying Weather. 2022. URL: <https://sprayers101.com/spraying-weather> (дата звернення: 24.09.2023).
5. John Deere Mobile Weather. 2023. URL: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/field-and-water-management/mobile-weather/> (дата звернення: 24.09.2023).
6. МЕТЕОТРЕК MOBI. 2023. URL: <https://www.meteotrek.ua/equipment/tproduct/353440524-366263547451-meteotrek-mobi> (дата звернення: 24.09.2023).

УДК 004.7

Л. Є. Мосій, І. В. Струтинська, докт. екон. наук, проф.

Г. В. Козбур, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЦИФРОВІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

L. E. Mosiy, I. V. Strutynska, Dr., Prof., G. V. Kozbur, Ph.D, Assoc. Prof.

THE ROLE OF COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ECONOMY

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, поширення Інтернету та хмарних обчислень кардинально трансформують господарські процеси, формуючи феномен цифрової економіки. Автоматизація виробництва на основі кіберфізичних систем, використання методів штучного інтелекту для оптимізації ланцюгів постачання, створення інтернет-платформ як нових ринкових майданчиків – усе це стає можливим завдяки прогресу у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ).

Розвиток мереж зв'язку, хмарних сервісів, технологій аналізу великих даних спричиняє революційні зміни бізнес-моделей компаній, руйнування галузевих бар'єрів, появу нових способів генерування вартості в цифровому середовищі. Передові досягнення у сфері комп'ютерних наук та інженерії є рушійною силою четвертої промислової революції, яка кардинально змінює обличчя сучасної економіки.

Отже, питання впливу комп'ютерно-інформаційних технологій та систем зв'язку на цифрову трансформацію є надзвичайно актуальним для дослідження.

Питання впливу сучасних ІКТ на економічний розвиток розглянуто в працях багатьох дослідників. Зокрема, Іванов І.І. [1] проаналізував трансформацію бізнес-моделей під впливом цифровізації. На думку автора, поширення хмарних технологій, мобільного інтернету, інтернету речей формує якісно нове інформаційне середовище для підприємницької діяльності. Водночас Сидоренко В.В. [2] зазначає, що впровадження ІКТ не завжди призводить до економічного зростання, а інколи лише підвищує прибутковість окремих компаній-виробників технологій. Тому важливо комплексно оцінювати результати цифровізації для суспільства в цілому.

В той же час, недостатньо уваги приділяється безпосередньо аналізу систем зв'язку як базової інфраструктури, що забезпечує функціонування цифрових технологій. Цей аспект потребує окремого вивчення з огляду на стрімкий розвиток мереж 5G та поширення Інтернету речей. Системи зв'язку забезпечують передачу даних, необхідних для цифровізації економіки. Без швидкісного мобільного інтернету неможливі такі технології як хмарні сервіси, Інтернет речей, штучний інтелект. Комп'ютерно-інформаційні технології є базою автоматизації та оптимізації бізнес-процесів, аналізу великих даних, електронної комерції.

Країни, що активніше впроваджують цифрові технології, демонструють більш високі темпи економічного зростання. Наприклад, Ірландія має найбільшу частку цифрової економіки у ВВП в ЄС – 16% у 2022 році [3]; Естонія, одна з лідерів цифровізації в ЄС, після низки успішних реформ з цифровізації державного управління досягла 10% частки цифрової економіки [4]; тоді як частка ІТ-галузі в українській економіці становить близько 4% ВВП [5].

Для кількісної оцінки впливу ІКТ на економічне зростання та розвиток країн застосовується низка спеціалізованих індексів:

1. Індекс цифрової економіки та суспільства (The Digital Economy and Society Index, DESI), який використовується Європейською комісією для порівняння цифрового розвитку країн-членів ЄС [6]. Складається з таких субіндексів:

- людський капітал (цифрові навички);
- підключення (широкосмуговий доступ до Інтернету);
- інтеграція цифрових технологій;
- цифрові державні послуги.

Станом на 2023 рік, відповідно до Digital Decade Policy Programme 2030, індекс DESI інтегровано в “State of the Digital Decade report” [6] та використовується для моніторингу прогресу в досягненні цифрових цілей. Слід відзначити, що Кабінет Міністрів України 05.09.2023 року затвердив перелік показників Індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) в Україні, а також порядок збору та обміну даних щодо показників на основі Методології ЄС [7].

2. Індекс мережевої готовності (Network Readiness Index, NRI) вперше представлений у 2002 році на Всесвітньому економічному форумі, а в 2019 році перейшов під егіду Інституту Портуланса (Portulans Institute). Відображає як технології та люди повинні бути інтегровані в ефективну структуру управління, щоб мати належний вплив на нашу економіку, суспільство та навколишнє середовище [8]. Поділяється на чотири основні категорії або «стовпи»:

- технології (доступ, контент, технології майбутнього);
- люди (приватні особи, підприємства, уряди);
- управління (довіра, регулювання, інклюзія);
- вплив (економіка, якість життя, внесок у Цілі сталого розвитку).

NRI дозволяє оцінити загальний рівень розвитку інфраструктури інформаційно-комунікаційних технологій в країнах з урахуванням якості доступу до Інтернету, поширення хмарних сервісів, рівня кібербезпеки тощо.

3. Індекс розвитку ІКТ (The ICT Development Index, IDI), який щорічно публікує Міжнародний союз електрозв'язку [9]. Складається з субіндексів:

- доступ до ІКТ;
- використання ІКТ;
- навички.

IDI фокусується на показниках, що відображають можливості населення у доступі до ІКТ та використанні цифрових технологій.

Окрім аналізу цифрового розвитку на основі міжнародних індексів, в Україні також реалізуються конкретні проекти, спрямовані на розвиток цифрової економіки та суспільства. Зокрема, Міністерство цифрової трансформації України розробило проєкт Дія.City, однією з головних цілей якого є системне стимулювання розвитку цифрових інфраструктур в українських містах на період до 2038 року [10]. Ця програма передбачає створення мережі хабів цифрових інновацій по всій країні, що сприятиме цифровій трансформації регіонів шляхом впровадження рішень в таких напрямках як електронне урядування, цифрова освіта, смарт-екологія тощо. Отже, системні зусилля держави у сфері цифрового розвитку, поряд з даними незалежних індексів, слугують сигналом зростаючого потенціалу ІКТ в економіці та суспільстві в Україні.

Висновки. Прогрес у сфері ІКТ лежить в основі формування цифрової економіки – через автоматизацію бізнес-процесів, створення інтернет-платформ, впровадження технологій штучного інтелекту тощо. Водночас, системи зв'язку є базовою інфраструктурою, котра забезпечує функціонування цифрових технологій. Досвід розвинених країн ЄС у сфері цифровізації економіки показує, що вищий рівень впровадження ІКТ позитивно корелює з економічним зростанням. Для оцінки цифровізації економіки та впливу ІКТ застосовується низка міжнародних індексів –

DESI, NRI, IDI. В Україні також реалізуються системні проекти з розвитку ІКТ інфраструктури, що має стати запорукою успішної цифрової трансформації. Прискорення впровадження комп'ютерно-інформаційних технологій та модернізація систем зв'язку є стратегічними завданнями для посилення конкурентоспроможності національних економік у цифрову епоху.

Література

- [1] Іванов І.І. Вплив цифровізації на бізнес-моделі підприємств. Економіка і суспільство. 2021. №22. С. 28-35.
- [2] Сидоренко В.В. Цифрова економіка: переваги та загрози для розвитку. Економіка промисловості. 2019. №3 (87). С. 5-13.
- [3] Ireland in the Digital Economy and Society Index. *Shaping Europe's digital future*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-ireland> (дата звернення: 30.11.2023).
- [4] Estonia in the Digital Economy and Society Index. *Shaping Europe's digital future*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-estonia> (дата звернення: 30.11.2023).
- [5] Як змінювалася частка ІТ-галузі у загальному обсязі ВВП України. *Слово і Діло*. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2021/09/15/infografika/ekonomika/yak-zminyuvalasya-chastka-it-haluzi-zahalnomu-obsyazi-vvp-ukrayiny> (дата звернення: 30.11.2023).
- [6] The Digital Economy and Society Index (DESI). *Shaping Europe's digital future*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> ((дата звернення: 29.11.2023).
- [7] Про затвердження переліку показників Індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) : Розпорядж. від 05.09.2023 р. № 774-р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KR230774?an=1> (дата звернення: 29.11.2023).
- [8] Network Readiness Index – Benchmarking the Future of the Network Economy. *Network Readiness Index – Benchmarking the Future of the Network Economy*. URL: <https://networkreadinessindex.org/> (дата звернення: 29.11.2023).
- [9] The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. *ITU*. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx> (дата звернення: 29.11.2023).
- [10] Що таке Дія City – спеціальний правовий режим для ІТ-індустрії. *AIN.UA – Інтернет-бізнес в Україні*. URL: <https://ain.ua/special/diia-city-faq-ua/> (дата звернення: 30.11.2023).

УДК 004.852

О. Є. Подвисоцький; Н. Б. Стадник, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В РОЗУМНОМУ БУДИНКУ

О. Е. Podvysotskyi; N. B. Stadnyk, Ph.D.

METHODS OF BIOMETRIC IDENTIFICATION IN SMART HOME

Біометрична ідентифікація набуває все більшої популярності в сфері розумних будинків. Використовуючи цей метод, користувачі можуть безпечно отримати доступ до своїх осель шляхом простого сканування відбитків пальців, розпізнавання обличчя або голосу. Ця технологія змінює наше сприйняття взаємодії з оточуючим середовищем, забезпечуючи значно вищий рівень безпеки та зручності [1].

Біометрична автентифікація - це метод ідентифікації, який базується на фізичних характеристиках людини, таких як відбитки пальців або риси обличчя, для перевірки особи. Цей метод також може застосовуватися для моніторингу та контролю доступу до приватних зон, таких як житлові будинки чи підприємства.

Розумні будинки мають численні переваги, включаючи зручність, енергоефективність та вищий рівень безпеки. Біометрична автентифікація відіграє важливу роль у забезпеченні високого рівня безпеки та захисту мешканців таких інтелектуальних будинків. Біометричну автентифікацію можна використовувати для захисту доступу до дверей, ліфтів та інших частин будинку, для створення безпечного середовища для мешканців і відвідувачів.

Останнім трендом у біометричній автентифікації є використання штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання [2]. Ці технології використовуються для підвищення точності та швидкості процесу біометричної автентифікації.

Розумні будинки все частіше використовують технологію розпізнавання обличчя як форму біометричної автентифікації - метод перевірки особистості людини шляхом розпізнавання та аналізу її унікальних фізичних характеристик. Розпізнавання обличчя у розумних будинках [3], забезпечує власникам безпечний доступ до своїх осель без необхідності фізичних ключів чи паролів. Крім того, цю технологію можна використовувати для виявлення зловмисників і попередження власників будинків про можливі загрози безпеці.

Технологія біометричної автентифікації все ще розвивається, і є ряд проблем, які треба вирішити, перш ніж її широко застосують. Серед цих питань - точність, конфіденційність та безпека даних, а також необхідність створення єдиного стандарту біометричної автентифікації для різних місць і систем. Тим не менш, потенціал біометричної автентифікації для підвищення безпеки у розумних будинках є значущим. Загалом, впровадження цієї технології може стати корисним інструментом для підвищення безпеки та зручності, однак важливо бути усвідомленим щодо потенційних проблем, пов'язаних із її застосуванням.

Література

1. Noh, Nor Syazwani Md, et al. "Smart Home with Biometric System Recognition." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1529. No. 4. IOP Publishing, 2020.
2. Sayyad, Sohel, et al. Smart Home Surveillance System Using Artificial Intelligence. In: *2023 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)*. IEEE, 2023. p. 1-7.
3. Rahim, Asif, et al. "Enhancing Smart Home Security: Anomaly Detection and Face Recognition in Smart Home IoT Devices Using Logit-Boosted CNN Models." *Sensors* 23.15 2023

УДК 681.518.3

А. М. Паламар, канд. техн. наук, доц., Р. О. Романчук
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПИЛОМ

A. M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof., R. O. Romanchuk
**COMPUTER SYSTEM FOR REMOTE MONITORING OF AIR POLLUTION
LEVELS WITH DUST**

В останні роки внаслідок діяльності промислових підприємств та збільшення обсягів будівництва, проблема забруднення повітря пилом стає все більш актуальною. Зростання концентрації пилу в атмосфері спричиняє серйозні загрози для екології та здоров'я людей [1]. Для ефективного вирішення цієї проблеми, необхідно розробляти і впроваджувати нові технологічні рішення, зокрема, комп'ютерні системи віддаленого моніторингу [2].

Актуальність дослідження обумовлена погіршенням якості повітря та нестачею ефективних засобів моніторингу рівня пилу. Мета роботи полягає у розробці та впровадженні комп'ютерної системи для віддаленого контролю рівня забруднення повітря пилом, що дасть змогу підвищити ефективність та оперативність збору екологічних даних.

Система ґрунтується на технології Інтернету речей (ІоТ). Основними компонентами системи є давачі пилу, мікроконтролери з можливістю бездротової передачі даних. Давачі вимірюють концентрацію часток пилу у повітрі. Мікроконтролери здійснюють безперервний збір даних від давачів, виконують попередню обробку і фільтрацію, передають їх до хмарного серверу для обробки та глибшого аналізу.

Інтерфейс користувача дозволяє віддалено отримувати дані та моніторити якість повітря. Крім того, це дозволить забезпечити зручний доступ до інформації про рівень забруднення повітря пилом.

Система характеризується оперативністю та можливістю здійснювати віддалений моніторинг в режимі реального часу. Високоточні сенсори гарантують достовірність вимірювань. Інтеграція з хмарним сервером забезпечує ефективний віддалений контроль за якістю повітря.

Запропонована комп'ютерна система віддаленого контролю рівня забруднення повітря пилом є перспективним та дієвим рішенням для вирішення екологічних проблем. Впровадження цієї системи сприятиме покращенню якості повітря та підвищенню рівня безпеки та здоров'я населення.

Література

1. Ларіоник Р.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Система для моніторингу якості атмосферного повітря на базі ІоТ. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 8–9 грудня 2021 року), Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 116.

2. Паламар А., Величко Д. Система моніторингу якості повітря в приміщеннях. Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" (Тернопіль, 28-29 квітня 2022 року), Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 138.

УДК 004.912

Є. В. Тиш канд. техн. наук, Р. І. Шалапай

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ТИПИ ВИМОГ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕТОДИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ

Ie. V. Tysh PhD., R. I. Shalapai

TYPES OF COMPUTER SYSTEMS REQUIREMENTS AND METHODS OF THEIR DETECTION

Для більш глибокого розуміння, якими властивостями і характеристиками володіють функціональні та нефункціональні вимоги необхідно дослідити принципи їх класифікації і фактори, які на це впливають. На рис. 1 проілюстровано фактори, які мають визначальний вплив на встановлення приналежності вимог до класу функціональних чи нефункціональних вимог. На основі аналізу бізнес вимог можна встановити частину необхідних функціональних вимог для користувачів, проте все ж вони висловлюють і свої власні потреби. Бізнес вимоги та вимоги користувачів формують базис функціональності, який фіксується у потенційних сценаріях імплементації комп'ютерної системи. Нефункціональні вимоги також впливають на сценарії виконання функцій комп'ютерною системою, зокрема через наявні у бізнес правила, які впливають також на функціональні вимоги та атрибути якості системи. Серед системних вимог, виділяють частину, яка має безпосереднє відношення до виконання функцій системою. Нефункціональні вимоги можуть містити обмеження та особливості взаємодії із зовнішніми програмно-апаратними комплексами через відповідні інтерфейси.

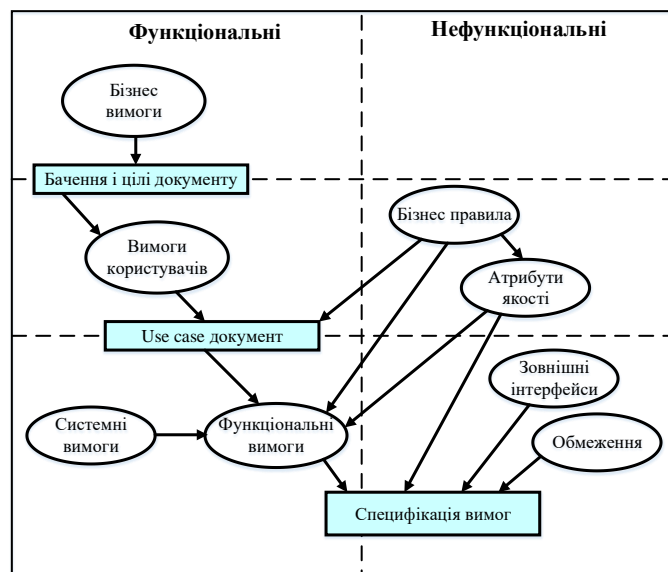


Рисунок 1. Фактори, які визначають і впливають на встановлення приналежності вимог до певного класу

Як видно з рис. 1, кластер функціональних вимог визначають в першу чергу бізнес вимоги, які формують бачення і цілі реалізації комп'ютерної системи. Розробку вимог часто тривіалізують як діяльність, яку виконують аналітики з добрих намірів, перш ніж вони почнуть виконувати справжню роботу зі специфікації продукту.

УДК 004.048

А. М. Луцків канд. техн. наук, доцент, С. В. Макогон
 (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕКСТОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ В АУДИОПОТІК

A. M. Lutskiv PhD., Assoc. Prof., S. V. Makohon
 NEURAL NETWORK APPROACHES TO CONVERTING TEXT MESSAGES INTO AUDIO STREAMS

Застосування нейромережевого підходу для перетворення тексту в аудіо можна класифікувати в основному з точки зору основних компонентів: аналіз тексту, акустичні моделі, вокодери та повністю наскрізні моделі, як показано на рис 1. Вони формують таксономію та основні поняття при побудові алгоритмів щодо практичної реалізації методів перетворення тексту у голосові повідомлення.

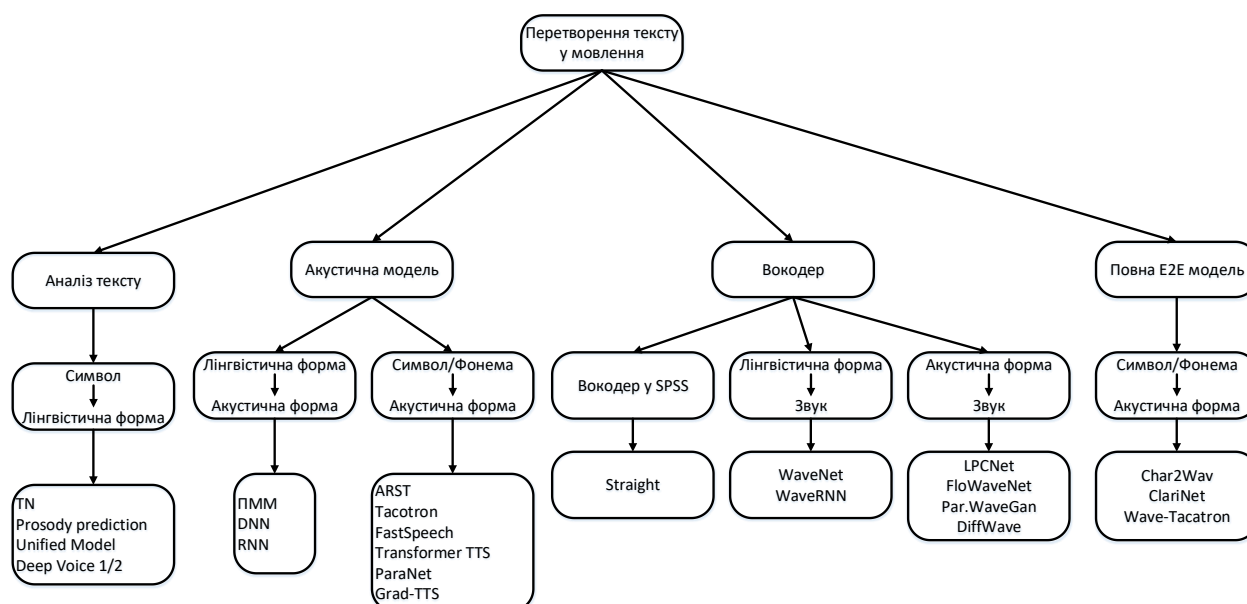


Рисунок 1. Класифікація компонентів та способів їх реалізації із застосуванням нейронних мереж при перетворенні тексту в аудіо

Така таксономія узгоджується з потоком перетворення даних із тексту в сигнал:

- аналіз тексту перетворює символ у фонему або інші мовні властивості;
- акустичні моделі формують акустичні ознаки або з мовних властивостей, або з символів/фонем;
- вокодери генерують хвилю з мовних або акустичних властивостей;
- повністю наскрізні моделі безпосередньо перетворюють символи/фонему у хвилю.

УДК 004.94

В. В. Яцишин канд. техн. наук, доцент, І. М. Кучма

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЙ ЯК СПОСІБ ЕФЕКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

V. V. Yatsyshyn PhD., Assoc. Prof., I. M. Kuchma

ONTOLOGY BUILDING AS A METHOD OF EFFICIENT MODELING OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS

Онтології можна визначити за допомогою артефактів, які мають структуру (логічну, лінгвістичну, «таксономічну»). Їхня мета полягає в кодуванні опису домену (фактичного, контрфактичного, можливого, неможливого, бажаного тощо) для деяких завдань або проблем (наприклад, область медицини, світ семантичної веб-конференції тощо). Однак онтології повинні відповідати домену та завданню, описаному нижче:

– домен – дозволяє описувати сутності, атрибути та зв'язки які стосуються певної мети (студент як сутність, яка зарахована до університету, під керівництвом академічного персоналу та має назву, адресу тощо);

– завдання – допомагає досягти мети (знайти людей, які працюють над тією самою темою, узгодити теми проекту з компетенціями персоналу тощо).

Проектування онтології є досить складним завданням для складних комп'ютерних систем та мереж і важливою технікою у створенні додатків, заснованих на знаннях. У декількох областях досліджень успішно застосовано проектування онтології, зокрема, такі види як перевірка моделі та семантичний аналіз, виявлення неузгодженості в моделюванні складного сценарію. До основних критеріїв і принципів проектування, які виявилися корисними при розробці онтологій належать:

– об'єктивність – означає, що онтологія повинна надавати значення визначених термінів шляхом надання об'єктивних визначень, а також документації природною мовою;

– повнота – вираження означення базується на необхідних і достатніх умовах, що є кращим перед частковим означенням;

– когерентність – прийнята, щоб формувати висновки, які представляють узгодженість з означеннями;

– максимальна монотонна розширюваність – властивість, яка передбачає, що нові загальні або спеціалізовані терміни повинні бути включені в онтологію таким чином, щоб не вимагати зміни існуючих понять та їх означень;

– мінімальні онтологічні зобов'язання – означає мінімізацію претензій щодо області, яка моделюється, надаючи сторонам свободу спеціалізації та інстанціювання онтології як вимагається;

– диверсифікація ієрархій – корисна для збільшення потужності, що забезпечується кількома механізмами наслідування;

– принцип онтологічного розрізнення – передбачає, що класи в онтологіях повинні бути такими, які не перетинаються;

– мінімізація семантичної дистанції між однотипними поняттями – однакові екземпляри групуються та використовуються для представлення подібних понять.

– модульність – властивість, яка використовується для мінімізації зв'язку між модулями.

УДК 004.02

В. В. Яцишин канд. техн. наук, доцент, О. О. Горбач

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОЦЕСИ РОЗРОБКИ ТА МОДЕЛІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

V. V. Yatsyshyn PhD., Assoc. Prof., O. O. Horbach

DEVELOPMENT PROCESSES AND LIFE CYCLE MODELS OF COMPUTER SYSTEMS

Модель життєвого циклу комп'ютерної системи представляє собою структурну схему із певним набором зв'язків між активностями та задачами, які протікають в межах процесів для забезпечення розробки, експлуатації та супроводу продукту. Така схема орієнтована на відображення еволюції комп'ютерної системи, що починається з формулювання вимог до неї і завершується її утилізацією. Загалом, сукупність процесів, які необхідно реалізувати для одержання продукту у вигляді комп'ютерної системи, має наступний вигляд:

- визначення і фіксація вимог та/або розробка технічного завдання;
- виконання ескізного та/чи технічного проектування;
- розробка апаратної складової, системного та прикладного ПЗ;
- випуск прототипу і введення в експлуатацію;
- забезпечення супроводу КС та покращення її характеристик;
- утилізація, вивід з експлуатації.

Моделі життєвого циклу КС призначені для:

- формування плану розподілу задач і ресурсів серед розробників та управління проектом;
- організації та забезпечення ефективної комунікації команди розробників із представниками замовника;
- моніторингу стану виконання задач, оцінювання проміжних версій КС щодо відповідності специфікації вимог, забезпечення коректності їх виконання, оцінювання реалізованих властивостей та витрачених ресурсів, що обов'язково включає в себе використані програмні та апаратні засоби;
- повідомлення замовника щодо одержаних проміжних результатів проекту та узгодження їх;
- перевірки властивостей реалізованої кінцевої версії системи шляхом виконання тестування на узгоджених із замовником тестових наборах даних;
- встановлення міри відповідності характеристик якості КС щодо затверджених вимог;
- проведення аналітики процесів та активностей використаної моделі ЖЦ для визначення та розширення потенційних переваг і недоліків, які проявилися під час їхнього застосування, а також встановлення шляхів підвищення ефективності та вдосконалення моделі життєвого циклу.

Таким чином, застосування певного типу моделі ЖЦ та організації процесів виконання проекту з врахуванням особливостей масштабу КС, її функціональних особливостей, складності та призначення, потрібно визначити правильну сукупність процесів, дій та активностей, які б відповідали стандартам.

УДК 004.9

А. М. Луцків канд. техн. наук, доцент, Ю. Б. Мельничук
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН АУКЦІОНІВ З ІНТЕГРАЦІЄЮ ЕЛЕМЕНТІВ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕОРІЇ ІГОР

A. M. Lutskiv PhD., Assoc. Prof., Y. B. Melnychuk
**PRINCIPLES OF ORGANIZING ONLINE AUCTIONS WITH THE INTEGRATION
OF ELEMENTS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND GAME THEORY**

Загально відомо, що аукціони забезпечують цілісне вирішення проблеми дискретного розподілу ресурсів між різними агентами в багатоагентній системі. Існує багато типів аукціонів, включаючи аукціони одного товару, кількох одиниць, комбінаторні аукціони та подвійні аукціони. Аукціони представляють собою особливий клас програмного забезпечення з багатьма додатками при проведенні транзакцій електронної комерції. Зокрема, аукціони корисні для торгівлі в таких сферах: ліцензії на використання радіочастот, ринки електроенергії, права на викиди, лоти для зльоту та посадки в аеропортах, права на використання природних ресурсів (наприклад, видобуток нафти), продаж предметів колекціонування, антикваріату, предметів розкоші та вживаних товарів, контракти на державні закупівлі, іноземна валюта, тощо.

Оскільки онлайн-аукціони поширювалися з появою Інтернету, було запропоновано багато типів онлайн-додатків для аукціонів, включаючи каталоги аукціонів, топ-аукціони, мета-аукціони та сервери аукціонів.

Нещодавно дослідження були зосереджено на розробці більш загальних, гнучких і багаторазово використовуваних аукціонних рішень, з метою підвищення потенціалу для застосування як у секторах B2C, так і B2B.

У цьому контексті застосування агентних систем запропоновано як новий підхід, який переносить ідею аукціонного сервісу з Інтернету, керованого людьми, у світ програмних агентів.

В англійських аукціонах продавець (або аукціоніст, який представляє продавця) оголошує початкову ціну на товари (використовуючи налаштування додатка електронної комерції), а учасники аукціону роблять ставки, що збільшуються, протягом попередньо визначеного періоду часу, як правило, з мінімальним кроком, встановленим продавцем.

Наприкінці процесу торгів переможцем англійського аукціону оголошується агент, який зробив найвищу ставку. Потрібно звернути увагу на те, що у даному випадку буде використовуватися технологія блокчейн, теорія ігор та модель англійського аукціону, яка керується термінами, а не моделлю часу бездіяльності. При цьому проводиться аналіз, проектування та впровадження відкритої гнучкої інфраструктури для автоматизованої комунікації на основі агентів.

При проектуванні та реалізації комп'ютерної системи важливо підкреслити переваги використання мультиагентних систем і найсучасніших агентських фреймворків, а також додаткового програмного забезпечення при розробці аукціонного сервера. Тут основна увага зосереджена на застосуванні чистих принципів розробки програмного забезпечення (абстракції та модульності), а також на оцінці та покращенні продуктивності та масштабованості реалізації. Аспекти масштабованості та продуктивності додатково розширюються завдяки використанню кластерної реалізації.

УДК 004.45

Т. А. Озарків; Р. О. Жаровський, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ПРОТОКОЛУ EIGRP В УМОВАХ ВЕЛИКИХ МЕРЕЖ ЗІ СКЛАДНОЮ ТОПОЛОГІЄЮ

T. A. Ozarkiv; R. O. Zharovskyi, Ph.D.

OPTIMIZATION OF THE EIGRP PROTOCOL IN LARGE NETWORKS WITH COMPLEX TOPOLOGY

У великих мережах з складною топологією та багатьма альтернативними маршрутами використання протоколів маршрутизації автоматизує створення таблиць маршрутизації та дозволяє знаходити нові маршрути при змінах у мережі, таких як відмови або поява нових ліній зв'язку та маршрутизаторів.

Протоколи маршрутизації використовуються для пошуку та фіксації маршрутів передачі даних через складову мережу TCP/IP. Більшість таких протоколів формують таблиці маршрутизації та відзначаються адаптивною (динамічною) або статичною маршрутизацією [1].

Сучасні протоколи маршрутизації в IP-мережах відносяться до адаптивних розподілених протоколів. Популярним дистанційно-векторним протоколом є RIP, а серед інших протоколів цієї групи варто відзначити удосконалений протокол EIGRP, розроблений компанією Cisco як наступника IGRP.

EIGRP придатний для різних топологій та середовищ. У добре спроектованих мережах EIGRP добре масштабується та має невеликий час узгодження при мінімальному мережевому трафіку. Для обчислення найкоротшого шляху використовується алгоритм дифузного оновлення (DUAL).

До переваг алгоритму роботи мережі EIGRP можна віднести:

- низьке використання мережевих ресурсів у режимі нормальної експлуатації; тільки пакети HELLO передаються за умов стабільної мережі;
- при виникненні змін через мережу передаються лише зміни, що відбулися в маршрутній таблиці, а не вся таблиця повністю; це дозволяє зменшити навантаження на мережу, що створюється протоколом маршрутизації;
- малий час конвергенції (або збіжності) у разі зміни у топології мережі (в окремих випадках збіжність забезпечується майже миттєво);
- можливість використання до 5-ти компонентів при розрахунку метрики маршрутизації.

У порівнянні з іншими протоколами, EIGRP має вбудований механізм обліку навантаження на лінію, але він обмежений у гнучкості. Протокол може бути налаштований за допомогою різних параметрів, але перерахунок маршрутів відбувається тільки при зміні топології мережі. Для протоколу OSPF, який часто використовується в магістральних IP-мережах, існує багато способів оптимізації [2] для розподілу навантаження на мережу. Навпаки, протокол EIGRP ще вимагає досліджень для оптимізації його роботи в умовах великого рівня трафіку.

Література

1. Karamela, Noelia; Karras, Dimitrios A. A Comparative Analysis of OSPF and EIGRP Routing Protocol Evaluation. Journal of Transactions in Systems Engineering, 2023, 1.2: 73-103.
2. Tamgno, James Kouawa, et al. Optimization Of Eigrp Dynamic Routing Protocol Based On Artificial Intelligence Algorithm. In: 2022 24th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). IEEE, 2022. p. 370-379.

УДК 624.791.12

М. Р. Лещук, Б. М. Зозуляк, В. М. Кравчук, Р. І. Королюк, ст. викл.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НАТЯГУ ПРИ ПРОКАТУВАННІ АЛЮМІНІЮ

M. R. Ieshchuk, B. M. Zozuliak, V. M. Kravchuk, R. I. Koroliuk, Senior Lecturer
SIMULATION OF THE OPERATION OF THE TENSION CONTROL SYSTEM
DURING ALUMINUM ROLLING

Натяг волокна при його витягуванні є важливим фактором у техніці прокатування алюмінію, який впливає на якість.

Система використовує схему з центральним приводом і конфігурацією волокна, спрямованого назвні. Оскільки вихідний крутний момент цифрового серводвигуна змінного струму прямо пропорційний силі натягу волокна та радіусу прокручування, вихідний крутний момент має зменшуватися зі зменшенням радіуса прокручування, щоб отримати постійний натяг волокна. Зміна радіуса прокручування може бути виміряна за допомогою пристрою, що стежить за радіусом, а потім вибрана зміна радіуса проходить через аналого-цифровий перетворювач і надсилається до ПЛК.

Зчитуючи бажане значення сили натягу, радіус і сила натягу обчислюються за попередньо встановленим алгоритмом розрахунку. Команда швидкості та обмеження крутного моменту видаються та перетворюються в цифро-аналоговий сигнал для виведення аналогового сигналу напруги для керування сервоприводом.

Сервопривід керує швидкістю обертання та вихідним крутним моментом для контролю натягу волокна. Швидкість і крутний момент серводвигуна вимірюються датчиком імпульсів і елементом Холла і передаються в систему ПЛК для створення замкнутої системи. Механізм системи показаний на рис.1.

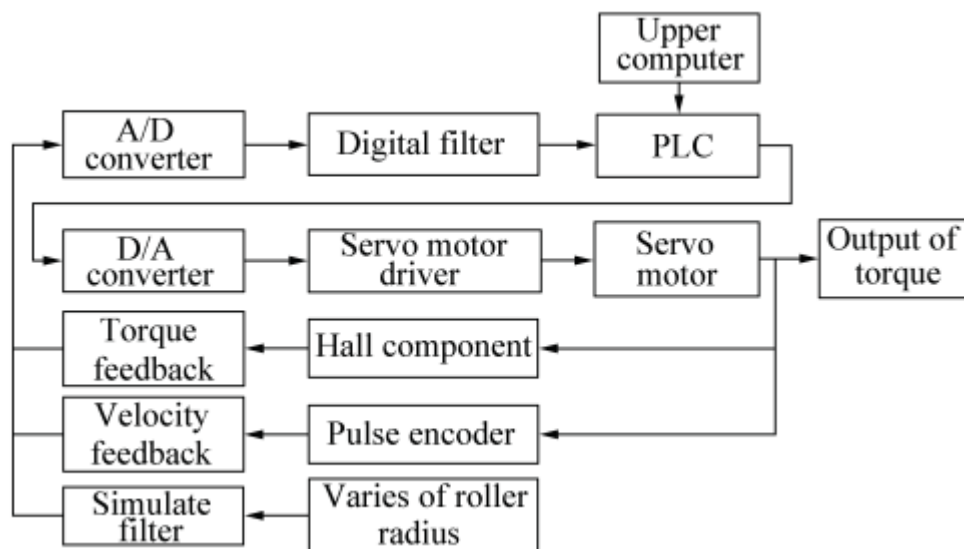


Рисунок 1. Принцип роботи системи контролю натягу.

Основні компоненти системи включають програмований контролер Panasonic (FP0-C10RS), 12-розрядний FP0-A80 і допоміжний модуль перетворення FP0-A04V. Цифровий сервопривод змінного струму Panasonic і серводвигун.

Пристрій стеження за радіусом, включаючи важіль стеження за радіусом і поворотний потенціометр.

Ефективний контроль натягу волокна необхідний при намотуванні волокна. Через універсальність форми серцевини та форми намотування лінійну швидкість волокна важко підтримувати постійною, а принцип зміни надзвичайно складний. Тому при механічному аналізі контрольованого об'єкта слід враховувати вплив швидкості на силу натягу. ПЛК із функціональними модулями як керуюче ядро системи керування, а необхідне напруження може бути введено в дію через інтерфейс ПЛК та комп'ютером верхнього рівня.

Введення значення радіуса, зворотний зв'язок крутного моменту та зворотний зв'язок швидкості, запуск попередньо встановленого алгоритму обчислення та вихід системи виконуються ПЛК із функціональними модулями.

Коли розглядається розмотувач, рівняння рівноваги динамічного крутного моменту можна виразити так:

$$M(t) = J(t)\dot{\omega}(t) + J(t)\omega(t) + TR(t) + M_f + M_0$$

де T – натяг нитки, $R(t)$ – радіус прокручування в реальному часі, $M(t)$ – момент опору серводвигуна змінного струму, M_f – момент в'язкого тертя, $\omega(t)$ – кутова швидкість сувою, $J(t)$ – інерція обертання сувою та валка пряжі, а M_0 – момент сухого тертя.

Як показано в рівнянні, радіус спіралі, момент опору, кутова швидкість розмотувача та інерція обертання спіралі є функціями часу, і система, таким чином, є складною багатоваріантною змінною в часі системою. Належне спрощення рівняння рівноваги крутного моменту здійснюється за допомогою класичної теорії керування на основі наступних правил:

Момент сухого тертя та момент в'язкого тертя дуже малі, і ними можна ігнорувати.

Впливом $J(t)\omega(t)$ на силу натягу можна знехтувати, оскільки миттєва інерція змінюється дуже незначно.

Радіус прокручування вимірюється в режимі реального часу та подається назад за допомогою пристрою контролю радіуса.

Рівняння спрощується:

$$TR(t) = M(t) + J(t)\dot{\omega}(t)$$

Отже, варіації діаметра спіралі та кутової швидкості спіралі є основними факторами, що впливають на натяг пряжі.

Реалізація такої системи керування дозволяє регулювати адаптивно натяг нитки або фольги в широких заданих межах.

Література

1. Lossie M, Brussel H V. Design principles in filament winding. Composites Manufacturing, 1994. 5(1). С. 5-13.
2. Miller G A. Control of tension in textile filament winding. Mechatronics, 1995. 5(2). С. 117-131.

УДК 628.8

Ю. І. Микитів, І. Я. Харів, М. Б. Горват, Р. З. Золотий, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТУ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

Y. I. Mykytiv, I. Y. Khariv, M. B. Horvat, R. Z. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof.
**ANALYSIS OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR ENSURING COMFORT AND
ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS**

Наразі будівлі відповідають за переважну кількість світового споживання енергії та викидів CO₂. Будівлі в основному становлять 40% загального споживання первинної енергії і майже 36% викидів CO₂ [1]. Енергія, отримана з викопного палива, сприяє значним викидам CO₂ і спричиняє глобальне потепління. Отже, завдання уряду, провадити політику у напрямку енергоефективності та створення екологічних будівель.

Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) уточнює: «В усьому світі широке впровадження найкращих доступних технологій і політики енергоефективності може дати річну економію кінцевого споживання енергії будівлями приблизно на 53 екзаджоулі (ЕДж) до 2050 року». Тому оптимізація споживання енергії має вирішальне значення для здорового навколишнього середовища та сталого розвитку. Інтеграція відновлюваних джерел енергії та інтелектуальних систем у будівлі може досягти очікуваної економії споживання енергії. Однак ефективна оптимізація енергоспоживання будівлі все ще є складним завданням через різні параметри, які впливають на енергоспоживання будівлі.

Ці впливові фактори можна розділити на п'ять основних типів:

1. Будівельні фізичні та теплові властивості (теплопровідність, питома теплоємність, товщина, щільність тощо)
2. Поведінка перебування (діяльність в будівлі, взаємодія з будівлею тощо) [2].
3. Тип будівельного сектору та енергетична політика будівель (тип будівлі, місце розташування, відповідна регіональна політика тощо).
4. Чисельність населення (кількість мешканців, діяльність у приміщенні).
5. Кліматичні умови (зовнішня температура за сухим термометром, швидкість вітру, відносна вологість зовнішнього повітря, сонячна радіація тощо).

Серед цих п'яти впливових факторів фізичні властивості будівлі, кліматичні умови та поведінка людей безпосередньо впливають на споживання енергії. У той же час інші параметри дещо мінімально впливають на споживання енергії.

Дослідження, проведене в університетських будівлях для оцінки зв'язку між споживанням енергії та чисельністю населення, діяльністю користувачів і профілями попиту, показує, що чисельність населення має мінімальний вплив на споживання електроенергії порівняно з іншими параметрами. Як правило, люди проводять 90% свого життя в будівлях, тому підтримка комфортного середовища є важливою для забезпечення здоров'я та продуктивності мешканців.

Якість проживання мешканців визначається трьома параметрами комфорту: тепловим комфортом, якістю повітря в приміщенні та візуальним комфортом. Ці три фактори можна контролювати, використовуючи контролер для управління опаленням, вентиляцією та кондиціонуванням повітря і системи освітлення з природними ресурсами (денне освітлення, зовнішня температура тощо). Система енергоменеджменту будівлі необхідна для покращення енергоефективності, одночасно забезпечуючи покращений комфорт мешканців. І навпаки, створення комфортного середовища в приміщенні потребує більше енергії для досягнення та підтримки

оптимального комфорту. Тому потрібен відповідний компроміс між енергією та комфортом у приміщенні. У цьому контексті останні розробки в таких систем зосереджені на розумних технологіях для усунення розриву між споживанням енергії та комфортом мешканців.

Для побудови систем енергоменеджменту ми будемо використовувати три основні підходи: модель білого ящика, чорного ящика та сірого ящика.

Моделі білого ящика є фізичним моделюванням. Це підхід, що спирається на термодинамічні та/або математичні рівняння та інженерні методи для енергетичного моделювання, аналіз і контроль. Прикладами підходу до моделювання на основі білого ящика є програмне забезпечення моделювання енергетичного аналізу будівель, таке як: EnergyPlus, Transient System Simulation, eQuest тощо. Ці програмні засоби в основному використовуються під час побудови на етапі планування та проектування, що передують зведенню будівлі. Вони обчислюють загальну енергію споживання, дизайн, планування роботи, інформація про освітлення тощо, на основі детальних фізичних властивостей будівлі, графік заповнення, географічні умови та тип будівельно-кліматичних параметрів.

Однак отримання таких точних даних для моделювання є складним, а в деяких випадках неможливим процесом. Крім того, через нелінійну поведінку будівельних параметрів, моделі білого ящика підходять як для простих моделей, так і для складних.

Моделі чорного ящика – це керовані даними енергетичні моделі будівель, які побудовані на основі даних часто вважаються такими, що легко моделювати, а не моделями білого ящика на основі фізики. Як правило, моделі з чорним ящиком застосовуються для прогнозування споживання енергії, планування роботи системи та адаптивного системи керування. Прикладами методів моделей чорної скриньки є штучні нейронні мережі, машини опорних векторів, генетичні алгоритми, навчання з підкріпленням, глибоке машинне навчання тощо. Окрім простоти застосування, моделі чорного ящика вимагають великих вхідних даних для навчання моделі. Таким чином, ці дані можуть бути недоступні в будівлях, у яких не встановлено давачі, обмеження їх застосування кількома будівлями з встановленими датчиками.

Щоб подолати недоліки моделей білого і чорного ящиків, були введені гібридні моделі. Гібридні моделі (моделі сірого ящика) є комбінацією моделей на основі фізики (моделі білого ящика) і статистичних методів (моделі чорного ящика). Моделювання сірого ящика визнано надійним і точним для моделювання будівельних систем і підвищення ефективності будівель .

Література

1. The European Commission. Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic And Social Committee and the Committee of the Regions; The European Commission: Brussels, Belgium, 2011. URL : [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com_com\(2011\)0681_/com_com\(2011\)0681_en.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com_com(2011)0681_/com_com(2011)0681_en.pdf).
2. Yu, Z.; Fung, B.C.; Haghghat, F.; Yoshino, H.; Morofsky, E. A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption. Energy Build, 2011. URL : https://www.researchgate.net/publication/223058992_A_systematic_procedure_to_study_the_influence_of_occupant_behavior_on_building_energy_consumption.

УДК 656.02

М. С. Дзюмак, С. З. Кульчицький, І. М. Поливаний,

О.С. Голотенко, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТУ НА ОСНОВІ ІНТЕРВАЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

М. S. Dziurmak, S. Z. Kulchytskyi, I. M. Polyvaniy, O. S. Holotenko, Ph.D., Assoc. Prof.
**RESEARCH OF THE ROUTE PLANNING SYSTEM BASED ON INTERVAL
CALCULATIONS**

У роботі досліджено проблему планування маршруту транспортного засобу в динамічному середовищі. Щоб краще відобразити реальні життєві ситуації, було прийнято, що час у дорозі точно не відомий, але обмежений знизу і зверху, тобто заданий як інтервальна величина. Було розроблено алгоритм для ефективного перепланування маршрутів у високодинамічній мережі доріг, яка поєднує обробку зображень руху з інтервальними даними для оптимізації динамічного шляху. Розроблені алгоритми інтегровані в більшу систему управління трафіком.

Ефективність запропонованих алгоритмів та їх здатність підтримувати динаміку дорожнього руху перевіряється за допомогою реальних даних. На рисунках приведено загальну структуру системи та результати оптимізації.

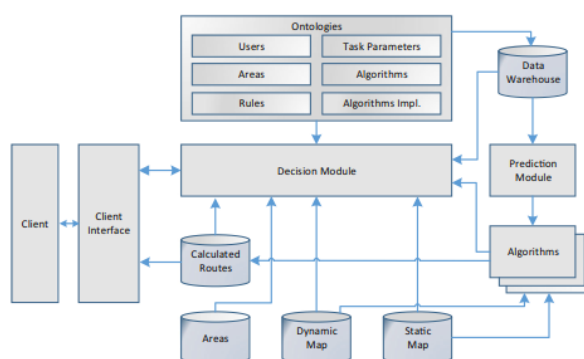


Рисунок 1. Структура системи керування трафіком

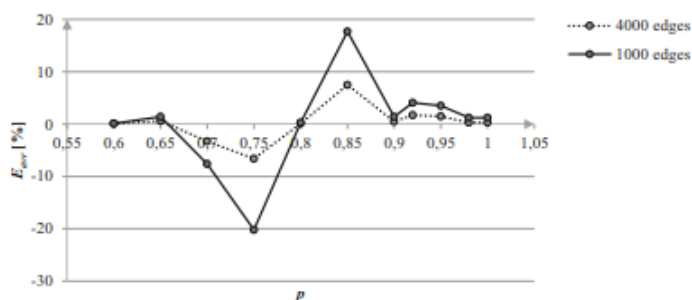


Рисунок 2. Відносна різниця між середнім часом подорожі з оптимізацією та без неї

Література

1. Intelligent route planning system based on interval computing, 2019. URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-018-6714-x>.

УДК 658.12.011

А. О. Мацюк, В. В. Дрогоморецький, Ю. О. Зеленко, А. А. Станько, асистент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПАКУВАННЯ КОНСЕРВНИХ ВИРОБІВ

A. O. Matsiuk, V. V. Drohomiretskyi, Y. O. Zelenko, A. A. Stanko, Assistant.
DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT SYSTEM FOR THE PACKAGING OF
CANNED PRODUCTS

Використання пакувального матеріалу є нормою в малих і середніх підприємствах, особливо в консервній промисловості. Це пов'язано з тим, що консервовані продукти легше транспортувати, і вони не витікають так легко, як інші, які використовуються на ринку.

Однак консерви не позбавлені проблем. Однією з поширених проблем, з якою стикаються компанії, що займаються продажем консервованих продуктів, є низька швидкість пакування, щоб консервований продукт помістився в картонну коробку для транспортування.

Відповідно до цього, було спроектовано та досліджено роботу пакувальної системи, яка використовується у виробничій промисловості, шляхом розробки швидшої та надійнішої автоматизованої системи пакування. Зокрема, проект передбачає імпровізацію системи пакування партії з 24 консервів у картонну коробку для виробничої системи. Система була повністю автоматичною і керувалася за допомогою промислового контролера. Цей проект зосереджений на методі програмування Grafset для розробки послідовностей програмування для приводів у досліджуваній пакувальній системі.

На цьому етапі роботи показано, що метод Grafset є більш простим способом програмування ПЛК порівняно з іншим традиційним методом програмування, а саме блок-схемами.

Схема розробленої системи представлена на рис. 1.

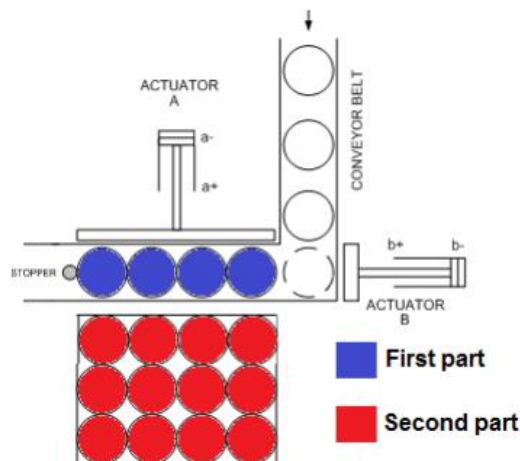


Рисунок 1. Структура обладнання з послідовністю

На діаграмі ми бачимо, що перша частина послідовності створить 4 стовпці консервів, друга частина створить 3-рядну композицію, а остання частина процес укладання консервів для створення композиції з 24 банок.

Через багато частин цього проекту програма Grafset буде розбита на 3 частини відповідно, щоб полегшити процес програмування та щоб уникнути помилок у програмі.

На рисунку 2 приведена програма керування системою в 3 частинах відповідно.

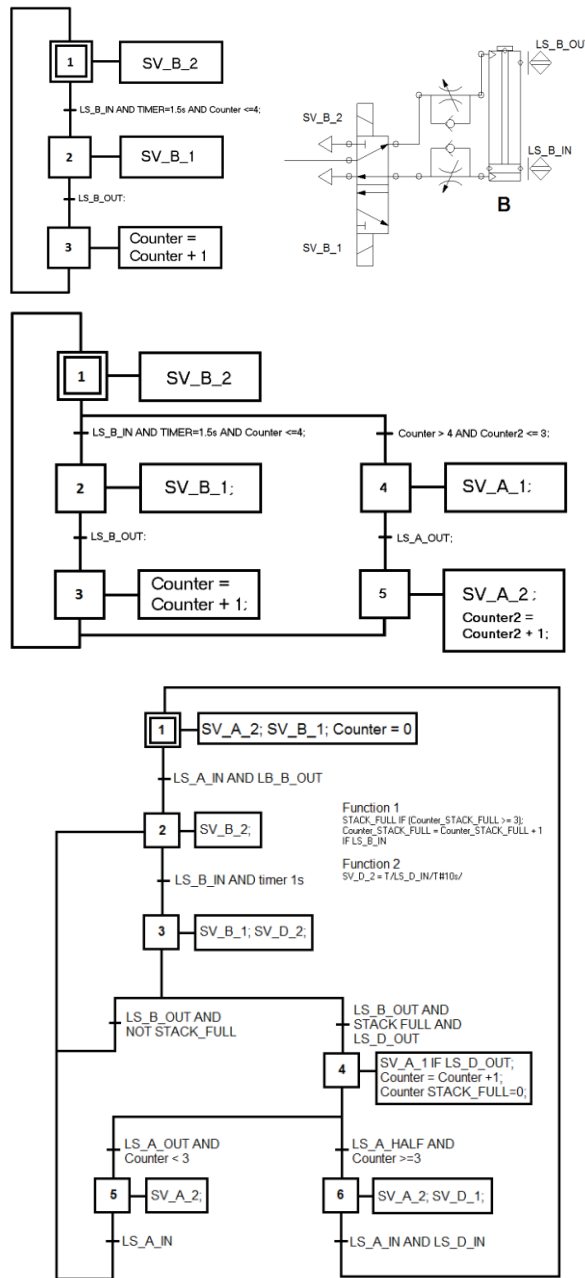


Рисунок 2. Програма керування пакувальною системою.

Розробка такої системи дозволяє в режимі реального часу оптимізувати процес пакування та підвищити якість продукції.

Література

1. S. Husayni, Development of an automated packaging control system. Thesis, Dept Elect. Eng, University Technology of Petronas, Tronoh, 2013.
2. R. David, H. Alla, Grafset From Petri Nets. Treaty of new technologies / Automatic, 1992. 500 с.

УДК 621.3

Т. В. Чомко, В. В. Панчук, В. П. Пинило, В. В. Карташов, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ КЕРУВАННЯ ПІДЙОМНИМ МЕХАНІЗМОМ

T. V. Chomko, V. V. Panchuk, V. P. Pynylo, V. V. Kartashov, Ph.D., Assoc. Prof.
**DEVELOPMENT OF A REAL-TIME MONITORING AND CONTROL SYSTEM
FOR CONTROLLING THE LIFTING MECHANISM**

В результаті швидкого зростання населення міст і багатоповерхових будинків зростає потреба в ліфтах. Зі зростанням стандартів життя, увагою до людини та технологічним розвитком ліфтові системи стають кращими, виробляються більш швидкісні, міцніші та якісніші ліфти.

Такі розробки забезпечують покращення якості ліфтових систем, розробку та урізноманітнення використовуваних інструментів і інструментів для налаштування та обслуговування або ремонту, а отже, полегшення роботи порівняно з попередніми роками та підвищення надійності ліфта. Однак однією з проблем є брак досвідчених кадрів на ринку. Для виконання професії також потрібні знання з техніки, а також електрики, електроніки та програмного забезпечення. Недоліки в існуючих навчальних практичних комплексах призводять до того, що освіта зміщується в бік теорії. Поточні набори для тестування, які контролюються лише класичними системами керування, мають деякі недоліки, наприклад, спробувати деякі збої на тестових наборах експериментально неможливо через роботу напруги в мережі, втрата моніторингу цілісності одночасно на тестових наборах через модель фактичного розміру ліфтів і потрібно дотримуватися особливої безпеки.

Для великих підприємств існують три різні сфери знань, як монтаж ліфтів, технічне обслуговування ліфтів і несправність ліфтів, але на невеликих підприємствах монтаж і технічне обслуговування можуть виконувати ті самі люди.

Метою цього дослідження є підтримка навчання тренерів, які могли б навчати кваліфікованих працівників ліфтовій системі. З цією метою було реалізовано наочний і практичний навчальний набір ліфтів на основі ПЛК і сучасних програмних технологій, а також методів управління. Прототип ліфта, який використовується в системі, має 3 поверхи і працює від напруги 24 В постійного струму. Як головний контролер обрано ПЛК моделі Siemens S7 200 CPU 224 з аналоговим модулем EM235. Система також включає циліндричні індуктивні датчики, датчики чадного газу MQ-7 і датчик тепла LM35.



Рисунок 1. Прототип системи

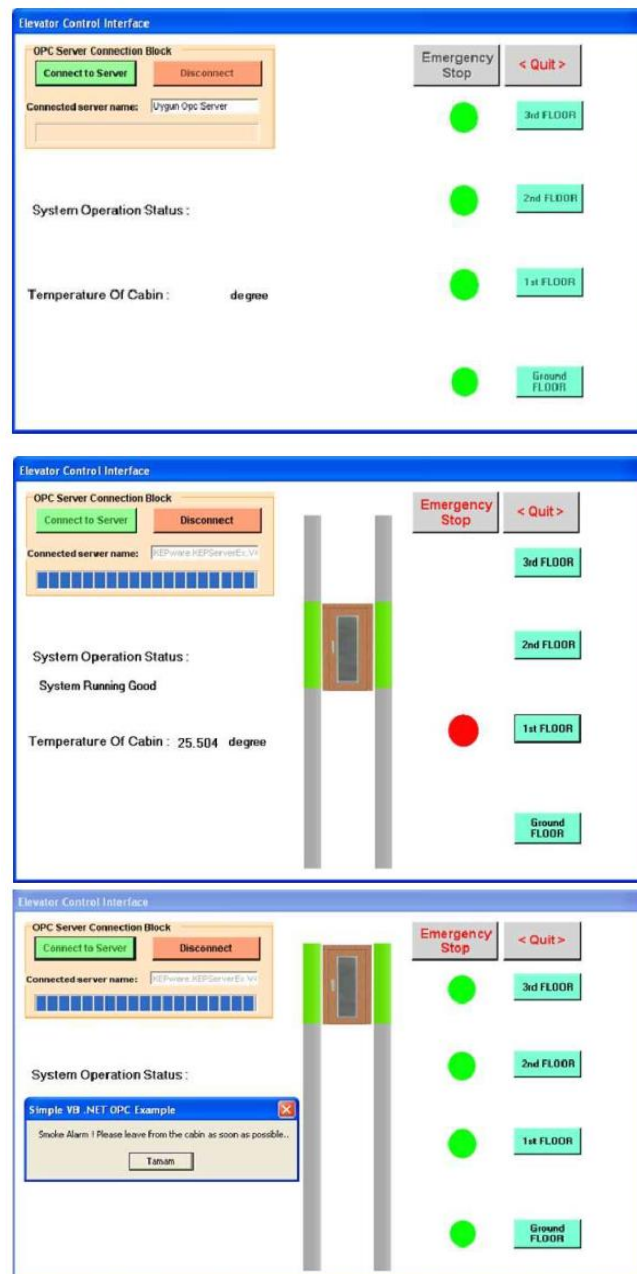


Рисунок 2. вікно контролю роботи системи керування в режимі реального часу

Розробка та впровадження системи забезпечить більш якісну підготовку операторів підйомних систем.

Література

1. Toygar N. Vertical Motion on the Horizontal Direction. Elevator World Magazine, 2004, volume 73.
2. Colak I., Bayındır R. Electrical Control Circuits. Seckin Press, Ankara, January, 2007. C.74-128.

УДК 004.048

А. М. Луцків канд. техн. наук, доцент, А. Я. Островський
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

A. M. Lutskiv PhD., Assoc. Prof., A. Ya. Ostrovskyi
CHARACTERISTICS AND SCOPE OF LARGE LANGUAGE MODELS

Великі мовні моделі (LLM) представляють собою підмножину моделей глибокого навчання, відомих як моделі «нейронної мови». Їх особливістю є те, що вони навчаються на потужному наборі текстових даних, а це в свою чергу дає змогу їм вивчати статистичні шаблони, граматику та семантику людської мови.

На відміну від попередніх підходів щодо опрацювання природної мови, LLM можуть забезпечувати генерацію зв'язного і змістовно релевантного тексту, що робить їх надзвичайно універсальними для розуміння природної мови та завдань створення.

До ключових характеристик LLM належить:

- масштаб: LLM великі, часто містять від сотень мільйонів до мільярдів параметрів, що дозволяє їм фіксувати складні мовні шаблони.
- попередня підготовка: вони попередньо навчені масивним текстовим корпусам, що дає їм широке розуміння мови.
- «тонка настройка»: LLMs можна точно налаштувати для конкретних завдань, що робить їх адаптованими до широкого спектру застосування.
- генерація: вони можуть створювати текст, схожий на той, який фооує людина, включаючи статті, код, вірші тощо.
- відповіді на запитання: LLM чудово відповідають на запитання, надаючи стислі відповіді на основі контексту.

Великі мовні моделі відіграють велике значення у різних сферах діяльності. LLMs досягли надзвичайного успіху в задачах розуміння природної мови. Це стосується аналізу емоцій та настроїв людини, мовного перекладу і чат-ботів. Здатність до розуміння контексту і генерації зв'язного тексту на основі LLM відкрила нові можливості для автоматизації та покращення спілкування.

Окрім цього, мовні моделі відіграють вагомую роль у створенні завдань, починаючи від творчого написання та підсумовування вмісту до створення коду та написання звітів. Це має застосування в творчих галузях, створенні контенту та автоматизації повторюваних завдань.

LLM забезпечують більш ефективний і точний пошук інформації. Вони забезпечують роботу пошукових систем, систем рекомендацій і персональних помічників, допомагаючи користувачам точно і швидко знаходити адекватний контент. LLM можуть перетворювати текст у звук, допомагати у мовному перекладі та покращувати загальний досвід користувача для тих, хто має особливі потреби.

Великі мовні моделі підтримують дослідження в різних дисциплінах, аналізуючи та узагальнюючи наукову літературу, допомагаючи дослідникам в аналізі даних і надаючи ідеї в таких галузях, як охорона здоров'я та матеріалознавство.

УДК 004.45

Н. М. Ковтун; Р. О. Жаровський, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПРОТИДІЇ ВТОРГНЕННЯМ І АТАКАМ НА КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

N. M. Kovtun; R.O. Zharovskyi, Ph.D.

ANALYSIS OF MEANS OF RESISTING INTRUSIONS AND ATTACKS ON COMPUTER SYSTEMS

У питанні захисту інформації в комп'ютерних системах дуже велике значення для запобігання несанкціонованому доступу мають системи виявлення та запобігання атакам.

Такі системи в реальному часі відстежують аномальну активність на підставі потоків даних, що одержуються з інформаційних систем, мережевого обладнання, антивірусних додатків, систем запобігання витоку даних та багатьох інших джерел. Системи виявлення вторгнень можуть моніторити весь трафік мережі, що дозволяє їм виявляти підозрілі активності, навіть якщо вона відбувається всередині захищеної мережі.

Однак, способи та методики мережевих вторгнень постійно змінюються та модернізуються зловмисниками. У таких динамічних умовах необхідний перегляд алгоритмів, що використовуються в роботі СВВ (системи виявлення вторгнень), для надійної роботи системи. Нові алгоритми роботи повинні спиратися не тільки на сигнатури відомих інструментів та методів, але й адаптуватись до нових загроз.

Для вирішення завдання щодо вдосконалення систем виявлення та запобігання атак дослідники виділяють кілька основних напрямків:

- вдосконалення сигнатурного та статистичного аналізу даних;
- обробка нечітких онтологій на підставі попередньо затвердженої безпекової політики;
- використання нейромереж для постійного навчання IDS-системи та протидії складнопрогнозованим атакам.

Принцип роботи IDS-систем заснований на аналізі мережної чи системної активності та пошуку відхилень від нормальної поведінки. Для цього IDS використовують моделі поведінки, які можуть бути створені на основі статистичних даних про те, як повинен проходити обмін даними всередині системи.

IDS можуть працювати в режимі реального часу, постійно переглядаючи та аналізуючи дані, або виконуватись за розкладом, скануючи систему у певні моменти часу.

Як правило IDS поєднують у собі як сигнатурні методи, так і поведінковий аналіз, що збільшує загальний рівень безпеки системи, але також підвищується кількість помилкових спрацьовувань. Також система може включати в себе модуль прийняття рішень та модуль реагування, що забезпечує можливість реагувати на вторгнення та запобігати атакам. Загальна схема архітектури IDS зазначена на рисунку 1.

Функціональність модуля виявлення атак спрямована на аналіз стану мережі та реєстрацію подій підозрілої активності або комп'ютерних атак. Модуль прийняття рішень отримує дані щодо здійснених атак від модуля виявлення атак і, базуючись на різних параметрах, відправляє відповідні команди модулю реагування [1]. Реакції на атаку можуть включати блокування конкретної IP- або MAC-адреси пристрою, встановлення тимчасових або постійних правил для міжмережевих екранів мережевого

обладнання, а також блокування або позбавлення привілеїв облікових записів систем, включаючи доменні. Інші можливі дії включають інформування оператора IDS або системного адміністратора тощо.

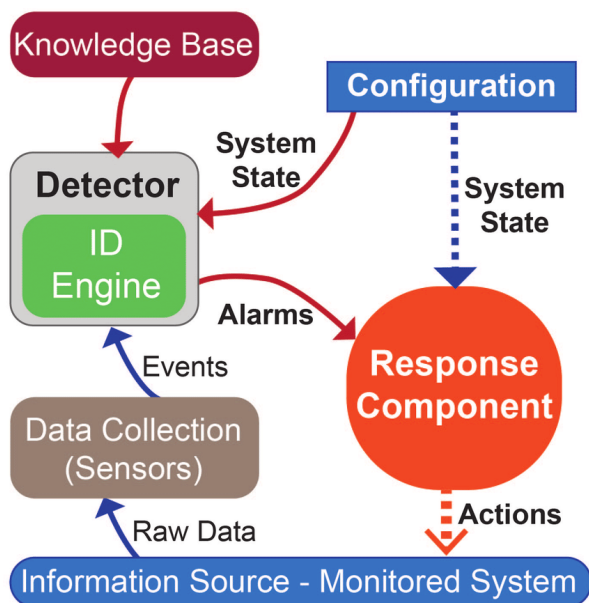


Рисунок 1. Архітектура IDS

Атаки на мережевому, прикладному та каналному рівнях проходять через фільтрацію бази знань. Мережевий трафік піддається контролю підсистемою сенсорів, які в реальному часі фільтрують пакети за заздалегідь визначеними правилами, характерними для найпоширеніших атак. Сенсори копіюють пакети і передають їх модулю виявлення атак та сховищу. Сенсори використовують сигнатурний метод аналізу трафіку, отримуючи інформацію про шаблони проведення атак із бази знань [2].

База знань також включає шаблони реагування на інциденти, які сприяють модулю прийняття рішень у виборі найбільш підходящого способу реагування. Модулі IDS керуються оператором через консоль управління, що дозволяє IDS взаємодіяти та діагностувати стан мережі та інформаційних систем всередині неї.

Сучасні дослідники також розглядають можливість використання технологій нейронних мереж та інтелектуального аналізу даних для роботи IDS-систем [3, 4]. Згідно з вищезазначеним дослідженням, найбільш оптимальним з точки зору безпеки є комбінація кількох алгоритмів виявлення атак за участю програмного арбітра, який визначає рівень моделі OSI та тип мережної активності для вибору подальшого алгоритму аналізу трафіку

Література

1 Deconstructing the Computer: Report of a Symposium / Committee on Deconstructing the Computer, Committee on Measuring and Sustaining the New Economy, Board on Science, Technology, and Economic Policy, Policy and Global Affairs, National Research Council - Washington: National Academies Press, 2005. - P. 49-50.

2 Adaptation Techniques for Intrusion Detection and Intrusion Response Systems
URL: <http://www.secdev.org/idsbiblio/adapt.pdf>

3. Batista, L. O., de Silva, G. A., Araujo, V. S., Araujo, V. J. S., Rezende, T. S., Guimarães, A. J., Souza, P. V. D. C. Fuzzy neural networks to create an expert system for detecting attacks by sql injection. 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1901.02868>

4. Mahdavifar, S., Ghorbani, A. A. DeNNeS: deep embedded neural network expert system for detecting cyber attacks. Neural Computing and Applications. 2020. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-020-04830-w>

УДК 004.031

А. М. Луцків канд. техн. наук, доцент, В. В. Гладій
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ

A. M. Lutskiv PhD., Assoc. Prof., V. V. Hladii
FUNCTIONING FEATURES AND CLASSIFICATION OF DISTRIBUTED DATA STORAGE SYSTEMS

Загалом, розподілені бази даних можна класифікувати за середовищем реалізації та функціонуванням на гомогенні (однорідні) та гетерогенні (неоднорідні). Структуру такої класифікації показано на рис 1.

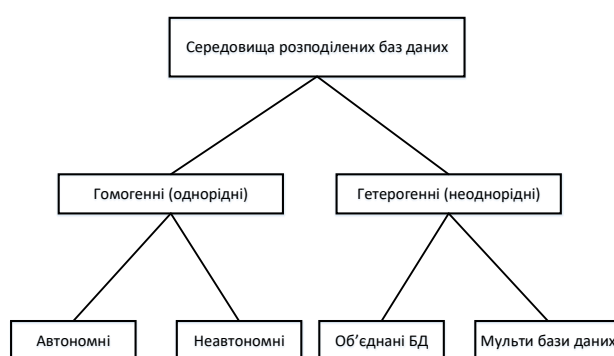


Рисунок 1. Види середовищ розподілених баз даних

У гомогенних РБД усі вузли, між якими розподілені дані, використовують одні і ті ж СКБД та ОС. Основними властивостями однорідних РСКБД є: вузли розподіленої системи використовують подібне або однакове програмне забезпечення, зокрема це стосується СКБД; кожен вузол системи володіє інформацією про інші вузли та комунікує з ними при опрацювання користувацьких запитів; забезпечення доступу до даних виконується через спільний інтерфейс, що емулює роботу з єдиною БД. Існує два різновиди гомогенних РБД: автономна та неавтономна. У випадку автономної РБД, кожна БД, що входить до її складу функціонує незалежно від інших. Інтеграцію таких БД забезпечує зовнішня програмна система управління передачею повідомлень при обміні даними і їх станами. Неавтономна РБД передбачає розподіл даних між гомогенними вузлами, а центральна СКБД координує оновлення даних у вузлах розподілу. У неоднорідній РБД на різних вузлах встановлені різні операційні системи, використовуються різні СКБД з різними моделями даних.

До основних властивостей гетерогенних РБД належать:

- різні вузли містять різні схеми БД та прикладне ПЗ, тобто до складу системи можуть входити різні СКБД;
- опрацювання запитів ускладнене у зв'язку з різними схемами організації даних;
- опрацювання транзакцій вимагає значних ресурсів як апаратних, так і програмних;
- вузли можуть не знати про фрагменти розподіленої системи, тому комунікація при опрацюванні користувацьких запитів є обмеженою.

УДК 004.45

Д. Р. Карабан; Р. О. Жаровський , к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНОНІМНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

D. R. Karaban; R. O. Zharovskyi, Ph.D.

ANALYSIS OF PROBLEMS ENSURING ANONYMITY OF INTERNET USERS

Тема дослідження спрямована на вивчення проблем, пов'язаних з розробкою та використанням програмних засобів для забезпечення анонімності та захисту від відстеження в Інтернеті. На сьогоднішній день існує значна кількість подібних інструментів, таких як VPN-сервіси та анонімайзери, але багато з них стикаються з низкою технічних і етичних викликів [1].

В першу чергу, досягнення максимальної анонімності в Інтернеті виявляється складним завданням через множинну факторів, які необхідно враховувати. Багато сервісів пропонують лише частковий захист, а ідентифікація користувачів в мережі TOR [2], яка позиціонується як найбільш безпечна, не є рідкістю. Деякі VPN-провайдери також можуть володіти можливістю відстеження та збереження історії користувачів, що порушує приватність.

По-друге, використання анонімізації часто призводить до зниження зручності користувача через обмежену швидкість з'єднання та обмеження функціональності браузера. Рекомендації щодо підвищення безпеки можуть включати вимкнення потенційно небезпечних функцій, але це може призвести до недоцільності для нормальної роботи деяких веб-сайтів, які використовують JavaScript та Cookies [3].

По-третє, сам факт використання анонімізації може стати помітним та привернути увагу, що ускладнює використання деяких ресурсів та обмежує доступ до них. Багато сайтів блокують доступ з IP-адрес TOR, а існують інші фактори, які дозволяють зовнішнім спостерігачам виявити користувача, що приховує свою особистість.

Основною метою даного дослідження є оцінка та вивчення можливості створення засобу анонімізації, який має максимально ефективно поєднувати всі якості, розглянуті вище: надійність, зручність, непомітність використання, простота налаштування. Дані якості найчастіше вважаються несумісними (посилення безпеки знижує комфортність тощо), тому необхідно визначити граничні можливості їх поєднання та доступні шляхи реалізації цього. У результаті спроектувати програмний продукт з перспективою його практичної реалізації та впровадження.

Література

1. Dutta, Nitul, et al. Being Hidden and Anonymous. *Cyber Security: Issues and Current Trends*, 2022, 17-36.
2. Fassl, Matthias, et al. Investigating Security Folklore: A Case Study on the Tor over VPN Phenomenon. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 2023, 7.CSCW2: 1-26.
3. Madhusudhan, R.; Surashe, Saurabh V. Privacy and Security Comparison of Web Browsers: A Review. In: *International Conference on Advanced Information Networking and Applications*. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 459-470.

УДК 667.64

А. В. Ремез, Й. Р. Кравець, І. В. Карп, Д. П. Стухляк, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНІВНОГО НАПРУЖЕННЯ ПРИ ЗГИНАННІ НАПОВНЕНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

A. V. Remez, Y. R. Kravets, I. V. Karp, D. P. Stukhliak, Ph.D., Assoc. Prof.
**RESEARCH OF DESTRUCTIVE STRESS DURING BENDING OF FILLED EPOXY
COMPOSITES**

Основною перевагою більшості полімерних КМ є поєднання високих експлуатаційних характеристик, низької вартості та технологічності при формуванні у виробі. У процесі експлуатації на деталі та вузли технологічного устаткування у харчовій, легкій, енергетичній промисловості одночасно діють механічні навантаження, високі та низькі температури, агресивні середовища, що приводить до зниження ресурсу роботи технологічного устаткування. Основними напрямками захисту машин і механізмів є розробка нових матеріалів і покриттів, які забезпечують необхідний комплекс фізико-механічних властивостей, стійкість до спрацювання, а також можливість багаторазового відновлення робочих поверхонь. Виходячи з цього у розділі наведено результати дослідження фізико-механічних властивостей КМ і покриттів на їх основі. Аналіз цих результатів у подальшому дозволить оптимізувати технологічні режими формування епоксикомпозитів.

Полімеркомпозитні матеріали забезпечують необхідний комплекс фізико-механічних властивостей, корозійну тривкість і стійкість до спрацювання, а також високу ремонтоздатність за рахунок багатократного відновлення деталей композитами, що використовуються у вигляді покриттів. У цьому напрямку цікавим є використання матеріалів на основі епоксидних смол, які крім вказаних властивостей, мають значну адгезію до металевої основи, технологічність при формуванні у вигляді покриттів на довговимірних поверхнях складного профілю, розвинуту сировинну базу.

Відомо, що введення наповнювачів у полімер зумовлює зміну фізичних, механічних, структурних, кінетичних, термодинамічних і хімічних властивостей наповнених епоксикомпозитів. У зв'язку з цим при формуванні покриттів досліджували вплив вмісту основного і додаткового наповнювачів на властивості КМ. При цьому важливим було поєднання в одній системі дисперсних часток різної природи, розмірів та вмісту.

Встановлено, що оптимальний вміст основного наповнювача для забезпечення високих фізико-механічних характеристик становить 50...80 мас. ч. на 100 мас. ч. олігомера. У зв'язку з цим для вивчення впливу природи наповнювача на властивості КМ в якості основного наповнювача було вибрано феро- (ферит), діа- (карбід кремнію) та парамагнетик (карбід бору) вмістом 50, 65, 80 мас. ч. на 100 мас. ч. зв'язувача та з дисперсністю 63 мкм. Виходячи з результатів дослідження як додатковий наповнювач вибрано частки феро- (коричневий шлам), діа- (оксид алюмінію) та парамагнітної (оксид міді) природи з вмістом 20,40,60 мас.ч. на 100 мас. ч. олігомера та з дисперсністю 40 мкм. Додатковий наповнювач з вказаною дисперсністю вибрано на основі результатів попередніх дослідження фізико-механічних властивостей КМ, а також з метою компенсації відємних значень дивергенції яскравості в області структурних змін виходячи з результатів оптичного аналізу ділянок полімера (розділ 4.2.2).

X1 – вміст основного наповнювача;

X2 – вміст додаткового наповнювача;

X3 – час витримки матеріалу перед проведенням термічної обробки.

**Результати дослідження руйнівного напруження при згинанні для КМ,
наповнених карбідом кремнію та оксидом алюмінію**

№	Руйнівне напруження при згинанні $\sigma_{зг}$, МПа	
	Y_1	Y_2
1.	75,7	65,3
2.	61,1	51,9
3.	68,0	61,8
4.	78,6	68,2
5.	75,2	66,6
6.	60,9	53,1
7.	70,8	59,0
8.	77,5	69,3
9.	68,0	61,8
10.	59,1	53,9
11.	92,2	82,8
12.	67,4	56,8
13.	50,6	45,2
14.	51,3	44,3
15.	52,5	43,5

За отриманими експериментальними даними визначили коефіцієнти полінома:

$$Y = 73,42 - 1,96 \cdot X_1 - 0,84 \cdot X_2 - 10,40 \cdot X_3 + 4,44 \cdot X_1^2 + 13,99 \cdot X_2^2 - 4,26 \cdot X_3^2 + 5,62 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,02 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,12 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3.$$

Виходячи з рівняння, приведеного вище, можна зробити наступні висновки: найбільш значущими факторами, які впливають на руйнівне напруження при згинанні, є час витримки матеріалу перед проведенням термічної обробки та співвідношення вмісту основного та додаткового наповнювача. При цьому збільшення часу витримки призводить до зниження досліджуваного параметру.

Література

1. Стухляк П.Д. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів / П.Д. Стухляк, А.В. Букетов, Є.М. Кальба. – Тернопіль: “Збруч”, 2005. – 183 с.
2. Стухляк П.Д. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані енергетичними полями / П.Д. Стухляк., А.В. Букетов, І.Г. Добротвор. – Тернопіль: “Збруч”, 2008. – 209 с.

УДК 621.0

Р. О. Іванов, Е. С. Рожко, А. В. Антонішин, І. В. Чихіра, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДСЬКОГО УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ ПЛК

R. O. Ivanov, E. S. Rozhko, A. V. Antonyshyn, I. V. Chykhira, Ph.D., Assoc. Prof.
**DEVELOPMENT OF A PLC-BASED WAREHOUSE MANAGEMENT
AUTOMATION SYSTEM**

Автоматизація — це використання систем керування та систем інформаційних технологій (таких як числове керування, контроль запасів, програмоване логічне керування та інші промислові системи управління) для зменшення потреби в людській праці у виробництві товарів і послуг. У сфері індустріалізації автоматизація є кроком за межі механізації. Автоматизація значно зменшує потребу людини в сенсорних, розумових вимогах, а також економить час. Процеси та системи також можуть бути автоматизовані.

У промисловості пакування харчових продуктів ПЛК використовується в основному для цілей автоматизації, що допомагає скоротити час пакування та збільшити швидкість виробництва порівняно з ручною системою. Склад або центр розподілу — це об'єкт, який зберігає продукцію від багатьох різних постачальників для подальшого розповсюдження їхнім клієнтам.

Ефективне управління складами допомагає оптимізувати існуючі процеси виробництва та дистрибуції та значною мірою сприяє досягненню мети зниження витрат та покращення обслуговування. Функції системи управління складом можна згрупувати в чотири окремі категорії: контроль запасів, контроль крана, автоматизований керований транспортний засіб і контроль конвеєра.

Контроль запасів є адміністративною частиною складської системи, яка повинна вести облік усіх товарів на складі. Управління краном — це центральний комп'ютер, який зв'язується з мікрокомп'ютерами на борту автоматичних кранів і дає їм транспортні накази. Система автоматичного керування транспортним засобом розділена на три рівні керування: завдання, рух і вантажівка. Керування завданнями здійснюється в центральному комп'ютері та дає команди на транспортування АГВ. Контроль завдань перевіряє, чи виконуються всі замовлення на транспортування

У роботі розроблено систему для управління автоматизацією складу. На базі ПЛК SIEMENS S700-1200 розроблена система дозволяє вимірювати та досліджувати параметри роботи в режимі реального часу.

Вся система включає в себе кран-штабелер, стелажні комірки, лотковий конвеєр, лінію зборки товарів.

Результат тестування працює, виробництво має точність і високу ефективність. Поточна робота полягає лише в розробці програмного забезпечення ПЛК і демонстрації зв'язку між обладнанням і програмуванням. Однак, щоб прийняти завдання руху, необхідно розрахувати установку, кінематику та динаміку реалізації, включити елементи слота, такі як: двигун, датчик, потужність, структура каркаса. Важливість цього фактора потребує вивчення та вдосконалення. На рис. 1 приведено мнемосхеми роботи системи керування.

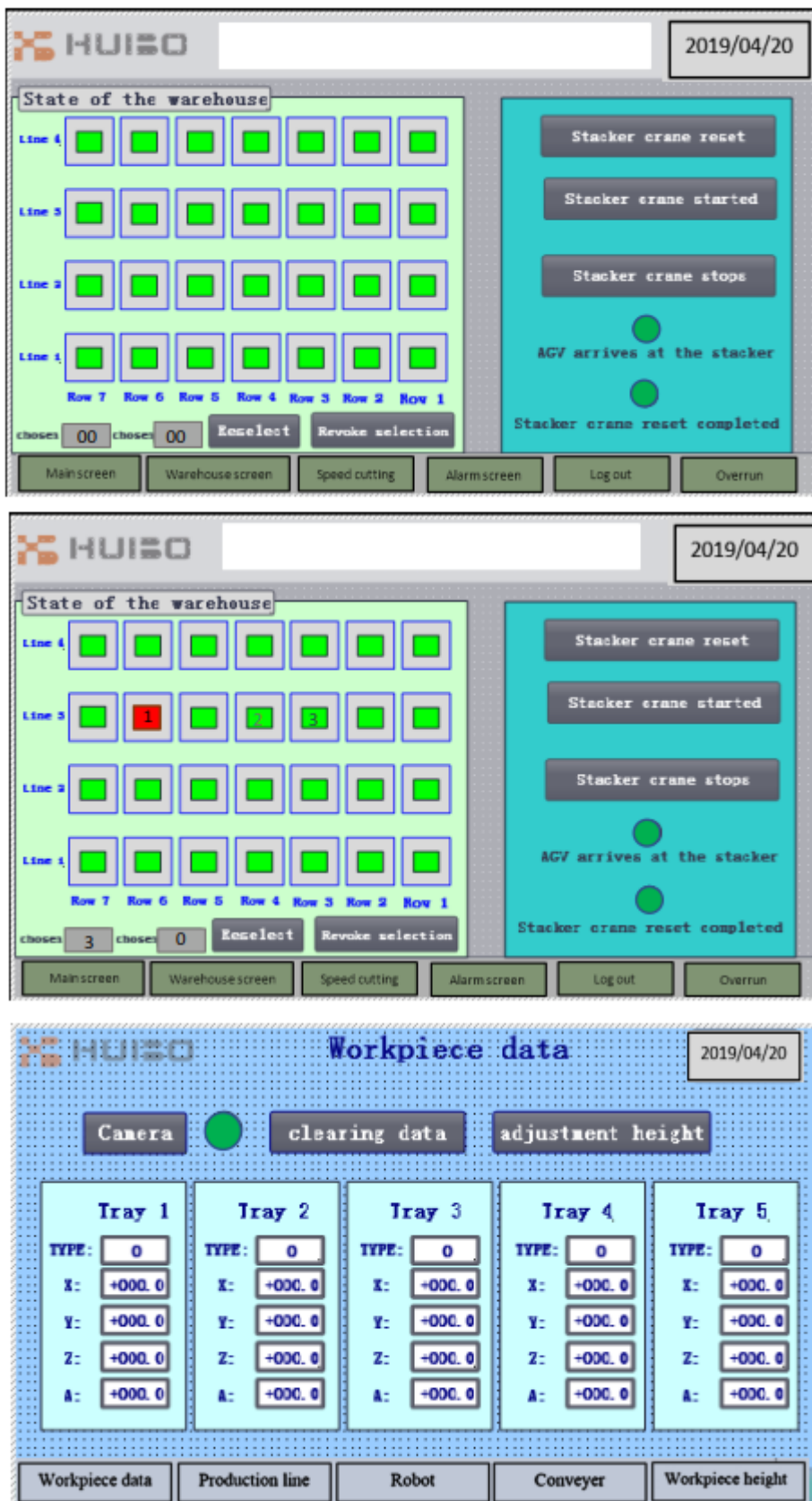


Рисунок 1. Мнемосхеми роботи системи керування складом.

УДК 004.03

В. В. Яцишин канд. техн. наук, доцент, О. В. Пасіка, С. О. Куліков
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОНЦЕПТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРИВАТНИМИ РЕСТОРАНАМИ

V. V. Yatsyshyn PhD., Assoc. Prof., O. V. Pasika, S. O. Kulikov
CONCEPTUAL ARCHITECTURE OF THE COMPUTER SYSTEM FOR
MANAGEMENT OF PRIVATE RESTAURANTS

Діяльність більшості сучасних підприємств та організацій характеризується інтенсивним впровадженням інформаційних технологій для автоматизації бізнес процесів та підвищенням конкурентоспроможності бізнесу в цілому шляхом їх присутності в інтернет-просторі. Сьогодні широкої популярності набувають заклади харчування приватного типу, які дають можливість формувати клуби для проведення різнопланових подій за вподобаннями відвідувачів. Однак, для забезпечення автоматизації процесів управління та контролю у таких ресторанах необхідно реалізувати комп'ютерну систему, яка б враховувала усі деталі відповідних процесів. Саме для вирішення цієї задачі запропоновано архітектуру системи на концептуальному рівні, яка показана на рис. 1. Основними її компонентами є: підсистема реєстрації відвідувачів ресторану, власний кабінет, підсистема центрального адміністрування, публічний та локальні портали, інформаційний профіль закладу та відповідний портал локального управління.

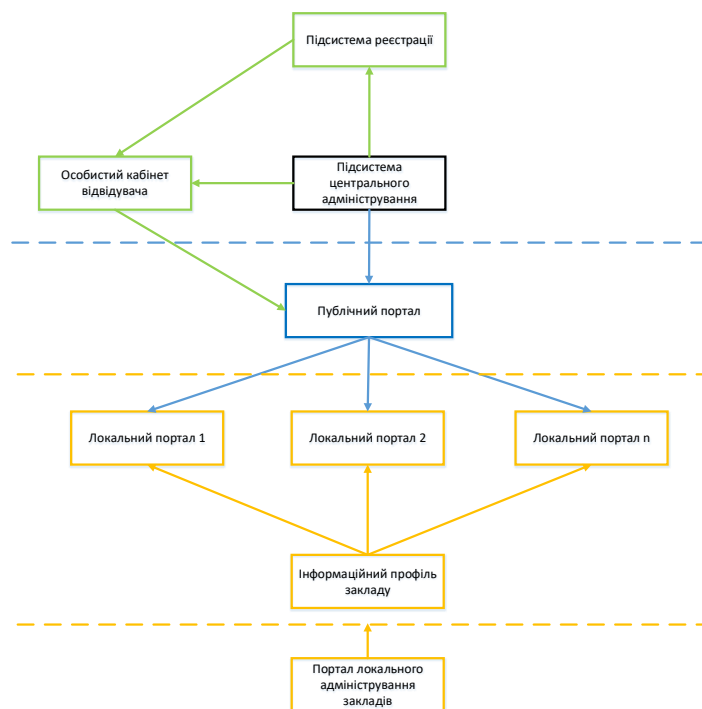


Рисунок 1. Концептуальна архітектура системи управління приватними ресторанами

Реалізація системи, архітектуру якої показано на рис. 1, дозволить ефективно керувати бізнес процесами та забезпечити присутність в інтернет-просторі.

УДК 004.38

О. П. Ясній докт. техн. наук, І. В. Крисюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА НАДІЙНІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ЇХ РОЗРОБКИ

О. P.Yasniy, Dr, Prof., I. V.Krysiuk

EFFECTS RELIABILITY FACTORS OF COMPUTER SYSTEMS IN THE PROCESS OF THEIR DEVELOPMENT

Надійність комп'ютерних систем у більшості випадків визначається за допомогою показників безвідмовної роботи її апаратного і програмного забезпечення протягом деякого періоду часу. При цьому доцільно застосовувати моделі надійності технічних засобів при обчисленні комплексного критерію характеристики надійності. Проте, для визначення надійності програмної складової комп'ютерної системи такі моделі не варто використовувати, оскільки вони мають різну природу відмов і збоїв.

Різниця між технічним і програмним забезпеченням полягає у реалізації складних і розгалужених відношень між структурними елементами на рівні програмного управління, а також відсутністю фізичного зносу. Збої та відмови у програмному забезпеченні можуть бути спровоковані лише вмістом і кількістю дефектів, і також спричинені особливостями середовища експлуатації.

Експериментально встановлено, що кількість та інтенсивність відмов спадає у процесі визначення та ліквідації дефектів, а стійке функціонування програмної складової комп'ютерної системи забезпечується після 4-ох років експлуатації.

На рис. 1 продемонстровано візуальне представлення інтенсивності при апаратних і програмних відмовах протягом різного періоду використання комп'ютерних систем.

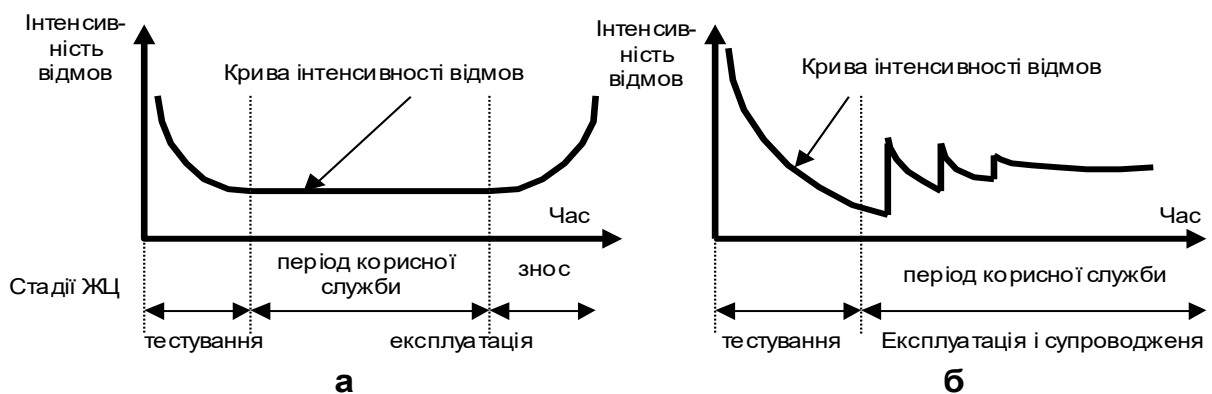


Рисунок 1. Інтенсивність відмов апаратного та програмного забезпечення

Дефекти, що призводять до збоїв програмного забезпечення пов'язані з помилками розробників на різних етапах створення продукту. У випадку, коли процедури перевірки та рев'ю коду, unit та інтеграційного тестування, залишили не визначені дефекти, то існує велика імовірність того, що вони проявляться пізніше і як наслідок може бути спровокована ланцюгова реакція щодо некоректності роботи комп'ютерної системи в цілому.

УДК 004.38

О. П. Ясній докт. техн. наук, М. М. Галас

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПНІСТЮ ПАРКОМІСЦЬ

О. P. Yasniy, Dr, Prof., M. M. Halas

ARCHITECTURE OF THE INTELLIGENT COMPUTER SYSTEM FOR MANAGING THE AVAILABILITY OF PARKING SPOTS

У зв'язку з постійним зростанням автотранспорту в міських умовах, особливої актуальності набуває задача управління у сфері оренди паркомісць. Одним з варіантів організації автопарковок є встановлення паркоматів або залучення спеціальних фахівців з паркування. Однак такі методи не завжди є ефективними, оскільки не дають можливості водіям володіти інформацією щодо вільних місць в умовах інтенсивного трафіку, а також людський фактор та сумління водіїв не завжди супроводжуються ефективністю та прибутковістю такого виду бізнесу. Тому для вирішення таких проблем потрібно впроваджувати інтелектуальні програмно-апаратні сервіси, які б давали змогу аналізувати зайнятість паркомісць на автостоянці, а також надавати водіям актуальну інформацію щодо можливості вибору місць для паркування.

Виходячи з актуальності задач, пропонується побудова інтелектуальної комп'ютерної системи із застосуванням IoT пристроїв, зокрема RFID, методів і засобів машинного навчання, які забезпечать розв'язання описаних вище задач. У випадку парковки закритого типу, до складу системи входить: інтелектуальний шлагбаум та система аналізу паркомісць.

Інтелектуальний шлагбаум представляє собою комплекс програмно-апаратних засобів з інтегрованою відеокамерою, який дозволяє в автоматичному режимі фіксувати номерні знаки автомобіля з подальшим їх розпізнаванням та виконувати відповідні записи в базі даних. Система аналізу доступності місць для паркування транспортних засобів на основі технології RFID показана на рис. 1.

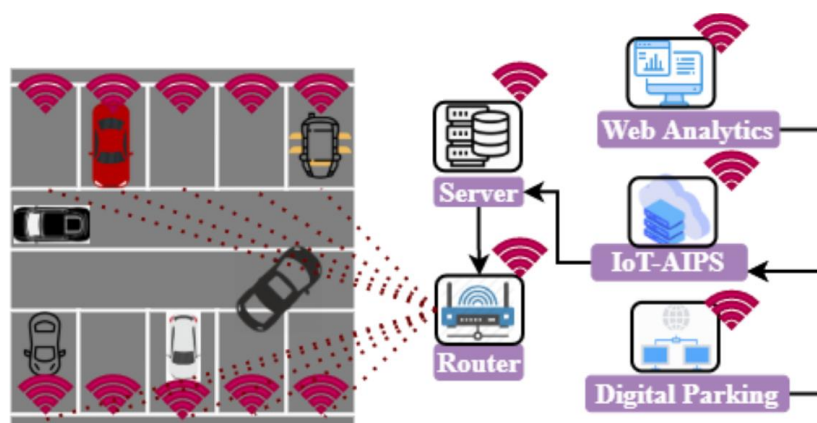


Рисунок 1. Система аналізу вільних паркомісць

У даному випадку, RFID сенсори підключені до бездротових мереж і працюють разом, щоб обмінюватися даними для виконання задач виявлення доступності паркомісць.

УДК 004.05

В. В. Яцишин канд. техн. наук, доцент, Ю. О. Рапацький, Вік. В. Яцишин
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДОЛОГІЯ QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT У ПРОЦЕСІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗРОБКИ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

V. V. Yatsyshyn PhD., Assoc. Prof., Yu. O. Rapatskyi, Vik. V. Yatsyshyn
QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT METHODOLOGY IN THE
OPTIMIZATION PROCESS OF CLIENT-SERVER COMPUTER SYSTEMS
DEVELOPMENT

Методологія розгортання функцій якості представляє собою універсальний засіб систематичної і структурованої трансформації потреб зацікавлених сторін у вимоги до кінцевого продукту або послуги. З метою підвищення якості та оптимізації процесів розробки клієнт-серверних комп'ютерних систем пропонується адаптувати оригінальну японську розробку «Quality Function Deployment» (QFD) на етапі формування вимог та забезпечення їх трасування на подальші етапи життєвого циклу. При застосуванні цієї методології, потреби користувачів або замовників (очевидні або неочевидні) за допомогою спеціальних матриць перетворюються у детальні характеристики комп'ютерних систем і визначають окремі цілі щодо її проектування. Представлена на рис. 1 структура формується із кількох матриць, які в рамках QFD мають назву «будинок якості».

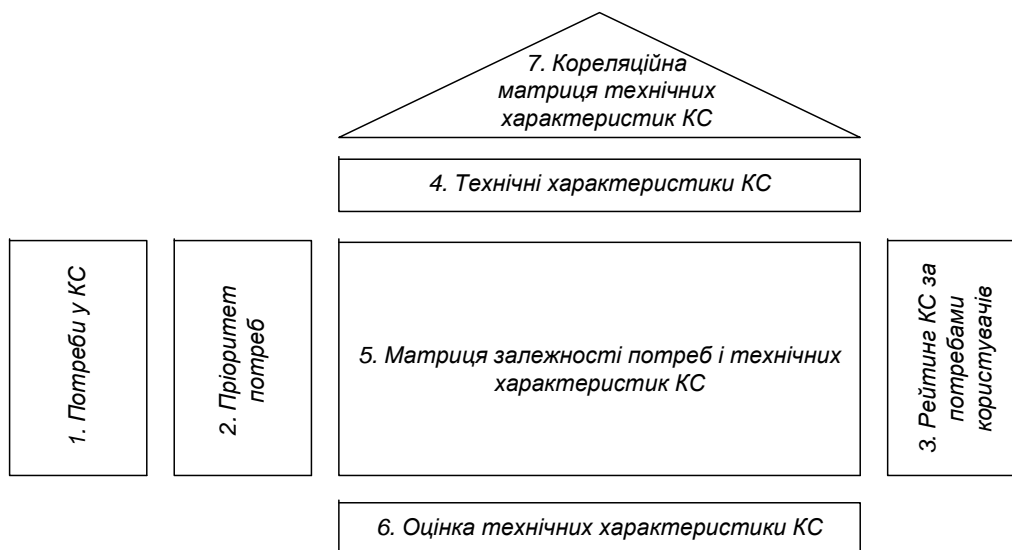


Рисунок 1. Матриці реалізації методу QFD

Концепція методу QFD базується на наступних ключових аспектах:

1. Планової матриці всіх потреб, висловлених зацікавленими сторонами, яка переводить побажання користувачів у контрольні характеристики.
2. Матриці структурування характеристик кінцевого продукту, що перетворює ключові характеристики комп'ютерної системи у характеристики складових її елементів, критичних для системи.
3. План процесу контролю, в якому обумовлюються критичні параметри системи або процесу, а також контрольні точки перевірки кожного параметра.

УДК 004.72

С. А. Жураковський, В. Ю. Олійник, В. Р. Ковалишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ ІНДУСТРІЇ 5.0

S. A. Zhurakovskiy, V. Y. Oliinyk, V. R. Kovalyshyn

STUDY OF THE WORLD EXPERIENCE OF IMPLEMENTING NEW NETWORK TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 5.0

Концепція індустрії 5.0 [1] визначає наступну фазу розвитку виробництва, де промислові процеси взаємопов'язані з новітніми мережевими технологіями, до яких можна віднести Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), блокчейн, розширена реальність (AR) та інші.

Світовий досвід впровадження нових мережеских технологій в контексті Індустрії 5.0 є дуже важливим для України, оскільки більшість технологій є іноземного виробництва, а їх різноманітність і динамічність появи - величезна. Останнім часом лідери світового ринку активно впроваджують новітні технології для створення "розумних" фабрик, де автоматизація промислових процесів відбувається за допомогою даних з IoT-датчиків, аналізу даних з використанням штучного інтелекту (AI) та інших інструментів для прийняття рішень.

Прикладом одного з лідерів впровадження Індустрії 5.0 може бути Японія. В межах дослідження тут розвиваються концепції "Фабрики майбутнього" та "Соціальні інновації", де активно впроваджуються новітні мережескі технології, що покликані покращити виробничі процеси та підвищити якість життя населення.

У Німеччині широко впроваджувались ініціативи концепції попередника Індустрії 4.0 для створення "фабрик майбутнього" з використанням цифрових технологій.

Розробки в області мережеских технологій значною мірою проводяться у США, які спрямовані на створення "інтелектуальних" систем виробництва та новітніх методів управління процесами.

До основних питань, що потребують глибшого дослідження можна віднести: стандартизацію, кібербезпеку, інтеграцію цих технологій у виробничі процеси та кадровий потенціал для використання цих нововведень.

У контексті Індустрії 5.0 питання безпеки можна віднести до одного з ключових, оскільки багато систем стають пов'язаними інтернетом. Кібератаки стали звичним явищем, тому методи протидії та захисту потребують удосконалення на постійній основі. Великі обсяги даних зібраних сенсорами, а також захист самих сенсорів є дуже актуальним. З огляду на зростання автоматизації виробництва за допомогою робототехніки та автоматичних систем, важливо забезпечити безпеку працівників та виробничих приміщень, використовуючи безпечні та надійні системи. Встановлення міжнародних стандартів у сфері безпеки є ключовим для забезпечення відповідності та захисту систем у всіх країнах та галузях промисловості.

Успішна реалізація концепції Індустрії 5.0 вимагає співпраці між державними органами, промисловими лідерами та науково-дослідними установами для створення сприятливого середовища для інновацій та розвитку нових технологій.

Література

1. What is Industry 5.0 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en – Назва з екрану. – Дата звернення: 24.11.2023.

УДК 004.72

В. Р. Ковалишин, С. В. Марценко, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 5G В УКРАЇНІ

V. R. Kovalyshyn, S. V. Martsenko, Ph.D., Assoc.

STUDY OF THE PROSPECTS FOR THE USE OF 5G TECHNOLOGY IN UKRAINE

В особливостях військового стану в Україні потрібно думати про впровадження технологій, що дадуть змогу швидко та ефективно розвивати економіку у повоєнний час. Однією з перспективних та широко впроваджуваних в інших країнах є технологія мобільного зв'язку наступного покоління 5G. Аналіз літературних джерел [1] дає змогу припустити, що використання технології 5G в Україні має потенціал принести значні переваги у багатьох сферах життя.

Одним з перспективних варіантів використання 5G може бути забезпечення роботи технології Інтернету речей. За рахунок вищої швидкості передавання даних і значної пропускної здатності у технології 5G можна під'єднати більшу кількість одночасно працюючих пристроїв. Це в свою чергу позитивно впливає на масштабування та стабільність роботи. Такі підходи дадуть змогу покращити системи «розумного» будівництва, транспорту, медицини та інших галузей.

Позитивний вплив також можна відмітити і у покращенні та розвитку мобільного зв'язку. Висока швидкість дасть змогу впроваджувати нові послуги, що потребують передавання великих об'ємів даних з малими затримками. Нові послуги такі як автономні автомобілі, що потребують моментальної реакції будуть опиратись на переваги даної технології. Використання віртуальної реальності може бути застосовано в телемедицині, що дасть поштовх до нових методів лікування та реабілітації. 5G може покращити якість зв'язку у віддалених або густонаселених місцях, де раніше були проблеми зі зв'язком через перенаселеність або віддаленість від базових станцій.

Прогнозується використання великого потенціалу 5G у промисловості. Автоматизація та оптимізація виробництва стануть можливими через впровадження високошвидкісних та надійних з'єднань між промисловим обладнанням. Це буде сприяти розвитку управління виробничими процесами і швидшого реагування та адаптації до змін. «Розумні» виробничі лінії отримають можливість самоаналізу і при виявленні проблеми зможуть оптимізувати процеси. Застосування дронів та роботів стане уможливлене через надійне управління в реальному часі. Велика кількість доданих сенсорів дасть змогу проводити детальний моніторинг і забезпечити прогнозування потенційних проблем, здійснювати попереджувальні заходи з обслуговування.

Сфера розваг також зазнає значних змін при використанні переваг 5G. Відеоігри, потокове відео і віртуальна реальність зможуть перейти на новий рівень за рахунок доступності, швидкості і малої затримки наданих цією технологією.

Важливим залишається питання про інфраструктурні вкладення, кібербезпеку та питання екології, що пов'язані з впровадженням технології 5G. Необхідна чітка стратегія впровадження та регулювання, щоб максимально використати потенціал цієї технології в Україні.

Література

1. Потенціал технологій 5G для відбудови та розвитку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://niss.gov.ua/en/node/5124> – Назва з екрану. – Дата звернення: 26.11.2023.

УДК 004

І. Р. Плавущка, к.ф.н.; Сас Д. В.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІННОВАЦІЇ
У СФЕРІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

I. R. Plavutska, Ph.D.; Sas D. V.

**THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS AN INNOVATION IN THE FIELD
OF AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TRANSLATION
TECHNOLOGIES**

Artificial intelligence (AI) is one of the most promising technologies of our time. It has a wide range of applications, including automation and computer-integrated technologies (CIT). AI can be used for automation and CIT in many different industries, including:

- Manufacturing. AI is being used to automate tasks such as assembly, quality control, and inventory management. This can lead to increased productivity and efficiency, as well as improved quality and safety.
- Service. AI is being used to automate tasks such as answering questions, resolving issues, and providing support. This can lead to improved customer satisfaction and reduced costs.
- Healthcare. AI can be used to automate tasks in healthcare, such as diagnosis, treatment, and research. This can lead to improved quality of care and accessibility.

Key trends in the use of AI for automation and CIT

- The increasing prevalence of machine learning: Machine learning is one of the foundational AI technologies used for automation and CIT. Machine learning allows computers to learn from data and perform tasks without explicit programming.
- The growth of deep learning: Deep learning is a type of machine learning that uses multilayer neural networks to learn from data. Deep learning has a wide range of applications in automation and CIT, including image recognition, speech recognition, and natural language processing.
- The development of autonomous systems: Autonomous systems are systems that can operate independently without human intervention. AI is used to develop autonomous systems, such as drones, self-driving cars, and robot assistants.

The impact of AI on automation and CIT

AI has the potential to revolutionize the fields of automation and CIT. The adoption of AI can lead to increased efficiency, productivity, and quality in these fields. AI can also lead to a change in the role of humans in automation and CIT. Humans will increasingly focus on tasks that require creativity, intuition, and social skills, while AI will perform more routine and labor-intensive tasks. The adoption of AI in the field of automation and CIT is a complex process that requires collaboration between technical experts, business leaders, and workers. However, the potential benefits of AI are significant, and this technology is likely to continue to develop and spread in this field. Overall, the use of AI for automation and CIT offers a number of potential benefits, including improved accuracy, increased efficiency, and reduced costs. As AI technology continues to develop, we can expect to see even more innovative applications of AI in these areas.

Examples of the growth of AI efficiency in the field of automation

- Tesla uses AI to develop robots that can assemble cars. These robots can perform complex tasks such as welding, painting, and assembly with greater accuracy and efficiency than

humans.- Amazon uses AI to develop computer vision systems that can detect defects in products.

- Amazon uses AI to develop computer vision systems that can detect defects in products.

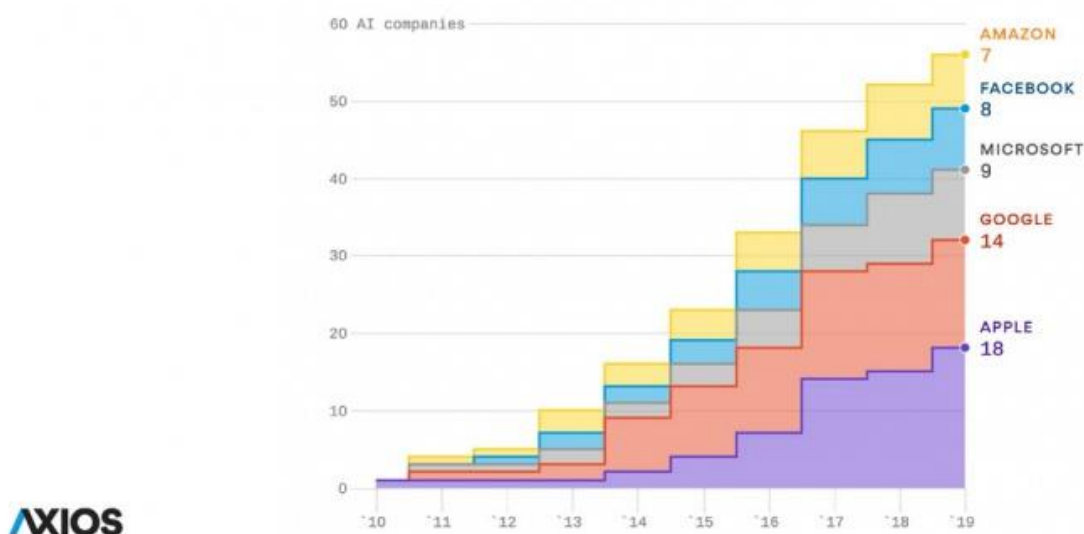
These systems can detect defects that the human eye cannot see, helping Amazon improve the quality of its products.

- Walmart uses AI to optimize delivery and storage processes. AI helps Walmart optimize delivery routes, product placement in warehouses, and demand forecasting, helping the company save money and improve efficiency.

These examples demonstrate that AI has the potential to significantly increase the efficiency of automation. AI can help companies automate tasks that were previously performed by humans, which can lead to increased productivity, quality, and efficiency.

Big tech companies continue to gobble up AI-first startups

► GAFAM have completed a cumulative sum of 60 acquisitions of AI-first startups since 2010.



Dynamic of acquisitions of AI-startups by big tech companies

In conclusion we can say that artificial intelligence (AI) is a powerful tool with significant potential for innovation in the field of automation and computer-integrated technologies (CIT). AI can be used to automate tasks that were previously performed by humans, which can lead to increased efficiency, productivity, and quality. Despite these challenges, the potential benefits of using AI in automation and CIT are significant. AI has the potential to transform these fields, making them more efficient, productive, and quality.

References

1. <https://www.stateof.ai/>
2. How Artificial Intelligence is Progressing: A Recent Advances Report: www.epravda.com.ua
3. Intelligent automation systems: Oleg Avrunin, Serhiy Vladov, Maryna Petchenko, Valery Semenets, Vadym Tatarinov, Hanna Telnova, Valentin Filatov, Yurii Shmelov, Natalia Shushlyapina
4. Automatic control theory, artificial intelligence and automation decision-making process: S. V. Listrovy, M. A. Miroshnyk, L. A. Klymenko
5. Theory of automatic control, artificial intelligence and automation of the decision-making process: Study guide Miroshnyk, Maryna Anatoliivna; Miroshnyk, M. A.; Miroshnyk Maryna A.; Listrovy, S. V.; Klymenko, L. A.

УДК 004

І. Р. Плавуцька, к.ф.н.; Я. Р. Гриневич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОБОТИЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

I. R. Plavutska, Ph.D.; Y. R. Hrynevych

ROBOTIZATION AND AUTOMATION FOR ENHANCING PRODUCTION EFFICIENCY

In the rapidly evolving world, the implementation of robotics and automation in enterprises has become crucial for enhancing production efficiency. This isn't merely about competitiveness; it's an opportunity to ensure stability and agility in market conditions.

Importance of Robotics in the Modern World

The importance of robotics in the modern world extends beyond business competitiveness; it plays a pivotal role in addressing complex challenges such as labor shortages and enhancing workplace safety. As industries evolve, robotics contribute to the optimization of supply chains and the streamlining of logistics, fostering efficiency and sustainability. Furthermore, the integration of artificial intelligence in robotics not only accelerates decision-making processes but also enables adaptive learning, allowing systems to continuously improve and stay relevant in dynamic environments. In essence, the transformative impact of robotics goes beyond mere efficiency, shaping a future where innovation and human-machine collaboration redefine the landscape of productivity and progress.

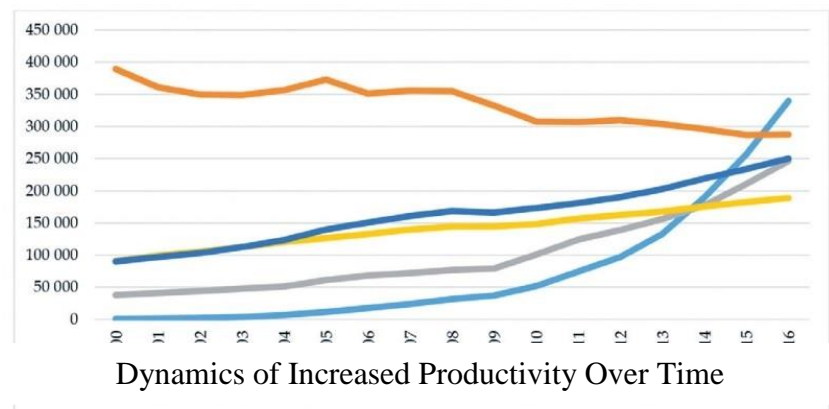
Accessibility of Robotic Technologies

The accessibility of robotic technologies has democratized their use across various industries, fostering innovation and competitiveness. As these technologies become more widespread, their upfront costs continue to decrease, making them an increasingly viable option for businesses of all sizes. Embracing robotic solutions not only enhances operational efficiency but also opens doors to new possibilities in research, healthcare, and beyond, ultimately contributing to a more connected and advanced global landscape.

Examples of Efficiency Growth

Let's consider a graph to better understand the benefits of robotics.

The graph illustrates the upward trajectory of robotics integration in various countries. This visual representation serves as a snapshot of how businesses worldwide embrace automation, highlighting robotics's transformative impact on the contemporary industrial landscape.



Impact on Employment

Another crucial dimension of the influence of robotics on employment lies in its transformative potential, delving into the realm of socio-economic progress. Contrary to the apprehensions about the erosion of traditional jobs, a thorough examination discloses a positive trajectory with prospects for growth and innovation. With the ascendancy of automation, a distinctive prospect arises for the creation of novel roles, specifically within the

service and technical support sectors, contributing to a diversification of employment opportunities. This progressive evolution not only mitigates the perceived threat to employment but also accentuates the inherent adaptability and resilience of the workforce, showcasing its ability to navigate and thrive in a dynamic technological landscape.

In conclusion, the robotics and automation of enterprises are not just a modern reality but a strategic solution for ensuring production efficiency and competitiveness in the face of rapid technological development. Optimal utilization of these technologies can lead to sustained growth and success for the enterprise in the long term.

References

1. Scientific article of the Ukrainian blog “How will the industrial revolution 4.0 affect the labor market?” Direct: <https://atena.sk/blog/uk/%D1%8F%D0%BA-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F-4-0-%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5-%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D0%B8/>
2. Basics of automation and robotics Direct: <https://naurok.com.ua/sklad-parametri-ta-klasifikaciya-robotiv-291986.html>
3. V.S. Shykalov. Technological Measurements – Kyiv: Kondor, 2007.
4. Yu.V. Kodra, Z.A. Stotsko. Control and Measurement Devices for Technological Machines – Lviv: Lviv Polytechnic, 2008.
5. Ryshan, O. Y. Metrology, Technological Measurements, and Instruments: Lecture Course for Students of Specializations 7.092501 "Automated Control of Technological Processes" and 7.092502 "Computer-Integrated Technological Processes and Production" in Full-Time and Part-Time Education / O. Y. Ryshan. — Kyiv: NUHT, 2007. — 163 p. — Department of Automation and Computer-Integrated Technologies.

УДК 621.396.621.2

В. Б. Сендецький, М. Ю. Степанюк, В. С. Форгель, І. Ю. Дедів, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАДАЧА ПРОЕКТУВАННЯ АНТЕН ДЛЯ СИСЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

V.B. Sendetskyi, M.Yu. Stepaniuk, V.S. Forgel, I.Yu. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.
THE TASK OF DESIGNING ANTENNAS FOR SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

Сьогодні інтенсивно розвивається ринок засобів супутникового зв'язку. Щорічне збільшення обсягу виробництва становить понад 30%. Розробка антени для прийому сигналів із штучних супутників землі є найважливішою частиною наземної системи супутникового зв'язку. Вона є одним із найбільш складних та дорогих пристроїв, що входять до складу приймальної установки. Тому питанням розробки антен та пошуку оптимальних технологічних рішень при їх виробництві приділяється велика увага.

Сьогодні найбільш поширені параболічні однодзеркальні антени, процес виробництва дзеркальних рефлекторів яких є дуже складний. Але з розвитком технологій дедалі помітніше місце займають плоскі антени, зокрема фазовані антенні решітки, що містять велику кількість випромінювачів. Кожен випромінювач збуджується від окремого фазованого генератора або підсилювача потужності, а також містить окремий керований фазообертач. При цьому вартість таких антен є високою. Одним із способів зниження вартості антеної решітки є застосування оптичної схеми живлення відкритого типу. Найбільш широко відомі решітки з оптичним збудженням випромінювачів, побудовані за аналогією із дзеркальними та лінзовими антенами. Також, в мікросмужкових дифракційних решітках плоский рефлектор повинен при відбиванні сферичної або циліндричної хвилі опромінювача забезпечити вирівнювання фазового фронту. Досягається це запровадженням додаткової фазової затримки в випромінювачах решітки. Таким чином, основним для проектування плоских рефлекторів з дискретних елементів є питання вибору способу реалізації необхідної затримки фази. Застосування мікросмужкових елементів як випромінювачів решітки дозволяє цю проблему вирішити зручнішим способом, шляхом правильного вибору геометрії випромінювача та його конструктивних розмірів. При цьому особливий інтерес представляють такі дзеркальні антени з інтегральними модулями, що включають випромінювач антеної решітки і керований фазообертач. Відсутність традиційних фазообертачів забезпечує хороші вартісні, технологічні та конструктивні показники.

Таким чином, антени наземних станцій систем зв'язку та радіотелемовлення через штучні супутники землі є складними технічними пристроями. Основні проблеми, що зустрічаються під час створення таких антен, полягають у тому, що необхідно досягти максимально можливого зменшення рівня бічних пелюсток діаграми направленості антени, що досягається вибором відповідної форми та конструкції дзеркал, а також точністю їх виготовлення. Також важливим є підвищення якості антенних систем шляхом збільшення коефіцієнта корисної дії.

Таким чином, розвиток систем супутникового зв'язку призвів до створення значного розмаїття приймальних наземних антен. Власне в дослідженнях і проводиться проектування конструкцій антен для зазначеного виду зв'язку.

УДК 621.396.96

І. М. Недошитко, М. В. Багрій, Я. В. Мельник, І. Ю. Дедів, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАХИСТ ВІД КОМБІНОВАНИХ ЗАВАД ДЛЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

I. M. Nedoshitko, M. V. Bahrii, Ya. V. Melnyk, I. Y. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.
PROTECTION AGAINST COMBINED INTERFERENCE FOR RADIO LOCATION SYSTEMS

Радіолокація являє собою галузь радіотехніки, що забезпечує отримання відомостей про об'єкти шляхом прийому та аналізу енергетичних, просторово-часових, поляризаційних та частотних параметрів електромагнітних коливань (радіохвиль). Сукупність одержуваних відомостей про об'єкти називають радіолокаційною інформацією. Для реалізації методів радіолокації створюються спеціальні радіотехнічні засоби, що називаються радіолокаційними станціями (РЛС). Сукупність кількох різнофункціональних РЛС (наприклад, далекоміра та радіовисотоміра) називають радіолокаційним комплексом.

Сучасний етап розвитку радіолокаційних систем характеризується наявністю широкого класу зовнішніх активних та пасивних завад, а також їх різноманітних комбінацій. Захист РЛС різного призначення від радіозавад є однією з найважливіших проблем, що виникають як при розробці, так і при використанні останніх. Ця проблема зумовлена насамперед збільшенням кількості радіоелектронної апаратури та різноманітністю виконуваних нею завдань, внаслідок чого зріс рівень взаємних завад. Завади створюються також промисловими підприємствами, електро побутовими приладами, а також методами і засобами радіопротидії, що використовують різні типи навмисних радіозавад, що знижують ефективність виділення корисних сигналів. Завадове становище, у якому доводиться працювати РЛС, характеризується наявністю комбіновано взаємодіючих різноманітних видів завад штучного і природного походження.

На сьогодні було розроблено та впроваджено у використання ефективні алгоритми та пристрої (оптимальні фільтри з постійними параметрами) подавлення завад із відомою апіорною інформацією. Для боротьби з РЛС використовують такі пристрої та алгоритми в засобах радіопротидії, що ґрунтуються на застосуванні комбінованих завад, параметри яких апіорі не визначені. Комбіновані завади є комбінаціями різних видів активних і пасивних завад і корисного сигналу, які поділяються на адитивні (частіше називають шумом, являє собою суму корисного сигналу, активної та пасивної завади), мультиплікативні (дія яких проявляється у нерегулярній зміні рівня сигналу), напівактивні (створюються опроміненням активними завадами пасивних відбиваючих структур).

Для боротьби з комбінованими радіозавадами розроблені та розробляються ефективні засоби їх фільтрації (подавлення). Фільтри, що використовуються для вирішення завдань подавлення завад можуть мати постійні параметри або бути адаптивними. Синтез фільтрів з постійними параметрами обов'язково ґрунтується на апіорних відомостях про сигнал і завади. Адаптивні фільтри мають властивість автоматично перебудовувати свої параметри, і при їх синтезі майже не потрібно апіорних відомостей про властивості сигналу і завади.

В дослідженнях проводиться розробка способу та алгоритму адаптивної фільтрації сигналів РЛС для подавлення комбінованих завад.

УДК 615.831: 615.84

О. А. Дедів, Я. В. Липницький, Л. Є. Дедів, к.т.н., доц.,

В. Г. Дозорський, к.т.н., доц., О. Ф. Дозорська, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАДАЧА СИНХРОНІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУРИ СВІТЛОТЕРАПІЇ ІЗ РОБОТОЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

O. A. Dediv, Ya. V. Lypnytskyi, L. E. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.,

V. G. Dozorskyi, Ph.D., Assoc. Prof., O. F. Dozorska, Ph.D.

THE TASK OF SYNCHRONIZING THE LIGHT THERAPY PROCEDURE WITH THE WORK OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Актуальним був і залишається пошук методів підвищення адаптаційних можливостей організму до несприятливих факторів зовнішнього середовища, шляхом активації стрес-лімітуючих та синхронізуючих систем організму. Останнім часом все більшу увагу привертають природні методи підвищення адаптаційних можливостей організму, зокрема застосування світлової дії на зоровий аналізатор, який призводить до стимуляції адаптаційних реакцій, направлених на підтримання гомеостазу організму та підвищення його резистентності до дії різних пошкоджуючих чинників. Відомо, що найбільшу ефективність має червоне світло, за рахунок кращого поглинання тканинами і активації адаптивних процесів в клітинах.

В основі такого впливу лежить метод світлотерапії, що ґрунтується на впливі на пацієнта штучно створеним світловим випромінюванням з нормованими параметрами у визначені проміжки часу.

Відповідно до проведеного аналізу встановлено, що найбільше підвищення адаптаційних можливостей організму спостерігалось при узгодженні процедури світлотерапії із роботою серцево-судинної системи людини. У відомих дослідженнях така синхронізація проводилась із R-зубцями електрокардіографічного сигналу. Однак, вимірювання і опрацювання такого сигналу при цьому є трудоемким, а технічна реалізація є досить громіздкою.

Перспективним є використання для синхронізації світлових імпульсів з серцевими скороченнями сигналу пульсової хвилі, який і запропоновано використати за вихідний біосигнал для формування електричних імпульсів синхронізації процедури світлотерапії. Відповідно також потрібно розробити технічні засоби для проведення такої синхронізації.

Література

1. Тітенко, Т.М. Кольорова світлотерапія – новий метод прискореного відновлення функціонального стану спортсменів / Т.М. Тітенко, О.І. Плиська // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету – 2011, Вип. 82, Том II – 3 с.

2. Мисула, І. Р., Левицький П.Р., Дем'яненко В. В. Вплив світло- імпульсних подразнень на резистентність білих щурів до гіпоксичної гіпоксії / І.Р. Мисула, П.Р. Левицький, В.В. Дем'яненко // Вісник наук. досл. – Тернопіль: Укрмедкнига, – 2003. – № 3. – С.81-82.

3. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи : Монографія / С.В. Павлов, В.П. Кожем'яко, В.Г. Петрук, П.Ф. Колісник/ – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 254 с. ISBN 978-966-641-211-2

УДК 621.39: 535

Б. В. Галенда, М. М. Кузнецов, Л. Є. Дедів, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАДАЧА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ З ВІДКРИТИМ КАНАЛОМ

B. V. Galenda, M. M. Kuznetsov, L. E. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.

THE TASK OF DEVELOPING DATA EXCHANGE SYSTEM WITH OPEN CHANNEL

З кінця минулого століття спостерігається помітний прогрес елементної бази пристроїв оптичного діапазону. Як наслідок, почали швидко розвиватися і деякі технічні програми. Насамперед це стосується атмосферних оптичних ліній зв'язку (АОЛЗ), як систем з відкритим каналом обміну даними. Такі незаперечні переваги АОЛЗ, як велика інформаційна ємність, малі габарити та вага апаратури, відсутність взаємних перешкод та необхідності отримувати дозвіл на використання радіочастот, можливість організації зв'язку на території, де недоступний або не виправданий радіо- та оптоволоконний зв'язок, відносно низька вартість, швидкість розгортання зв'язку, простота обслуговування, призвели до того, що АОЛЗ зайняли певне місце серед інших систем передачі інформації.

Питання безпеки для радіосистем, де перехоплення не становить проблеми, вирішується шляхом застосування різних методів шифрування даних. Для оптичних систем навіть саме перехоплення та виділення інформації є дуже складним завданням. Насправді, далеко не завжди можна ввести у канал зв'язку напівпрозоре дзеркало непомітно від користувача. Окрім цього, отримані відомості потрібно ще розшифрувати. Абсолютного захисту від несанкціонованого доступу не існує - теоретично можна перехопити та "виділити" інформацію, передану будь-яким із відомих на сьогоднішній день способом. Однак, системи оптичного зв'язку в цьому плані є перспективнішими в порівнянні із іншими типами каналів передачі даних. В цьому плані такі системи реалізуються у вигляді складних радіо оптичних систем шляхом поєднання оптики, електроніки та радіофізики.

Формування та загальний розвиток радіооптики багато в чому визначається інформаційними завданнями - завданнями спостереження та вимірювання, завданнями передачі, прийому та обробки великих масивів інформації при забезпеченні високої швидкодії. Клас інформаційних радіооптичних систем поєднує різноманітні та численні лазерні системи, особливістю яких є використання оптичного випромінювання як носія інформації. Прикладами подібних систем є системи лазерної локації та навігації, системи оптичного зв'язку, лазерної далекометрії, лазерного зондування, лазерні вимірювальні системи та сенсорні системи, лазерні системи бачення, системи лазерної та волоконно-оптичної гіроскопії, лазерної інтерферометрії, лазерної спектроскопії, лазерної голографії та багато інших.

В дослідженнях проводиться проектування системи обміну даними, в якій каналом передачі є відкритий простір, а в якості джерела оптичного випромінювання використовується CO₂-лазер. При цьому можливим стає реалізація методу електронної перебудови довжини хвилі випромінювання CO₂-лазера для підвищення надійності та достовірності передавання даних у відкритому каналі та адаптації самого процесу обміну даними до атмосферних впливів шляхом корекції довжини хвилі випромінювання.

УДК 621.3

А. І. Маняк, к.т.н.; І. Ю. Дедів

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

A. I. Maniak Ph.D, I.Y. Dediv

METHOD OF SIGNAL TRANSMISSION IN SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

В останні роки технологія супутникового зв'язку зазнала значних змін та стрімко розвивається в системах глобального підключення. Широке використання супутникового зв'язку дозволило людям залишатися на зв'язку один з одним, незалежно від їх фізичного розташування. Поява супутникового ширококутового зв'язку революціонізувала зв'язок, в результаті чого, ми отримали супутникове підключення до Інтернету, яке може забезпечити надійний високошвидкісний доступ до віддалених місць, які інакше були б недоступні для традиційних кабельних або оптоволоконних з'єднань.

Проте, впровадження такої технології стикається з низкою проблем. Зокрема, основною проблемою для глобального покриття є процес міжсупутникової передачі. Аналіз, проектування площини горизонту з її розрахунком дасть можливість уникати затримки передачі сигналів та збільшить зону покриття Землі. Що підвищить ефективність ширококутового супутникового зв'язку.

Зона покриття супутника визначається, як частка поверхні Землі і зазвичай виражається у відсотках. Концепція зони покриття наведена на рис.1, де зображено два трикутники, які відповідають за зону покриття.

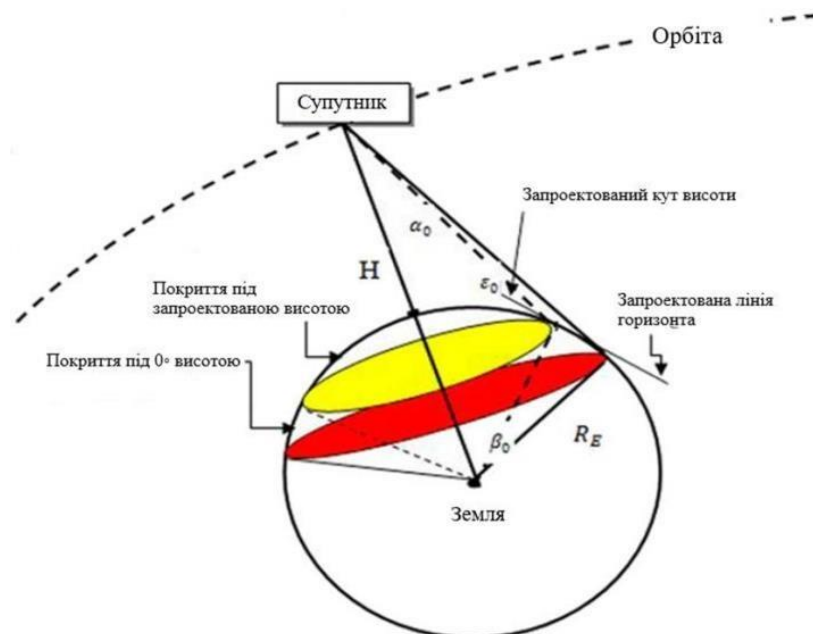


Рисунок 1. Випадок повного покриття супутником LEO

Більший із них представляє випадок повного покриття LEO під висотою $\epsilon_0=0^\circ$.

Відповідне покриття дає більше коло. Менше коло представляє зону покриття LEO на поверхні Землі під проектованою висотою. Для обох трикутників: ε_0 — кут місця, α_0 — кут нахилу (точка небесної сфери, що знаходиться під горизонтом, протилежна зеніту), β_0

— центральний кут, d — похила дальність. H – висота орбіти, $R_E=6371$ км – радіус Землі. Оскільки, ідеальна площина горизонту завжди перпендикулярна радіус-вектору Землі, тоді виконується рівність:

$$\varepsilon_0 + \alpha_0 + \beta_0 = 90^\circ \quad (1)$$

В результаті отримаємо:

$$\sin \alpha_0 = \frac{R_E}{R_E + H} \cos \varepsilon_0 \quad (2)$$

Повне покриття досягається для $\varepsilon_0=0$, і ця умова визначає найбільший найнижчий кут поширення низхідної лінії супутника, і він становить:

$$\alpha_{0,max} = \sin^{-1} \left(\frac{R_E}{R_E + H} \right) \quad (3)$$

За визначенням, покриття C (%) — це частка поверхні Землі, яку охоплює супутник, що обчислюється, як відношення площі покриття супутника до поверхні Землі як:

$$C(\%) = \frac{S_{SATCOV}}{S_e} \quad (4)$$

$$C(\%) = \frac{1}{2} (1 - \cos \beta_0) \quad (5)$$

Тому, впровадження супутникових технологій є потенційним рішенням для збільшення пропускної здатності, глобального охоплення та мобільності мереж доступу, а також може знизити вартість мереж доступу.

Література

1. Сучасні супутникові системи зв'язку [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50386/1/Suchasni_suputnykovi_systemy_zviazku.pdf (Дата звернення 13.10. 2023).
2. Низькоорбітальні системи супутникового зв'язку [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://kunegin.com/ref1/sput/loworb.htm> (Дата звернення: 12.10.23)
3. Starlink Satellite Missions (2020). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellitemissions/s/starlink>(Дата звернення 15.10. 2023).
4. Van Allen radiation belt (2020). [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Van_Allen_radiation_belt (Дата звернення 01.10. 2023).
5. Порівняння параметрів угруповання супутників LEO "Starlink" для різно орбітальної оболонки [Електронний ресурс]. Режим доступу: DOI:10.3389/frcmn.2021.643095 (Дата звернення 30.09. 2023).
6. Орбіти штучних супутників Землі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://lib.qrz.ru/node/1357> (Дата звернення 22.10. 2023).
7. Новітні проекти низькоорбітальних супутникових систем [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://habr.com/ru/top/daily/> (Дата звернення 03.10. 2023)

УДК 159.9

Фаберський В.М

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПСИХОЛОГІЧНИЙ СУПРОВІД ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИКОРДОННИКІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

V. Faberskyi

PSYCHOLOGICAL SUPPORT OF THE PROFESSIONAL ACTIVITIES OF BORDER GUARDS IN WARTIME CONDITIONS

В умовах війни велика напруга позначилася на житті більшості людей, особливо тих, чия професійна діяльність пов'язана із захистом територіальної цілісності, державного кордону України та безпеки громадян. Саме прикордонники є тією категорією військових, які реалізують функцію охорони та безпеки держави і контролюють дотримання законності перетину кордону. Особливо на сучасному етапі української історії, в період ведення росією війни проти України, офіцери, прапорщики, військовослужбовці перебувають в особливо напружених та екстремальних умовах оперативно-службової діяльності. Саме дана категорія фахівців потребує професійного психологічного супроводу, який пов'язаний із моніторингом морально-психічного здоров'я, наданням психологічної допомоги, підтримки, розвантаження та психологічної реабілітації.

Психологічний супровід пов'язують з підтримкою людей без психічних відхилень, проте у яких виникли життєві труднощі і вони переживають неблагополучні умови життя.

Супровід трактують по-різному: як один із видів психологічного нагляду або патронажу (М. Бітянова, А. Деркач, Л. Мітіна); як сприяння (К. Гуревич, І. Дубровіна); як співпраця (С. Хоружий).

У різних трактуваннях є спільне розуміння, що пов'язане з допомогою, яка включає наступні складові: 1) учасник, якого супроводжують, 2) фахівець, який супроводжує; 3) спільний шлях взаємодії, який проходять обоє учасників.

Важливими ознаками психологічного супроводу є: гуманістична орієнтація спілкування, недирективна форма впливу, яка зорієнтована на розвиток і саморозвиток особистості, її самоусвідомлення та спрямована на пошук ресурсів.

Психологічний супровід здійснює професійний психолог, який скеровує процес усвідомлення клієнта, тобто замовника психологічних послуг, на психологічний розвиток, пошук ресурсів допомоги, зони розвитку та саморозвитку суб'єкта змін.

На думку Е.Зеєр, психологічний супровід особистості в професійному становленні – це компонента професійного розвитку особистості, що полягає в психологічному сприянні та допомозі у подоланні визначених труднощів професійного життя, психокорекції дезадаптивних тенденцій розвитку накладання вікових, професійних криз, регресивної стадії, деформацій), підвищенні резистентності фахівця до соціально-економічних, політичних й технологічних змін, розвитку у фахівця позитивної професійного прогнозу.

Вивчаючи оперативно-службову діяльність особового складу підрозділів охорони державного кордону України у 2006 р. А. П. Журавель під поняттям «психологічний супровід» розуміє процес організації та проведення комплексу заходів з метою подолання ускладнень, підвищення рівня загальної та ситуативної психологічної стійкості і сприяння ефективному виконанню завдань в різних умовах діяльності. Запропоноване визначення дозволяє виділити основні суттєві структурні елементи психологічного супроводу, а саме: головну мету; суб'єкти та об'єкти психологічного

супроводу; основні напрямки психологічного супроводу; форми, методи і засоби психологічного супроводу [1; 3].

А. Маковський пропонує під поняттям «психологічний супровід професійної діяльності прикордонників» розуміти безперервний процес організації та проведення комплексу соціально-психологічних заходів із метою підтримання оптимального стану психічного здоров'я персоналу відомства під час виконання професійних обов'язків через формування психологічної стійкості до впливу стресових чинників, психологічної готовності до виконання професійних завдань та запобігання виникненню негативних психічних станів. Психологічний супровід має здійснюватися на всіх етапах професійної діяльності (від призову на військову службу чи укладення трудового договору до звільнення з роботи чи військової служби) [2].

Дуже важливо працівникам прикордонної служби надавати вчасну якісну психологічну допомогу та підтримку, оскільки їхня психіка перебуває під тиском загроз і небезпек для особистого життя, страху невиконання професійного та громадянського обов'язку, нездатності захистити своїх рідних та близьких, невпевненість в завтрашньому дні, повна невідомість, почуття провини за невдалу операцію. Тому часто для цієї категорії є властивими негативні психоемоційні стани, дезадаптивність, професійне вигорання, посттравматичний стресовий синдром, втома, виснаженість тощо.

Аналіз психологічних праць дозволяє констатувати, що психологічний супровід - це специфічна форма реалізації пролонгованої соціально-психологічної допомоги. На противагу психокорекції має на меті не виправлення недоліків і зміни, а пошук латентних, тобто прихованих, ресурсів розвитку фахівця, опору на можливості самої особистості і налагодження належних зв'язків стосовно взаємодії зі світом, а конкретніше з важливими ланками життєдіяльності конкретної особистості. У кожному клієнтському випадку місія супроводу визначається особливостями самої особистості, її запитом, умовами життєдіяльності, психоемоційним станом, труднощами у виконанні професійних обов'язків, об'єктивними обставинами несення служби, реальною можливістю реалізації психологічного супроводу в конкретних умовах роботи прикордонника.

Отже, основними завданнями психологів під час здійснення психологічного супроводу прикордонників при виконанні професійних завдань є: попередження психоемоційного перевантаження, невідкладне надання психологічної допомоги; проведення заходів психологічної реабілітації з потребуючими; психологічне відновлення боєздатності психотравмованих прикордонників.

Література

1. Журавель А.П. Психологічний супровід оперативно-службової діяльності особового складу підрозділів охорони державного кордону України 2006 года: Автореф. дис... канд. психол. наук: 19.00.09 / А.П. Журавель; Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького. Хмельницький, 2006. 20 с.

2. Маковський А. Результати дослідження психологічного супроводу професійної діяльності прикордонників засобами душпастирства військових капеланів. *Вісник Львівського університету. Серія психологічні науки*. 2021. Випуск 11. С. 107–112.

3. Мушкевич М.І. Поняття супроводу у сучасній психологічній науці. Волинський національний університет імені Лесі Українки. Режим доступу URL: https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/1338/3/pon_suprov.pdf (дата звернення 29.11.2023).

УДК 004.415.53

Р. В. Турчиняк; Н. Б. Стадник, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ RPA ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

R. V. Turchyniak; N. B. Stadnyk, Ph.D.

USE OF RPA TECHNOLOGY FOR SOFTWARE TESTING

Розробка програмного забезпечення – одна з основних галузей, яка виграє від автоматизації. Роботизація процесів та автоматизація тестування можуть допомогти полегшити навантаження на роботодавців та працівників. Однак, все ще існує багато плутанини щодо цих технологій, оскільки багато людей вважають, що вони описують одне й те ж саме.

Перш ніж ми заглибимося в порівняння RPA та автоматизації тестування, варто дати визначення кожного з цих термінів [1].

Test Automation – це інструмент для розробки програмного забезпечення. Вона має деякі схожі цілі з RPA, оскільки прагне заощадити час, гроші та звільнити працівників від монотонних завдань. Замість дорогого і трудомісткого ручного тестування проектів з розробки програмного забезпечення, програмне забезпечення Test Automation дозволяє командам виконувати швидке, ретельне і глибоке тестування своїх проектів. Цей процес зменшує витрати і призводить до швидших релізів.

Роботизована автоматизація процесів (RPA) – це програмне забезпечення, яке має на меті вивчати та відтворювати комп'ютерні завдання, які традиційно виконує людина. Цей тип автоматизації обмежується простими завданнями на основі правил, які виконують передбачувані кроки [2]. RPA допомагає механізувати великооб'ємні та повторювані завдання. Простіше кажучи, інструменти RPA – це програмні “боти”, які можуть спостерігати і вивчати людські завдання з метою їх відтворення без ручного втручання. Роботизована автоматизація процесів (RPA), яку часто називають автоматизацією процесів, – це інноваційний тип програмного забезпечення, що виконує завдання, які традиційно були сферою діяльності людини-оператора.

Інструменти RPA працюють з користувацьким інтерфейсом (UI) так само, як це робить людина.

Однак існують певні недоліки в застосуванні RPA для тестування програмного забезпечення [3]. Інструменти RPA мають обмежений тип інтелекту та підходять переважно для повторюваних завдань з великим обсягом роботи. Вони не можуть адаптуватися до змін, які вимагають творчого мислення чи глибокого розуміння програмної логіки. Також, витрати на впровадження RPA та навчання персоналу можуть бути великими. Отже, вибір між RPA та автоматизацією тестування повинен бути обдуманим, з урахуванням конкретних потреб проекту та можливостей, які пропонують обидва підходи.

Література

1. Jiménez-Ramírez, Andres, et al. "Automated testing in robotic process automation projects." *Journal of Software: Evolution and Process* 35.3 2023.
2. Singh, Akshay, and Omar Al-Azzam. "Artificial Intelligence Applied to Software Testing." *CS & IT Conference Proceedings*. Vol. 13. No. 20. CS & IT Conference Proceedings, 2023.
3. Головка, Руслан Джаббарович. Спосіб підвищення ефективності автоматизованого тестування програмного забезпечення. MS thesis. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **Ю. Ю. Гудак, В. І. Яськів** 7
МОБІЛЬНА СИСТЕМА БЕЗПРОВІДНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ
2. **П. В. Чикало, В. І. Яськів** 9
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДОПЛЕРІВСЬКОГО МЕТОДУ ПРИ
АКТИВНОМУ ШУМОПОДАВЛЕННІ В СИСТЕМАХ РАДІОУПРАВЛІННЯ

СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

1. **С. Е. Трошкін** 11
ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН ВЕРТИКАЛЬНИХ
КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ,
НАБЛИЖЕНОГО ДО РЕАЛЬНОГО
2. **С. Е. Трошкін** 14
МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ КАБЕЛІВ В ТУНЕЛЯХ ТА
КОЛЕКТОРАХ КРУГЛОГО ПЕРЕТИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ SKETCHUP
3. **Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, І. Г. Ткаченко** 15
АНАЛІЗ КОНТАКТНИХ НАПРУЖЕНЬ У КРІПЛЕННІ
ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН
4. **Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш** 17
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛОЩІ КОНТАКТНИХ ПОВЕРХОНЬ ГОЛОВОК
ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ
5. **О. О. Окунський, Г. Б. Цьонь** 19
ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ
ГИЧКОЗРІЗУВАЛЬНИХ АПАРАТІВ
6. **О. П. Конончук, М. Р. Лещук, М. В. Винницький, О. В. Лещишена,
С. В. Бариш, Я. В. Антоняк** 20
ВИВЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТАВРОВОГО ПРОФІЛЮ
7. **Т. Ю. Гинда** 21
ЗМІЦНЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК
8. **О. П. Конончук, П. О. Погребняк, С. В. Чаплінський, В.В. Штогрин** 23
ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ
БУДІВЛІ ГОТЕЛЮ «ГАЛИЧИНА» В МІСТІ ТЕРНОПІЛЬ
9. **В. Н. Волошин, В. М. Буховець, Т. Л. Піхурська, М. І. Бей** 24
ЗАСТОСУВАННЯ САД/САЕ-СИСТЕМ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАГАТОПРОФІЛЬНИХ
КУЛАЧКІВ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ
10. **Д. А. Баб'як, Г. М. Крамар, Л. Г. Бодрова** 26
ЛЕГУВАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ
КОМПОНЕНТАМИ НАНОРОЗМІРІВ
11. **Р. І. Гаврилишин; І. В. Коваль** 27
ВОГНЕСТІЙКІСТЬ EPS СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

12. **Р. В. Грицеляк, І. М. Дзьоба, О. Ласкевич** 28
ЗУСИЛЛЯ В ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТАХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ВИПАДКОВИХ
НАВАНТАЖЕННЯХ
13. **А. П. Грабовський** 29
ЗМІЦНЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК
14. **А. Г. Микитишин, Р. З. Золотий, І. С. Дідич, Д. В. Черняк** 30
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДО
ПРОГНОЗУВАННЯ ДІАГРАМ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ
15. **Петро Марущак, Н. Воробець, Б. Крушельницький, О. Мартинюк, Т. Лепкий, В. Дзюра, П. Марущак** 32
ДІГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНОСТІ КОНУСНИХ ФРИКЦІЙНИХ
ВАРІАТОРІВ

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

1. **Д. М. Мороз, І. Г. Ткаченко** 33
СПЕЦІАЛЬНА ТОРЦЕВА ФРЕЗА
2. **В. О. Крушельницький** 34
МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ РІЗАННЯ ПРИ ТОРЦЕВОМУ
ФРЕЗЕРУВАННІ
3. **А. Вовкотруб, В. Шанайда** 35
АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ
ВЕРСТАТА
4. **О. О. Проданчук** 37
ПРОЕКТУВАННЯ ДОСЛІДНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ
СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ
МАТЕРІАЛІВ
5. **Б. В. Вітковський, І. Т. Ярема.** 39
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ
ВІБРАЦІЙНЕ СВЕРДЛІННЯ
6. **І. П. Домарецький, Д. Я. Мокрицький, О. В. Качуровський** 41
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ШЛІФУВАННЯ ПЕРЕРИВЧАСТИМ
ШЛІФУВАЛЬНИМ КРУГОМ ПЛОСКОЇ ПОВЕРХНІ
7. **П. А. Сокіл, І. Р. Сокальський, М. В. Стаднійчук** 42
ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДОРНУВАННЯ
ПРОФІЛЬНОГО ОТВОРУ
8. **П. І. Тимчук, М. І. Шкварок, В. Ю. Грасовник** 43
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ
ОТВОРУ КУЛЬКАМИ
9. **А. М. Хічій, В. М. Приказюк, В. М. Маслянка** 44
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ДЕФОРМАЦІЇ БАГАТОЛЕЗОВОЇ ОПРАВКИ
ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ СТУПІНЧАСТОГО ОТВОРУ
10. **А. К. Шманін, В. В. Козішкурт, Н. І. Кицкай** 45
ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ ПІСЛЯ
ВИГЛАДЖУВАННЯ
11. **М. С Бутинський; Р. В. Комар** 46
ВИТІ ГНУЧКІ ВАЛИ ЗМІННОЇ ЖОРСТКОСТІ

12.	В. О. Ситарчук; Р. В. Комар СИНХРОННІ ШАРНІРИ КУЛЬКОВОГО ТИПУ	47
13.	Ю. Б. Капаціла, Т. Ю. Бабій, О. В. Іванюк ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ АДАПТИВНИХ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	48
14.	О. Б. Дериш, І. В. Головатий, А. Є. Дячун ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАТРОНА ІЗ ГВИНТОВИМ ЗАТИСКНИМ ЕЛЕМЕНТОМ	50
15.	С. О. Коваль СИНТЕЗ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ-ЗМІШУВАЧІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ	51
16.	В. Шевчук, О. Гладкий ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ НАВАНТАЖЕННЯ НА НАПРУЖЕННЯ ВІДРИВУ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ	53
17.	Є. Собко, В. Мурза ВПЛИВ ПТН І НАВОДНЮВАННЯ НА ВЯЗКІСТЬ РУЙНУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ	54
18.	С. Собко, Віт. Сенчишин, С. Окіпний ЗАКОНОМІРНОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ ЗА КОМІБНОВАНОГО РОЗТЯГУ	55
19.	Т. М. Голубович, А. П. Сорочак АНАЛІЗ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ КОНСОЛЬНОГО ВИЛЬОТУ МУЗЕЮ НАУКИ В М. ЛЬВІВ	56
20.	В. В. Паляниця, А. П. Сорочак АНАЛІЗ РОБОТИ МОНОЛІТНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПОКРИТТЯ ТОРГІВЕЛЬНОЇ ЧАСТИНИ БУДИНКУ ЗМІННОЇ ПОВЕРХОВОСТІ	57
21.	Д. Л. Радик, О. В. Купецький ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ ПОВЕРХНЕВО- ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ	58
22.	О. Камінський ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ НАВИВАННЯ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК	60
23.	І. Партола, П. Щудлик, В. Невожай, Т. Дубиняк МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕННЯ	61
24.	С. Цюпа, О. Мосійчук, В. Невожай, М. Яворська ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЙОГО ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ	63
25.	В. С. Музика, Д. М. Шмигельський, В. Б. Савків, Й. Р. Кравець АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ	65
26.	О. А. Борак, А. Б. Яремчук, В. Б. Савків, Й. Р. Кравець МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ	66
27.	М. Голубовський, Б. Лемега, В. Ясній ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ	67
28.	М. Голубовський, Б. Лемега, В. Ясній АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ	68

29.	В. О. Гвоздюк, Г. М. Крамар ЗАСТОСУВАННЯ КУПОЛЬНИХ ПЕРЕКРИТТІВ НА ОСНОВІ КЛЕЄДЕРЕВ'ЯНИХ АРОК	69
30.	Ю. В. Карпа, Г. М. Крамар КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕЛИКОПРОЛІТНИХ ПОКРИТТІВ	70
31.	М. І. Ткаченко, Д. Д. Васюрина, Г. М. Крамар МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПРОСТОРОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	71
32.	І. М. Сливка, М. І. Гудь ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ КАРКАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	72
33.	А. В. Ковбаса; В. А. Ковбаса; М. І. Гудь МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО КАРКАСУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ В УМОВАХ ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ	73
34.	Я. О. Ковальчук, М. А. Омелян МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ФЕРМИ З КВАДРАТНИХ ГНУТО-ЗВАРНИХ ПРОФІЛІВ	75
35.	Я. О. Ковальчук, Д. В. Трачук МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМІВНІСТЬ НЕСУЧОЇ ЗВАРНОЇ ФЕРМИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕВАТОРА	77
36.	Л. М. Данильченко, В. Собко АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ТРАДИЦІЙНИХ СХЕМ РІЗАННЯ В ПРОЦЕСАХ ЛЕЗОВОГО ОБРОБЛЕННЯ	79
37.	І. М. Підгурський, Д. З. Биків, А. М. Топільчук, В. А. Давідчук ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ СТАЛЕВОГО КАРКАСУ	81
38.	Я. О. Танавський, А. В. Гагалюк ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ БАГАТОШПИНДЕЛЬНОЇ СВЕРДЛИЛЬНОЇ ГОЛОВКИ	83
39.	П. С. Нікітюк, А. В. Гагалюк ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВЕРДЛА ЗБІРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	84
40.	В. В. Крупа, М. С. Горобцов УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ВИКОРИСТАННЯМ SOLIDWORKS SIMULATION	85
41.	В. В. Крупа, Н. Р. Туз РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ ПОДАЧ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТА	86
42.	Д. В. В'юк, В. В. Крупа ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИНОК В УМОВАХ ДРІБНОСЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА	87
43.	В. В. Крупа, Т. С. Кильба АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА-АВТОМАТА	89
44.	М. Ющишин, В. Гоголюк МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КРІПИЛЬНИХ ОТВОРІВ	90

45. **О. Підлужний, Віт. Сенчишин, А. Кос, І. Куземський** 91
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ЛОНЖЕРОНА
РАМИ НАПІВПРИЧЕПА-КОНТЕЙНЕРОВОЗА
46. **А. О. Сачковський, М. І. Паламар** 92
ДИНАМІЧНА ПРОСКОПІЧНА СТАБІЛІЗАЦІЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ
ПЛАТФОРМИ НЕХАРОД
47. **Б. О. Блащак; А. В. Бабій** 94
СПОСІБ УТВОРЕННЯ БОРОЗЕНКИ ТА ЗАРОБЛЕННЯ НАСІННЯ
КАРТОПЛІ ПРИ ГРЕБЕНЕВОМУ СПОСОБІ ПОСАДКИ
48. **І. В. Вовк; А.В. Бабій** 96
ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ У ПРОЄКТУВАННІ
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ
49. **Б. Б. Левицький; В. А. Бабій** 98
СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ ШТАНГИ МАЛОГАБАРИТНОГО
ОБПРИСКУВАЧА
50. **І. Р. Димон; В.І. Яцик; Л.Г. Бодрова** 100
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРКАСНИХ СИСТЕМ
ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ
51. **М. В. Луців, Б. І. Цубера, І. В. Янківський, М.І. Гудь** 101
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РАМНО-КАРКАСНИХ
ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ
52. **К. М. Мельникова, В.І Шавурський, М.І. Гудь** 102
КОНСТРУКТИВНЕ ВЛАШТУВАННЯ ПЕРЕКРИТТЯ ГРОМАДСЬКИХ
БУДІВЕЛЬ
53. **Д. С. Грушкевич, Пізнюр М. І., Я. М. Тулайдан, Д. Я. Баран** 103
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ
54. **О. М. Цвігун, Н. І. Риндич, В. Б. Ігнатська** 104
ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ВАНТОВИХ СИСТЕМ
55. **А. Г. Лупиніс, М. Р. Франків, Я. О. Ковальчук** 105
ОСОБЛИВОСТІ ВЕЛИКОПРОЛІТНИХ ПРОСТОРОВИХ ФЕРМ
ПОКРИТТІВ
56. **А. Ю. Кобзар, Н. Л. Козачевський, Х-Л. Р. Каспрук, В. П. Ясній** 106
ВПЛИВ АУТРИГЕРНИХ ПОВЕРХІВ НА СТІЙКІСТЬ КАРКАСУ
ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ
57. **А. Я. Кутень** 107
АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ
58. **М. І. Гомелюк, В. Б. Каспрук** 109
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЛІ
59. **Л. А. Богун, В. Б. Каспрук** 111
ВПЛИВ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МЕТАЛІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ
60. **В. В. Матвійчук, В. Б. Каспрук** 112
ВПЛИВ ПОРИСТОСТІ ЦЕМЕНТУ НА ЙОГО ВОДОПРОНИКНІСТЬ
61. **М. Я. Сташків, Р. О. Буласенко, І. М. Борис** 113
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РОЗПИЛЮВАЧА ПОЛЬОВОГО
ШТАНГОВОГО ОБПРИСКУВАЧА
62. **М. Я. Сташків, О. П. Цьонь, В. М. Антонюк** 115
МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ НАЛИВНОГО ВАНТАЖУ ПРИ
ТРАНСПОРТУВАННІ НАПІВЗАПОВНЕНОЇ ЦИСТЕРНИ

63. **А. А. Сенік, В. Б. Котильницький** 117
ВПЛИВ ОРІЄНТАЦІЇ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК НА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ
КОНТАКТНИХ КРОКІВ ПРИВІДНИХ РОЛИКОВИХ ВТУЛКОВИХ
ЛАНЦЮГІВ
64. **В. О. Яцюк, А. Ю. Фараонов, В. В. Лазарюк** 118
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАПЛЯРНОГО МЕТОДУ
НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ТОНКОСТІННИХ
КОНСТРУКЦІЙ
65. **О. С. Кобельник, Н. Т. Войцещук, М. В. Солярчик, В. В. Кузьмук** 120
МАГНІТНО-АБРАЗИВНА ОБРОБКА, ЯК МЕТОД ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ
ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
66. **О. С. Кобельник, Р. Я. Лещук, М. В. Підгайний, О. С. Ласкевич** 121
РОЗРАХУНОК КОМБІНОВАНИХ ПІДШИПНИКІВ ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ
В ХОДОВИХ ГВИНТАХ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ
67. **В. Б. Іванів, Н. І. Кицькай** 123
ПРОЦЕС ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ ТРУБИ МАЛОГО
ДІАМЕТРА
68. **Я. В. Козій, В. З. Козій, Д. Б. Магеровський** 125
ПРОЦЕС ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ
ГАБАРИТНИХ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ
69. **І. Ю. Малишкевич, Т. Б. Робак** 127
ПРОЦЕС ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ЗВАРНИХ
ВИРОБІВ
70. **А. А. Кулешко, Р. А. Скларов** 129
ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ
БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТІВ
71. **І. М. Козак, А. Р. Сокальський** 130
ПІДВИЩЕННЯ ЗВАРЮВАНОСТІ ВИСОКОХРОМИСТИХ СТАЛЕЙ

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

1. **В. М. Лотоцька, М. В. Іванунь** 131
ПІДПРИЄМНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ
2. **Ю. Я. Вовк, Я. Ю. Вовк, Н. В. Губич, В. В. Іванунь** 134
АНАЛІЗ РОЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕЛЕМАТИКИ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
(ІоТ) В ТРАНСПОРТІ
3. **О. А. Лозовий, В. І. Табул, О. П. Цьонь.** 136
ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА УКРАЇНИ
4. **О. П. Цьонь, О. П. Тимошів, В. В. Ковалик** 137
ОРГАНІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОГО РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ
5. **О. П. Цьонь, В. Л. Бордун** 138
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУ
6. **О. П. Цьонь, Ю. В. Юркевич, І. Р. Пилип`як** 139
ТРАНСПОРТНА ПОЛІТИКА МІСТА ТЕРНОПІЛЬ
7. **Л. Дзюбановська** 140
ЕЛЕКТРИЧНІ АВТОМОБІЛІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ

8. **В. О. Мисак, А. Й. Матвійшин** 142
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МАРШРУТІ «ТЕРНОПІЛЬ-ГДАНСЬК»
9. **А. Б. Гупка доцент, к.т.н., В. С. Дехтяренко, І. І. Драбчук, Ю. І. Івасечко** 143
ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ
10. **В. В. Романський, М. А. Дмитрів** 144
ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЛИКІВ ГАЛЬМІВНОГО СТЕНДУ
11. **В. О. Зажинський, М. П. Дерлиця** 146
ТЕХНОЛОГІЧНЕ СПОРЯДЖЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГАЙОК
12. **Ю. І. Войчишин, Ю. В. Гай, О. З. Горбай, К. Е. Голенко** 148
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВОДІЯ АВТОБУСА В ТЕПЛУ ПОРУ РОКУ
13. **С. С. Рожко, Н. Я. Рожко** 150
РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ В ЛОГІСТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА
14. **Д. Д. Радько, Н. Я. Рожко** 152
АКТУАЛЬНІСТЬ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ УКРАЇНИ
15. **А. Б. Гупка, Д. О. Ковальчук, І. А. Луциків** 154
ПРОБЛЕМИ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН
16. **А. Б. Гупка, В. В. Ляхта, В. Я. Рудий, О. І. Пришляк** 155
ТРИБОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ В ЗОНІ ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ
17. **Д. О. Карпик, А. В. Лазар, В. В. Третяк** 156
ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПРОЦЕСУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ
18. **М. Я. Пасько, Р. М. Рогатинський** 158
ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ У МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ
19. **О. В. Лапчак, Л. Я. Сенник, Н. Я. Рожко** 160
СУЧАСНІ ВИКЛИКИ УКРАЇНСЬКОЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІД ЧАС ВІЙНИ
20. **А. Д. Бобков** 162
ГВИНТОВІ ВСЮДИХІДНІ МАШИНИ
21. **У. М. Плекан, Д. І. Гайдук** 164
ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА
22. **У. М. Плекан, В. І. Генгало** 165
ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ
23. **У. М. Плекан, А. М. Гарасівка** 166
АМОРТИЗАЦІЯ АВТОЦИСТЕРН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РІДИННИХ ВАНТАЖІВ

24. **І. Б. Сіправський, М. П. Магега, К. Ю. Стаськів** 167
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ШИН
ПІД ЧАС ЗМІНИ НАПРЯМУ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ
25. **О. В. Лиса** 168
БЕЗПОВІТРЯНІ ШИНИ – ПОКРИШКИ МАЙБУТНЬОГО
26. **М. Г. Левкович, Д. В. Міронов, Р. В. Квасніцький, А. В. Цвігун, І. Р. Климчук, А. І. Ільчук** 170
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНТЕРВАЛІВ
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХ
ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧОГО СТАНУ
27. **М. Г. Левкович, Д. В. Міронов, Д. М. Козак, Р. Л. Цяпало; В. А. Кутікін** 172
МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЗАЛИШКОВОГО КИСНЮ У ВИХЛОПНИХ
ГАЗАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХАРАКТЕРУ
МІСЦЕВОСТІ
28. **Д. В. Міронов, К. Ю. Стаськів, А. І. Ільчук, Р. Л. Цяпало** 174
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧОГО СТАНУ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УЗАГАЛЬНЕНОГО
ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ
29. **В. І. Шум'як, В. В. Мартинюк, М. Р. Чорний** 176
ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЯ ІЗ
ДОСЛІДЖЕННЯМ ЇХ ПАРАМЕТРІВ
30. **Я. В. Підлісний, А. І. Натуркач, С. І. Радь** 177
ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З
ДОСЛІДЖЕННЯМ ЙОГО СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК
31. **В. А. Бабій, В. І. Гашин, М. В. Бабій** 178
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО
КЕРУВАННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ
32. **О. І. Попович, І. І. Любачівський, В. Ю. Стасюк** 179
ПЕРІОДИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТУ В МІСЬКИХ УМОВАХ
33. **Ю. І. Пипко, М. Г. Левкович, А. В. Сімора** 180
АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ
34. **В. В. Бурак, М. Я. Сташків** 182
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА
МІСЬКИХ ТРОЛЕЙБУСНИХ МАРШРУТАХ
35. **В. О. Тесля, А. І. Шаблій** 183
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В М. ТЕРНОПОЛІ
36. **М. В. Пона С. Я. Пришляк С. Ю. Тарар; Р. В. Хорошун; Л. М. Слободян** 184
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ АМОРТИЗАТОРІВ
ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ
37. **А. С. Шимків; А. В. Огар; М. О. Музика; А. А. Демко** 186
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ
38. **С. С. Пиріжок; Р. М. Войціх; П. Р. Вовчук; Т. Б. Пиндус** 188
ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОВАНОГО ДВИГУНА НА
СТИСЛОМУ ПРИРОДНОМУ ГАЗІ
39. **Р. Р. Переймибіда; Р. І. Горбоніс; М. І. Ющишин** 189
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТУ ЛОБОВОГО СКЛА ЛЕГКОВИХ
АВТОМОБІЛІВ

40. **В. А. Мяковський; П. І. Велещук; Т. Д. Навроцька** **190**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КУЗОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
АВТОМОБІЛІВ
41. **В. А. Мех; В. О. Кізь; В. І. Чавурський; Т. Б. Пиндус** **191**
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНОЇ
ПЛИВИ КАТЕГОРІЇ SL ПО API З ДОСЛІДЖЕННЯМ В'ЯЗКОСТІ
42. **О. В. Зубнін; М. С. Гирила; О. Л. Ляшук** **192**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СОРТУВАННЯ МЕТАЛУ ПІД ЧАС
УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ
43. **О. А. Заставний; І. М. Чехович; Т. Б. Пиндус; Ю. Д. Бодоряк** **193**
ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІВ ГРУПИ WAG
44. **О. О. Данилюк; Д. А. Давидяк; А. А. Мазур; Т. А. Шалай** **194**
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ДИЗЕЛЬНИХ ФОРСУНОК ФІРМИ
BOSCH
45. **Т. П. Богач; Н. А. Дахим; Д. А. Гриців; М. М. Білоус; Л. М. Слободян** **195**
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДИСКІВ
КОЛІС АВТОМОБІЛЯ
46. **І. І. Головач, А. О. Скоропляс** **196**
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ СПІРАЛЬНИХ ШНЕКІВ
47. **О. В. Лах, А. О. Старих, О. І. Павлусь** **197**
ВИБІР КОНВЕЄРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
МОЖЛИВОСТЯМИ
48. **О. Л. Ляшук, О. І. Павлусь, Ю. В. Омелянський** **198**
ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ, КІНЕМАТИЧНИХ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ НА ВЛАСНІ КОЛИВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ
СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА
49. **І. В. Фльонц** **200**
МОДУЛЬ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ПАЛЬНОГО
ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГО-ЗБЕРЕЖЕННЯ

1. **Д. П. Микулик, П. М. Микулик** **202**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ
МЕРЕЖАХ З РІЗКОЗМІННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ
2. **Д. П. Микулик, П. М. Микулик** **204**
ОЦІНКА ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА СПОТВОРЕННЯ СИНУСОЇДНОСТІ
НА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В УМОВАХ РІЗКОЗМІННИХ
НАВАНТАЖЕНЬ
3. **В. І. Крочак, В. І. Яськів** **206**
НЕРЕГУЛЬОВАНИЙ ВИСОКОЧАСТОТНИЙ ТРАНЗИСТОРНИЙ
ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ НА ОСНОВІ ДРОСЕЛЯ НАСИЧЕННЯ
4. **С. Ю. Марценюк, С. О. Рудянин, П. І. Кричко** **208**
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
5. **С. М. Бабюк, С. О. Задорожний, М. П. Красножон** **210**
ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В МЕРЕЖІ 0,4 кВ: ПРИЧИНИ,
НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

6.	С. М. Бабюк, В. О. Рудянин, Д. Ю. Соловко АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ	212
7.	Х. О. Мала, О. М. Кушак ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗУ БРАУНА В ТЕХНІЦІ	214
8.	О. Р. Романюк, О. С. Довжанин, М. М. Зінь ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА	216
9.	В. І. Пихач, В. І. Гетманюк, І. В. Белякова ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ХВИЛЬОВИХ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	217
10.	А. С. Зуб, В. І. Гетманюк, М. Г. Тарасенко АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБІГРІВУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ	218
11.	В. П. Бобик ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	219
12.	В. В. Ковальчук, О. В. Смолій, І. В. Чихіра РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ З ГІДРООЧИЩЕННЮ МОТОРНОГО ПАЛИВА	222
13.	А. С. Беднарівський; Р. В. Волошин; О. Р. Фарина; О. Р. Джигринюк ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК ШЛЯХ ДЛЯ НАДІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	223
14.	Д. П. Драпалюк; А. В. Коваль; В. О. Ковальчук; М. В. Королевич ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ	224
15.	А. С. Малушенко, М.Б. Горват, В. П. Коваль ПЕРСПЕКТИВА ЗАРЯДКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ВІД ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	225
16.	Б. Я. Оробчук, В. Г. Прокопчук, Р. В. Бартошевський МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ	226
17.	Б. Я. Оробчук, Р. В. Драчук РОЗРОБКА АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КЛАСУ	228
18.	А. В. Головка ВІТРОЕНЕРГЕТИКА В СВІТІ	230
19.	О. А. Буняк, О. М. Сторчеус ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	232
20.	О. А. Буняк, Н. М. Галичак СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ВІТРОУСТАНОВКИ	233
21.	О. А. Буняк, Р. Б. Голумбійовський ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ 10-35 кВ	234

22. **О. А. Буняк, А. Б. Поперечний, О. С. Оболонін** 235
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВИСОКОВОЛЬТНИХ
ТРАНСФОРМАТОРІВ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ
23. **Греля В. В.** 236
ЕЛЕКТРОПРИВІД УСТАНОВОК ЗМІННОГО ОПРОМІНЕННЯ З
ОБЕРТАЛЬНИМ РУХОМ ОПРОМІНЮВАЧА
24. **І. М. Сисак, С. В. Корюков** 237
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ДЕРЕВООБРОБНОГО ЦЕХУ
25. **І. В. Белякова, І. М. Сисак, В. А. Котюк** 239
АТОМНА ЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ
26. **І. М. Сисак, Л. Т. Мовчан, І. В. Мартиновський** 241
ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ БАТЕРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ
27. **І. М. Сисак, О. Й. Іваніга, С. В. Любка, Ю. І. Джуган** 242
РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕНЬ
28. **І. В. Белякова, І. М. Сисак, О. Т. Поважний** 243
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ВІТРОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В
ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ
29. **І. М. Сисак, Л. Т. Мовчан, С. Д. Корчинський** 244
РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ №2
30. **О. О. Вакуленко, Р. І. Іващук, Е. Ю. Карплюк** 246
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА
31. **Н. А. Куземко, О. О. Вакуленко, Р. М. Сігетій** 247
СУЧАСНЕ ЕКСТРУЗІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ КАБЕЛЬНО-
ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
32. **Н. А. Куземко, О. О. Вакуленко, І. Т. Гарматій** 248
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
ТА ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ
33. **А. М. Губіцький, М. С. Наконечний** 249
МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ З ІЗОЛЯЦІЄЮ ІЗ
ЗШИТОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ
34. **А. Лупенко, Д. Чаплій** 250
ЗНИЖУВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ
ІЗ МАГНІТНО-ЗВ'ЯЗАНИМИ ІНДУКТИВНОСТЯМИ
35. **В. С. Закордонець, О. Я. Копча** 253
СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ПОТУЖНИХ СВІТЛОДІОДНИХ
МАТРИЦЬ ТЕПЛОВИМИ ТРУБКАМИ
36. **І. В. Прокопчук, М. С. Наконечний** 254
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСА СИСТЕМИ
ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ
37. **Л. М. Костик, Ю. Ю. Каплан** 256
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ
УСТАНОВОК ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ
38. **О. Д. Куплений, Є. В. Тиш** 258
ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КЛАСИЧНОГО І ПОГОДОЗАЛЕЖНОГО
МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЮ ПРИМІЩЕННЯ
39. **О. Д. Куплений, Є.В. Тиш** 260
РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ У СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ
ВІДНОСНО ЗОВІШНЬОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

40.	Р. В. Смосяк, О. П. Заболотний, М. М. Щербій, Я. О. Філюк СВІТЛОДІОДНИЙ ДРАЙВЕР ІЗ ПІДВИЩЕНИМ ТЕРМІНОМ СЛУЖБИ	261
41.	А. М. Колівошко, Д. Ю. Соловко, Я. О. Філюк ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ	262
42.	О. М. Вілібніцький, Є. В. Тиш ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ОБЛАСТІ АДАПТИВНОГО КОНТРОЛЮ ОСВІТЛЕННЯМ	263
43.	І. М. Дулик, О. О. Іваніга, О. Я. Чайковський, Я. М. Осадца АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО СВІЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ	264
44.	І. І. Станчев, І. В. Ковалишин, Р. Б. Кріль, Я. М. Осадца ОСОБЛИВОСТІ СВІЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПАРКОВИХ АЛЕЙ	265
45.	В. П. Волоський, А. М. Паламар АНАЛІЗ МЕТОДІВ БАЛАНСУВАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ У СУЧАСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ	266
СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ		
1.	О. В. Адамішин, Г. В. Карпик ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ БУЛОЧКИ ЗІ ЗМІНЕНИМ СКЛАДОМ ЖИРІВ	267
2.	А. В. Чернега, Г. В. Карпик ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ВИКОРИСТАННЯ ГОРІХІВ ЯК КОМПОНЕНТУ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ	268
3.	В. В. Дорожко АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ СНЕКІВ	269
4.	А. С. Пахомова, В. С. Картель ВЕГЕТАРІАНСЬКІ ТА ВЕГАНСЬКІ ОПЦІЇ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА - РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ	271
5.	Д. Вітенько, Н. Зварич ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ В МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСАХ. АНАЛІЗ ПАРОГАЗОВОЇ ФАЗИ	273
6.	В. В. Мартинюк, О. Б. Столяр, Н. І. Хомик АКУМУЛЯТИВНА ЗДАТНІСТЬ ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВПЛИВУ	275
7.	Р. О. Баран КАВІТАЦІЙНІ ЯВИЩА	276
8.	Р. В. Паперняк, М. М. Шинкарик УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА МАСЛА У МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧАХ	277
9.	А. В. Корнійчук ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК	278
10.	А.-І. М. Голяд ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОДОВЕНЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СПИРТУ	279
11.	І. В. Прунько АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ НАПОВНЕННЯ ФАРШЕМ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ НАГНІТАЧАМИ	280

12. **М. А. Тримбашевський, Т. П. Друк** 281
АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА
13. **М. С. Маракін, Д. Р. Гавліч** 283
ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БОРОШНА В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА
14. **М. І. Шпікула** 284
ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ
ФРЕЗЕРУВАННЯ МОРОЗИВА
15. **Р. В. Береговий, Н. М. Кость, М. М. Череватий, О. І. Бакалець** 285
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКІВ МОЛОКА
16. **М. А. Стадницький, В. І. Кравець** 286
ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГОМОГЕНІЗАТОРА КЛАПАННОГО
ТИПУ
17. **Р. Г. Погайдак; В. І. Кравець; О. І. Кравець** 287
ЗМІНА РОЗМІРІВ ЧАСТОК КАЗЕЇНУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО СУШІННЯ В
УСТАНОВЦІ ІЗ ПСЕВДО ЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ
18. **С. І. Саварин, В. І. Саварин, Р. М. Варениця** 288
ПІДХОДИ ДО КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МАШИН
19. **А. В. Деркач** 289
ВИКОРИСТАННЯ НАДЛИШКОВОГО ТЕПЛА В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ
20. **В. О. Пастушенчин, Л. А. Сторож** 290
ВИКОРИСТАННЯ ТОПНАМБУРА В ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ
ВИРОБІВ
21. **М. Д. Кухтин, М. В. Кухтин** 291
МОНІТОРИНГ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ЗАМОРОЖЕНІЙ
РИБІ ІМПОРТОВАНОЇ В УКРАЇНУ
22. **Р. І. Журбик, К. Є. Дацишин** 292
РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТОНІЗУЮЧОГО МОЛОКОВМІСНОГО
ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ
23. **А. І. Журбик, К. Є. Дацишин** 293
ВПЛИВ РІЗНИХ РЕАГЕНТІВ НА ВИХІД МОЛОЧНО-РОСЛИННОГО
СИРУ ПРИ ТЕРМОКИСЛОТНОМУ СПОСОБІ ЙОГО ОТРИМАННЯ
24. **О. А. Цибіна, Л. А. Сторож** 294
ПАЖИТНИК ЯК СМАКО-АРОМАТИЧНА ДОБАВКА ДЛЯ РОЗСІЛЬНИХ
СИРІВ
25. **Є. І. Кучерявий, А-І. М. Голояд** 295
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОНОСІЯ В
ПІДГРІВАЧІ СОЛОДУ
26. **В. В. Корницький** 297
ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ
27. **Р. І. Мацєга, С. С. Наконечний, Н. М. Зварич** 299
СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ
28. **П. М. Чорний, Я. В. Фриз, Н. М. Зварич** 300
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
29. **А. Т. Лялик, Л. І. Божик** 301
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ У
ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ
30. **О. С. Покотило, Д. Я. Далєвська, В. М. Далєвський** 302
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЯЖАНКИ В
ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАЦІЇ

31. **П. Б. Криса, Х. Ю. Кравченко** 304
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ
УПАКОВАНОЇ ПІД ВАКУУМОМ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
КОНСЕРВІВ
32. **В. І. Гудь, І. Б. Роган, О. І. Вічко** 305
ЗАКВАСКИ З КИСЛОМОЛОЧНИМИ БАКТЕРІЯМИ ДЛЯ ЖИТНЬОГО
ХЛІБА
33. **Н. З. Когут, Р. О. Мультап, О. І. Вічко** 306
ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХЛІБА
34. **В. Р. Козловський** 307
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ХАРЧОВИХ
ДОБАВОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ У
ЖИРОВІСНИХ ПРОДУКТАХ

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **В. П. Гуменна** 308
ЗОВНІШНЄ САМОВИРАЖЕННЯ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ЕМОЦІЙНОГО
СТАНУ ЖІНКИ
2. **А. В. Радченко, К. Б. Швирло** 310
ОЦІНКА ВОЛАТИЛЬНОСТІ РИНКУ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ
ТОРГІВЛІ МАРКЕТ-МЕЙКИНГУ
3. **М. В. Дживак** 312
ПРОФЕСІЙНА САМОРЕАЛІЗАЦІЯ ЖІНКИ, ЯК АСПЕКТ
БЛАГОПОЛУЧЧЯ СІМ'Ї
4. **Н. Таванець, Павло Дудкін** 314
ПРОК'ЮРЕМЕНТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕХАНІЗМ РЕГУЛЮВАННЯ
ЗАКУПІВЕЛЬ
5. **Д. В. Кропива, І. Ю. Крамар** 315
ЕКСПОРТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
6. **В. В. Вишньовський, Л. В. Омельчук** 317
ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ САМОСВІДОМОСТІ ОСОБИСТОСТІ
СТУДЕНТІВ-ПСИХОЛОГІВ
7. **В. В. Вишньовський, М. З. Корінь** 319
ЕМОЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ЯК ЧИННИК
ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ
8. **В. В. Вишньовський, Л. В. Мальована** 321
ВПЛИВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРУДОВОГО
КОЛЕКТИВУ
9. **В. Рудак** 323
ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ГАЛУЗЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ
СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ
10. **В. В. Вишньовський, Т. В. Черній** 324
ФОРМУВАННЯ СВІДОМОГО БАТЬКІВСТВА ЯК ОСОБИСТІСНОЇ
СТРАТЕГІЇ В ЮНАЦЬКОМУ ВІЦІ
11. **І. І. Стойко, А. В. Поливода** 326
МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА СПОСОБИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

12.	Н. М. Шведа, А. В. Поливода БІЗНЕС-МОДЕЛЬ LEAN CANVAS	328
13.	І. Пихальська, І. Періг ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТАВЛЕННЯ ЛЮДЕЙ ДО ГРОШЕЙ	330
14.	Т. І. Гудзь ВПЛИВ БУЛІНГУ НА РОЗВИТОК Я-КОНЦЕПЦІЇ ПІДЛІТКІВ	332
15.	С.-З. Ю. Хома, А. В. Семак, Г. В. Козбур LIQUIDITY POOL ЯК ЗАМІНА ЗВИЧНИХ РИНКІВ ДЛЯ ТОРГІВЛІ ВАЛЮТАМИ	334
16.	А. В. Семак, С.-З. Ю. Хома, Г. В. Козбур ВИКОРИСТАННЯ СМАРТ-КОНТРАКТІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГОЛОСУВАННЯ НА ВИБОРАХ	336
17.	О. О. Гарматюк, В. М. Карп ЛЮДСЬКИЙ РЕСУРС: НОВІТНІСТЬ У СУЧАСНИХ ПІДХОДАХ	338
18.	М. І. Замрій, Т. Ландяк, Л. М. Мельник ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА.	340
19.	О. Б. Потіха, А. В. Лубкович ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДОКУМЕНТ-КАМЕРИ	342
20.	Н. З. Лубкович, Ю. Ю. Дудун ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	344
21.	М. С. Рудик, А. О. Хоркава НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПРОТИДІЇ ВОРОГУ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ	346
22.	Г. Б. Машлій, О. Б. Мосій, В. Депутат РОЗВИТОК ОРГАНІЗАЦІЙ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ СЕРЕДОВИЩА	348

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

1.	Н. А. Шевченко, Г. В. Шимчук ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ БАГАТОКОЛІЙНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ МЕРЕЖЕВОЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ VRF	349
2.	Н. А. Шевченко, Г. В. Шимчук ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАРШРУТИЗАЦІЇ З БАГАТЬМА МАРШРУТАМИ (EQUAL-COST MULTI-PATH)	351
3.	І. Осійчук, М. Фриз ДІАГНОСТУВАННЯ ТРЕМОРИ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОГО ПЛАНШЕТУ	353
4.	С. О. Мацюк ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ РОЗУМНИХ МІСТ	355
5.	С. О. Мацюк ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ АРХІТЕКТУРИ РОЗУМНОГО МІСТА	357
6.	О. С. Томашук УНІКАЛЬНІСТЬ МОДЕЛІ ШТУЧНОЇ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ	358

7. **М. І. Зайченко, К.Б. Швирло** 360
ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТОМ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЛАНУВАННЯ ЧАСУ ТА
УПРАВЛІННЯ ЗАДАЧАМИ
8. **А. І. Маліновський, В. Р. Медвідь** 362
РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРА: ОСОБЛИВОСТІ ТА
АСПЕКТИ
9. **О. О. Базиль, О. А. Шовкопляс** 364
ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ ІНТЕРНЕТ-ДЖЕРЕЛ
10. **А. В. Сербенюк, О. С. Куроп'ятник** 365
ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ
З ВИКОРИСТАННЯМ ФОРМАЛЬНИХ ГРАМАТИК
11. **Ю. Б. Апостол, П. І. Довгань, А. Т. Яворський, Р. Б. Трембач** 367
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕЗЕРВУАРНИМИ
ПАРКАМИ
12. **І. І. Бородій** 368
ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ
ФОРМУВАННЯ АГРЕГОВАНИХ НАДВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ
13. **Л. В. Волинець, Н. А. Гарматюк, В. А. Готович** 370
ВЕЛИКІ ЗА ОБСЯГОМ НАБОРИ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ ТА
МАШИННЕ НАВЧАННЯ
14. **Р. П. Вархоляк** 372
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ
КОНТРОЛЮ ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ
15. **І. Р. Ралік** 373
ВИМОГИ ДО CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ НА
ПІДПРИЄМСТВАХ
16. **В. В. Никитюк, М. В. Галюк, М. В. Тененський** 374
АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ І
МОНОЛІТНОЇ АРХІТЕКТУР
17. **О. Войцьо** 376
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ
ВЕДЕННЯ ОБЛІКУ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ НА
ПІДПРИЄМСТВІ SEVN-UA
18. **І. Осійчук, М. Фриз** 378
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНШЕТУ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРЕМОРУ
19. **П. С. Панчишин, М. І. Паламар** 380
ОБРОБКА ДАНИХ ПІСЛЯ СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ LIDAR
СИСТЕМОЮ ТА МОЖЛИВОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
20. **М. А. Беляков, к.т.н., доц. В. Б. Савків, В. І. Гетманюк** 382
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ПРОСТЕЖЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ
ПРОДУКЦІЇ
21. **В. С. Морохович, М. І. Хом'як** 383
ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВА РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ
КЛАСИФІКАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ НАБОРУ ДАНИХ ПАСАЖИРІВ
«ТИТАНІК»

22. **В. І. Козак; В. А. Готович** 385
ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ
КОРИСТУВАЧА В ІНФОРМАЦІЙНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ
АНАЛІТИЧНИХ ПАНЕЛЯХ
23. **В. В. Никитюк, А. В. Орловська, А. К. Карнаухов, В. К. Крилов** 387
АНАЛІЗ БІОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ СИЛУЕТА КОРИСТУВАЧІВ
24. **М. О. Слободян** 389
КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ НА ОСНОВІ ПУЛЬСОКСИМЕТРІЇ
25. **О. Р. Оробчук, І. М. Кивацький** 391
АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА ВРАЗЛИВОСТЕЙ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ
РОЗУМНИМ БУДИНКОМ
26. **О. В. Палка** 392
ОГЛЯД КРІ РОЗУМНОГО МІСТА
27. **Т. А. Липак** 393
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В
ЦИФРОВОМУ ЗБЕРЕЖЕННІ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ
28. **Т. О. Крамар, О. М. Дуда** 395
МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ РЕАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЦИФРОВОМУ
СЕРЕДОВИЩІ
29. **М. О. Стрембіцький, О. І. Стрембіцька, І. І. Олійник, В. В. Батюк,
В. М. Слободян** 397
АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВУЗЛАМИ
СТОМАТОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ
30. **В. Семенюк, В. Сенківський, В. Чичук, Б. Хоміцький, О. Кучма** 399
ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТІВ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ В СУЧАСНИХ
ПРОЄКТАХ З РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
31. **А. Вивюрка, Л. Мариненко, О. Нога, Б. Хоміцький, Т. Ланевич** 402
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ SI/SD В ГНУЧКИХ
ТЕХНОЛОГІЯХ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
32. **Д. С. Матюк, М. В. Деркач** 404
ОЦІНКА СПЕКТРАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОТУЖНОСТІ ЕЕГ СИГНАЛУ
33. **М. В. Онай, А. І. Северін** 406
КОМПЛЕКСНИЙ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ
ПРИВАТНОСТІ В МАШИННОМУ НАВЧАННІ
34. **А. С. Хом'як** 408
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ У
СЛУЖБАХ ЧАТ-БОТІВ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ ЧЕРГИ ЗАПИТІВ ДЛЯ
РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ
35. **Ю. Ю. Дзюбак, Ю. З. Лещишин** 410
ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ УСПІШНОСТІ ТА
ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ ПІД ПОТРЕБИ
ОКРЕМОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
36. **Ю. Ю. Дзюбак, Ю. З. Лещишин** 411
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА «CLASSBOOK» ДЛЯ ОБЛІКУ
УСПІШНОСТІ ТА ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ
37. **В. І. Ковальчук** 413
ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В МЕДИЧНІЙ СФЕРІ

38. **Т. Крамар** 415
ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ АВТОМАТИЧНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПУНКТІВ
НЕЗЛАМНОСТІ ПІД ЧАС ВІДКЛЮЧЕНЬ У ЗИМІ 2023 В
ПРИФРОНТОВИХ ЗОНАХ УКРАЇНИ
39. **Б. Б. Млинко, О. П. Стефанюк** 417
АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ РУШІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ
ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ
40. **Н. М. Коцюк, В. Д. Тимошук, Ю. О. Момоток, Н. С. Луцик** 419
СИСТЕМА РЕЗЕРВУВАННЯ ТРАФІКУ НА ОСНОВІ МІКРОТІК
41. **В. В. Васишин, В. Д. Тимошук, Н. Ю. Кітчак, Н. С. Луцик** 420
АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ЗАСТОСУВАННЯ
МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ATTINY85, ATMEGA8, RP2040
42. **А. М. Ковтко, Н. В. Лещук, І. Р. Козбур, І. В. Коноваленко** 421
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ
43. **О. Ю. Загора, А. В. Немеришин, І. Р. Козбур, О. Р. Дмитрів** 423
АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО
УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛІВ МНОЖИННОГО
ДОСТУПУ
44. **М. В. Дрогобицький, Н. С. Луцик, А. М. Паламар** 425
КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ
РІВНЯ ШУМУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
45. **І. В. Лилик, А. М. Паламар** 426
КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ
ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
46. **А. М. Паламар, Д. С. Сомін, В. П. Волоський** 427
КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ
ЗА РІВНЕМ НАСИЧЕННЯ КИСНЕМ КРОВІ ЛЮДИНИ
47. **М. В. Криховецький** 428
МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ДРОНІВ НА БАЗІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
48. **Д. І. Муштин** 431
МОБІЛЬНА МЕТЕОСТАНЦІЯ ДЛЯ ОБПРИСКУВАЧА
49. **Л. Є. Мосій, І. В. Струтинська, Г. В. Козбур** 432
РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
У ЦИФРОВІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ.
50. **О. Є. Подвисоцький; Н. Б. Стадник** 435
МЕТОДИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В РОЗУМНОМУ
БУДИНКУ
51. **А. М. Паламар, Р. О. Романчук** 436
КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ
ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПИЛОМ
52. **Є. В. Тиш, Р. І. Шалапай** 437
ТИПИ ВИМОГ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕТОДИ ЇХ
ВИЯВЛЕННЯ
53. **А. М. Луцків, С. В. Макогон** 438
НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕКСТОВИХ
ПОВІДОМЛЕНЬ В АУДИОПОТІК
54. **В. В. Яцишин канд. І. М. Кучма** 439
ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЙ ЯК СПОСІБ ЕФЕКТИВНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

55. **В. В. Яцишин, О. О. Горбач** 440
ПРОЦЕСИ РОЗРОБКИ ТА МОДЕЛІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ
56. **А. М. Луцків, Ю. Б. Мельничук** 441
ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН АУКЦІОНІВ З ІНТЕГРАЦІЄЮ
ЕЛЕМЕНТІВ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРІЇ ІГОР
57. **Т. А. Озарків, Р. О. Жаровський** 442
ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ПРОТОКОЛУ EIGRP В УМОВАХ ВЕЛИКИХ
МЕРЕЖ ЗІ СКЛАДНОЮ ТОПОЛОГІЄЮ
58. **М. Р. Лещук, Б. М. Зозуляк, В. М. Кравчук, Р. І. Королюк** 443
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НАТЯГУ ПРИ
ПРОКАТУВАННІ АЛЮМІНІЮ
59. **Ю. І. Микитів, І. Я. Харів, М. Б. Горват, Р. З. Золотий** 445
АНАЛІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
КОМФОРТУ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ
60. **М. С. Дзюмак, С. З. Кульчицький, І. М. Поливаний, О.С. Голотенко** 447
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТУ НА ОСНОВІ
ІНТЕРВАЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ
61. **А. О. Мацюк, В. В. Дрогомирецький, Ю. О. Зеленко, А. А. Станько** 448
РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПАКУВАННЯ
КОНСЕРВНИХ ВИРОБІВ
62. **Т. В. Чомко, В. В. Панчук, В. П. Пинило, В. В. Карташов** 450
РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ В РЕЖИМІ
РЕАЛЬНОГО ЧАСУ КЕРУВАННЯ ПІДЙОМНИМ МЕХАНІЗМОМ
63. **А. М. Луцків, А. Я. Островський** 452
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКИХ
МОВНИХ МОДЕЛЕЙ
64. **Н. М. Ковтун, Р. О. Жаровський** 453
АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПРОТИДІЇ ВТОРГНЕННЯМ І АТАКАМ НА
КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ
65. **А. М. Луцків, В. В. Гладій** 455
ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ
РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ
66. **Д. Р. Карабан, Р. О. Жаровський** 456
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНОНІМНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ
ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ
67. **А. В. Ремез, Й. Р. Кравець, І. В. Карп, Д. П. Стухляк** 457
ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНІВНОГО НАПРУЖЕННЯ ПРИ ЗГІНАННІ
НАПОВНЕНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТИВ
68. **Р. О. Іванов, Е. С. Рожко, А. В. Антонишин, І. В. Чихіра** 459
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДСЬКОГО
УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ ПЛК
69. **В. В. Яцишин, О. В.Пасіка, С. О. Куліков** 461
КОНЦЕПТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ ПРИВАТНИМИ РЕСТОРАНАМИ

70. **О. П. Ясній, І. В. Крисюк** 462
ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА НАДІЙНІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ В
ПРОЦЕСІ ЇХ РОЗРОБКИ
71. **О. П. Ясній, М. М. Галас** 463
АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ ДОСТУПНІСТЮ ПАРКОМІСЦЬ
72. **В. В. Яцишин, Ю. О. Рапацький, Вік. В. Яцишин** 464
МЕТОДОЛОГІЯ QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT У ПРОЦЕСІ
ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗРОБКИ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ
СИСТЕМ
73. **С. А. Жураковський, В. Ю. Олійник, В. Р. Ковалишин** 465
ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ
МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ ІНДУСТРІЇ 5.0
74. **В. Р. Ковалишин, С. В. Марценко** 466
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 5G В
УКРАЇНІ
75. **І. Р. Плавуцька, Сас Д. В.** 467
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІННОВАЦІЇ
У СФЕРІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
76. **І. Р. Плавуцька, Я. Р. Гриневич** 469
РОБОТИЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА
77. **В. Б. Сендецький, М. Ю. Степанюк, В. С. Форгель, І. Ю. Дедів** 471
ЗАДАЧА ПРОЕКТУВАННЯ АНТЕН ДЛЯ СИСЕМ СУПУТНИКОВОГО
ЗВ'ЯЗКУ
78. **І. М. Недошитко, М. В. Багрій, Я. В. Мельник, І. Ю. Дедів** 472
ЗАХИСТ ВІД КОМБІНОВАНИХ ЗАВАД ДЛЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ
СИСТЕМ
79. **О. А. Дедів, Я. В. Липницький, Л. Є. Дедів, В. Г. Дозорський, О. Ф. Дозорська** 473
ЗАДАЧА СИНХРОНІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУРИ СВІЛОТЕРАПІЇ ІЗ
РОБОТОЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ
80. **Б. В. Галенда, М. М. Кузнєцов, Л. Є. Дедів** 474
ЗАДАЧА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ З
ВІДКРИТИМ КАНАЛОМ
81. **А. І. Маняк, І. Ю. Дедів** 475
СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ СУПУТНИКОВОГО
ЗВ'ЯЗКУ
82. **В. М. Фаберський** 477
ПСИХОЛОГІЧНИЙ СУПРОВІД ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
ПРИКОРДОННИКІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ
83. **Р. В. Турчиняк; Н. Б. Стадник, к.т.н.** 479
ВИКОРИСТАННЯ PRA ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ
ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

*Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 6-7 грудня 2023 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)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Збірник
тез доповідей**

**XII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
6-7 грудня 2023 року**

ISBN 978-617-7875-71-9

Підписано до друку 14.12.2023. Формат 60×90, 1/16.
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Умовно-друк. арк. 33. Наклад – 100 прим.
Замовлення № 14122023

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.