

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національна академія наук України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)

Західний науковий центр НАН України

Університет імені П'єра і Марії Кюрі Сорбона Париж (Франція)

Вища школа промислової фізики і хімії міста Париж (Франція)

Технічний університет у Кошице (Словаччина)

Вільнюський технічний університет ім. Гедімінаса (Литва)

Шяуляйська державна колегія (Литва)

Жешувський політехнічний університет ім. Лукачевича (Польща)

Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)

Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Наукове товариство імені Шевченка

Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер Тернопілля»

Асоціація випускників ТНТУ

**Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції
ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

до 60 річчя з дня заснування

Тернопільського національного технічного університету

імені Івана Пулюя

та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя

14–15 травня 2020 року



**Тернопіль
2020**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови

Ясній П.В. Україна
Назарчук З.Т. Україна

Члени програмного комітету

Андрейків О.Є. Україна
Андрійчук В.А. Україна
Андрушків Б.М. Україна
Богданович А. Республіка Білорусь
Брезінова Ж. Словаччина
Вітенько Т.М. Україна
Гевко І.Б. Україна
Дмитрах І.М. Україна
Кушнір Р. М. Україна
Лапуста Ю. Франція
Ловейкін В.С. Україна
Луців І.В. Україна
Ляш О.Л. Україна

Майстренко А.Я. Україна
Марущак П.О. Україна
Мену А. Марокко
Никифорчин Г.М. Україна
Окіпний І.Б. Україна
Паламар М.І. Україна
Панухник О.В. Україна
Петрик М.Р. Україна
Пилипець М.І. Україна
Підгурський М.І. Україна
Позняков В.Д. Україна
Покотило О.С. Україна
Прентковскіс О. Литва

Приймак М.В. Україна
Рогатинський Р.М. Україна
Стахович Ф. Польща
Стухляк П.Д. Україна
Тот Л. Угорщина
Фресар Ж. Франція
Харченко В.В. Україна
Шяджювене Н. Литва
Юкало В. Г. Україна
Яворський Б.І. Україна
Яковелло Ф. Італія
Ясній О.П. Україна

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Рогатинський Р.М., Шерстюк Р.П., Лещук Р.Я., Баран І.О., Ціх Г.В., Яськів В.І., Марущак П.О., Окіпний І.Б., Дзюра В.О., Рокіцький О.М., Лазарюк В.В., Дудар О.В., Золотий Р.З.

Голова організаційного комітету
Науковий секретар

Рогатинський Роман Михайлович
Золотий Роман Захарійович

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,
моб. 0685155028
E-mail: ictntu60@gmail.com

Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали
Ф 94 Міжнародної науково-технічної конференції до 60 річчя з дня заснування
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175 річчя
з дня народження Івана Пулюя, (Тернопіль, 14–15 травня 2020 року) / Науковий
секретар : Золотий Р.З. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2020. – 288 с.

ISBN 978-966-305-093-5

НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- *фізико-технічні основи розвитку нових технологій;*
- *нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій;*
- *сучасні технології в машино- та приладобудуванні;*
- *моделювання в наукоємних технологіях;*
- *комп'ютерно-інформаційні техно-логії та системи зв'язку;*
- *електротехніка та енерго-збереження;*
- *фундаментальні проблеми харчових біо- та нанотехнологій;*
- *економічні та соціальні аспекти нових технологій;*
- *науковий та світоглядний розвиток спадщини Івана Пулюя*

Роботи друкуються в авторській редакції. Видавець не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

ISBN 978-966-305-106-2

© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2020

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
National Academy of Sciences of Ukraine
Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)
Western Scientific Center of the National Academy of Sciences of Ukraine
Pierre and Marie Curie University, Sorbonne University (France)
ESPCI Paris (France)
Technical University of Kosice (Slovakia)
Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)
Šiauliai State College (Lithuania)
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza (Poland)
Belarusian State Technological University (Republic of Belarus)
Mohammed VI International Academy of Civil Aviation (Morocco)
National University of Bioresources and Natural Resources Use of Ukraine
Shevchenko Scientific Society
Scientific Park “Innovation-Investment Cluster Ternopil”
Alumni Association of TNTU

International scientific and technical conference
“FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS
OF MODERN TECHNOLOGIES”

to the 60th anniversary of the foundation of the
Ternopil Ivan Puluj National Technical University
and 175th anniversary of the birth of Ivan Puluj

May 14-15, 2020



Ternopil
2020

PROGRAM COMMITTEE

Co-chairs

Yasniy P.V. Ukraine
Nazarchuk Z.T. Ukraine

Members of Program Committee

Andreikiv O.Ie.	Ukraine	Panukhnyk O.V.	Ukraine
Andriichuk V.A.	Ukraine	Petryk M.R.	Ukraine
Andrushkiv B.M.	Ukraine	Pylypets M.I.	Ukraine
Bohdanovych A.	Republic of Belarus	Pidhurskyi M.I.	Ukraine
Brezinova Zh.	Slovakia	Pozniakov V.D.	Ukraine
Vitenko T.M.	Ukraine	Pokotylo O.S.	Ukraine
Hevko B.M.	Ukraine	Prentkovskis O.	Lithuania
Dmytrakh I.M.	Ukraine	Pryimak M.V.	Ukraine
Kushnir R. M.	Ukraine	Rohatynskyi R.M.	Ukraine
Lapusta Yu.	France	Stakhovych F.	Poland
Loveikin V.S.	Ukraine	Stukhlyak P.D.	Ukraine
Lutsiv I.V.	Ukraine	Tot L.	Hungary
Lyashuk O.L.	Ukraine	Fresar Zh.	France
Maistrenko A .Ia.	Ukraine	Kharchenko V.V.	Ukraine
Marushchak P.O.	Ukraine	Shiadzhiuvene N.	Lithuania
Menou A.	Morocco	Yukalo V.H.	Ukraine
Nykyforchyn H.M.	Ukraine	Yavorskyi B.I.	Ukraine
Okipnyi I.B.	Ukraine	Yakovello F.	Italy
Palamar M.I.	Ukraine	Yasniy O.P.	Ukraine

Φ 94 Fundamental and applied problems of modern technologies. book of abstracts of the International scientific and technical conference (Ternopil, 14–15 of May 2020) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil : Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2020. – 288 c.

ISBN 978-966-305-106-2

CONFERENCE PROGRAM OVERVIEW

- *physical and technical bases of the new technologies development;*
- *new materials, strength and durability of structural elements;*
- *modern technologies in machine and instrumentation;*
- *computer-information technologies and communication systems;*
- *electrical engineering and energy preservation;*
- *fundamental problems of food bio- and nanotechnologies;*
- *economic and social aspects of new technologies;*
- *scientific and ideological development of the heritage of Ivan Puluj.*

Authors are entirely responsible for the Content of their contributions.

Секція: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Голови: д-р. фіз-мат. наук, проф. В.А. Кривень

Вчений секретар: канд. техн. наук, О.А. Сіткар

УДК 615.8

Д.В. Вакуленко, д-р. біол. наук, проф., О.В. Гевко, канд. мед. наук, доц.,

Л.О. Вакуленко канд. мед. наук., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЗМІНИ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АРТЕРІАЛЬНИХ ОСЦИЛОГРАМ ПІД
ВПЛИВОМ ПРИРОДНИХ ЗВУКІВ**

**D. Vakulenko, Dr., Prof., O. Hevko, Ph.D., Assoc Prof., L. Vakulenko Ph.D., Assoc Prof.
CHANGES IN THE TEMPORAL CHARACTERISTICS OF ARTERIAL
WAVEFORMS UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL SOUNDS**

Безперервні стресові ситуації приводять до дисбалансу між симпатичними і парасимпатичними відділами вегетативної нервової системи. Різні психологічні методи впливу націлені на урегулювання даного процесу. Особливої уваги заслуговує лікувальний вплив за допомогою природних звуків. На сьогоднішній день у науковому світі регулярно з'являються публікації про сприятливий вплив звуків дзюрчання води, щебету птахів на працездатність та настрій.

Метою нашої роботи було вивчити вплив відеокomпозиції «Вода» на функціональний стан людини за оцінкою показників часового аналізу артеріальної осцилограми [1]. Враховували здатність серцево-судинної системи адаптуватись до компресії судин плеча при вимірюванні артеріального тиску у стані спокою [2], та оцінювали аналогічні показники після п'ятихвилинного перегляду відеокomпозиції дзюрчання струмка (природних звуків води). Часовий аналіз осцилограм проводили за загальноприйнятими методами для оцінки варіабельності серцевого ритму. При цьому виявили достовірні зміни АМо, IN та IVR під впливом композиції «Води». Зокрема, показник АМо залишаючись без змін за позитивними екстремумами, знизився за негативними екстремумами; IN-pos та IVR-pos достовірно підвищилися, в той час як IN-neg та IVR-neg повели себе діаметрально протилежно – знизились. Неоднозначно прореагували BP-pos та BP-neg: перший – достовірно зменшився, тоді як другий - зріс. При цьому, показник RMSSD після перегляду відео достовірно знизився.

Отже, після впливу природних звуків води, спостерігали пригнічення симпатичної нервової системи, що відображено в достовірному зменшенні показників: АМо-neg, IN-neg, IVR-neg. В той же час збільшення BP-neg свідчило про активацію парасимпатичної ланки нервової системи. Проаналізовані дані свідчать про сприятливий вплив відеокomпозиції «Вода», яка може бути використана в якості психомодельюючого чинника для відновлення гомеостазу вегетативної нервової системи.

Література

1. Вакуленко Д. В. Інформаційна система морфологічного, часового, частотного та кореляційного аналізу артеріальних осцилограм у фізичній реабілітації: монографія / Д. В. Вакуленко. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. – 212 с
2. Dmytro Viktorovych Vakulenko, Vasyl Petrovych Martseniuk, Liudmyla Oleksiivna Vakulenko, Petro Romanovych Selskyu, Oksana V. Kutakova, Olena V. Gevko, Taras B. Kadobnyj. Cardiovascular system adaptability to exercise according to morphological, temporal, spectral and correlation analysis of oscillograms Family Medicine 2019; Vol. 21(3) P. 253-263.

УДК: 537.8 (07) (043)

В.І. Кульчицький, канд. пед. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФОРМУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ У СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ АТОМА ВОДНЮ У КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ

V. Kulchytskyi, Ph.D., Assoc. Prof.

FORMATION OF BASIC FUNDAMENTAL NOTIONS IN THE PROCESS OF THE HYDROGEN ATOM STUDY IN QUANTUM MECHANICS.

Енергетичні рівні атома водню, згідно теорії Бора, знаходять на основі правил квантування координат та імпульсу електрона, які приводять до того, що для можливих значень енергії отримується вираз:

$$E = -\frac{m_e e^4 Z^2}{2\hbar^2 n^2}, \quad (1)$$

де $\frac{m_e e^4}{2\hbar^3} = R$ - стала Рідберга, \hbar - стала Планка, m_e - маса електрона, e - заряд електрона,

Z - порядковий номер атома, $n = 1, 2, 3, \dots$ - головне квантове число [2, с. 59-61]. З точки зору квантової механіки розглянемо систему, що складається з нерухомого ядра із зарядом $Z|e|$ (Z – ціле число) і електрона, що рухається навколо нього. При $Z > 1$ така система - водневоподібний іон; при $Z = 1$ вона являє собою атом водню.

Потенціальна енергія електрона у полі ядра дорівнює:

$$U = -\frac{e^2 Z}{r}, \quad (2)$$

де r - відстань електрона від ядра. Рівняння Шредінгера матиме вигляд:

$$\Delta\psi + \frac{2m_e}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2 Z}{r} \right) \psi = 0. \quad (3)$$

Підставимо у рівняння Шредінгера вираз оператора Лапласа у сферичних координатах, отримаємо [2, с. 93; 1, с. 326-330]:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial \psi}{\partial \vartheta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \vartheta} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} + \frac{2m_e}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2 Z}{r} \right) \psi = 0. \quad (4)$$

Рівняння (4) розв'язуємо шляхом розділення змінних. Введемо $\psi(r, \vartheta, \varphi) = R(r) \cdot Y(\vartheta, \varphi)$ та підставимо це значення у (4), поділимо отриманий результат на добуток $R(r) \cdot Y(\vartheta, \varphi)$ та помножимо його на r^2 [2, с. 97-99]:

Оскільки одна частина цього рівняння залежить тільки від r , а інша - тільки від ϑ, φ то їх сума може дорівнювати нулю тільки тоді, коли обидві частини дорівнюють одній і тій самій сталій величині λ , взятій з протилежним знаком:

$$\frac{1}{R} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{2m_e r^2}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2 Z}{r} \right) = \lambda, \quad (5)$$

$$\frac{1}{Y \sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial Y}{\partial \vartheta} \right) + \frac{1}{Y \sin^2 \vartheta} \frac{\partial^2 Y}{\partial \varphi^2} = -\lambda. \quad (6)$$

Рівняння (5) та (6) мають скінченні, однозначні і неперервні розв'язки при визначених значеннях параметрів E та λ .

Рівняння (6) розв'язується з допомогою сферичних функцій l -го порядку $Y_m(\vartheta, \varphi)$ при умові, що

$$\lambda = l(l+1), \text{ де } l = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

Існує $2l+1$ різних сферичних функцій l -го порядку, лінійно незалежних одна від одної, тому у виразі для $Y_m(\vartheta, \varphi)$ індекс m приймає $2l+1$ наступних значень:

$$m = l, l-1, l-2, \dots, 0, \dots, -(l-2), -(l-1), -l. \quad (8)$$

Рівняння (5) при $\lambda = l(l+1)$, приймає вигляд:

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{2m_e r^2}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2 Z}{r} - \frac{l(l+1)\hbar^2}{2m_e r^2} \right) R = 0. \quad (5a)$$

При $E < 0$ останнє рівняння має скінченні розв'язки при $r \rightarrow \infty$ тільки тоді, коли E приймає значення:

$$E_n = - \frac{m_e e^4 Z^2}{2\hbar^2 (n' + l + 1)^2}, \quad (9)$$

де n' - ціле число, а отже, $n' + l + 1$ є також ціле число n , що співпадає з (1), отриманим у теорії Бора [2, с. 60, 93; 1, с. 330]. Випадок $E > 0$ відповідає електрону, що пролітає поблизу ядра і віддаляється на нескінченність, а випадок $E < 0$ відповідає електрону, зв'язаному з ядром.

Отже, із рівняння Шредінгера випливає, що атом водню та подібні до нього іони можуть знаходитися лише у ряді дискретних енергетичних станів із значеннями енергії, які виражаються формулою (1). Кожен такий стаціонарний стан характеризується трьома цілими числами n' , l , та m , причому енергія залежить тільки від $n' + l$ та не залежить від m . Оскільки $n' \geq 0$, то $n \geq l + 1$ і отже, l при даному n може приймати значення $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$.

Ймовірність знаходження електрона в елементі об'єму $dV = r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi = r^2 dr d\Omega$ визначається виразом $dP_{r,\vartheta,\varphi} = R_{nl}^2 r^2 dr Y_{lm}^* Y_{lm} d\Omega$.

Взявши інтеграл від цього виразу по повному тілесному куту 4π , знайдемо імовірність dP_r того, що електрон знаходиться у кульовому шарі радіусом r товщиною dr : $dP_r = R_{nl}^2 r^2 dr$, а вираз $R_{nl}^2 r^2$ є густина ймовірності знаходження електрона на відстані r від ядра [2, с. 98; 1, с. 331-336]:

$$\psi \psi^* dV = R R^* r^2 \cdot Y Y^* \sin^2 \vartheta \cdot dr \cdot d\vartheta \cdot d\varphi. \quad (10)$$

Застосування запропонованого підходу із детальним аналізом фізичної природи хвильової функції для водневоподібних атомів сприяє не лише формуванню фундаментальних фізичних понять **електромагнітне поле**, **електромагнітна взаємодія** та **спін електрона** у відповідності до їх розуміння у сучасній фізичній науці, але й створює передумови для якісного засвоєння студентами технічних спеціальностей вузів змісту цих понять. Завдяки запропонованому підходу виникають перспективи подальших досліджень та розробки для студентів технічних спеціальностей вузів методики вивчення фізики твердого тіла на основі фундаментальних фізичних понять та принципів.

Література

1. Вихман Э. Квантовая физика Серия «Берклеевский курс физики»: [учеб. руководство; пер. с англ.] / Под ред. А.И. Шальникова, А.О. Вайсенберга. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – Т.4. – 392 с., ил.
2. Савельев И. В. Курс общей физики: [учеб. пособие. В 3 – х т.] / И. В. Савельев. – [3 – е изд., испр.]. – М.: Наука, 1987. – Т.3. – 320 с.

УДК 539.12.04; 621.373.826

**В.С. Мочарський, канд. техн. наук, Б.П. Ковалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц,
А.П. Сорочак, канд. техн. наук, доц., П.О. Марущак, д-р. техн. наук, проф.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна**

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МІКРОМЕТЕОРИТІВ НА ПОВЕРХНІ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**V. Mocharskyi, Ph.D., B. Kovalyuk, Ph.D., Assoc.Prof., A. Sorochak, Ph.D., Assoc.Prof.,
P. Maruschak, Dr., Prof.**

MODELLING OF MICROMETEORITES IMPACT ON SPACECRAFTS SURFACES USING LASER TECHNOLOGIES

Зважаючи на велику кількість космічного сміття на орбіті нашої планети, актуальним є дослідження матеріалів, які застосовуються в космічній промисловості, після впливу мікрометеоритів техногенного походження на їх поверхні. Це дозволяє знизити ризики поломки космічних апаратів після зіткнення з космічним сміттям, а також захистити життя і здоров'я астронавтів.

Окремим напрямком таких видів дослідження є моделювання впливу мікрометеоритів на поверхні космічних апаратів з використанням лазерних технологій. Лазерні технології володіють рядом переваг в порівнянні з іншими технологіями (наприклад, вибухами): технологічність, точність, легкість у відтворенні, безпечність.

В нашій роботі, на основі приладу для лазерного ударно-плазмового прискорення дрібнодисперсних матеріалів [1], було розроблену методику для моделювання впливу мікрометеоритів на поверхню матеріалів космічних апаратів. Дана методика дозволяє прискорювати мікрочастинки до швидкостей ≤ 10 км/с.

Для експериментів в якості мішеней було вибрано матеріали на основі титану, алюмінію та кварцового скла, а в якості мікрометеоритів – лускоподібні частинки титанових і алюмінієвих матеріалів. В якості джерела лазерного випромінювання використовувався лазер ГОС-1001, який працював в режимі модульованої добротності. Густина потоку випромінювала становила $5 \times 10^8 - 10^9$ Вт/см².

Поверхні мішеней до та після бомбардування було досліджено за допомогою растрового електронного мікроскопу РЕМ-106И. Комп'ютерний аналіз отриманих зображень дозволив встановити закономірності пошкоджень на поверхнях мішеней.

Література

1. Пат. 86399 Україна, МПК С23С 24/00. Пристрій для лазерного ударно-плазмового прискорення дрібнодисперсних матеріалів / В.С. Мочарський, Ю.М. Нікіфоров, Б.П. Ковалюк. – №u201308851; заявл. 15.07.2013; опубл. 25.12.2013, Бюл. №24. – 4 с

УДК 378.1

Ю. Скоренький, канд. фіз.-мат. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ LMS ATUTOR ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Yu. Skorenkyu, Ph.D., Assoc. Prof.

ON THE EFFECTIVENESS OF STUDENT ASSESSMENT WITH USE OF LMS ATUTOR

Одним із завдань курсу фізики є навчання методам розв'язування практичних задач. Оскільки це вміння характеризує набуття важливої компетенції, контроль успішності студентів з фізики (та багатьох інших фундаментальних дисциплін) повинен передбачати розв'язування кількох задач різного рівня складності. З фізики цей контроль є тріступеневим: 1) за результатами розв'язування задач на практичних заняттях, 2) як компонент модульного контролю, 3) як екзаменаційна задача. З них, контроль, який проводиться на практичних заняттях та доповнюється на консультаціях, є корегуючим і передбачає інтенсивне спілкування студента і викладача, обговорення ходу розв'язування задачі, доповнення і виправлення формул та розрахунків. Ці операції неможливо і недоцільно замінити на автоматизований тестовий контроль.

LMS Atutor, як і інші поширені навчальні середовища (Moodle, Google Class, ...), не має вбудованих інструментів для написання чи конструювання формул студентами (написання на полі екрану з використанням мишки чи тачпаду не є зручним ані для студента, ані для викладача). Найбільш зручним та сумісним з стандартними методиками є ведення записів у зошиті з їх подальшим фотографуванням та надсиланням у спеціально створену викладачем скриньку для завдань. Практика використання скриньок для завдань для оцінювання розв'язування студентами задач показала, що далеко не всі студенти готові використовувати скриньки для завдань а ті, які використовують – надсилають фотографії різних форматів (наприклад HEIC, зроблені в iOS, для якого ATutor чи стандартні переглядачі не мають засобів відображення), різного об'єму та орієнтації, різної, часто незадовільної, якості. Оскільки якість визначається характеристиками фотокамери, значна частина студентів через причини соціального характеру не зможе забезпечити виконання вимог до високої якості знімків. Це також обмежує можливості автентифікації студента за його зображенням, в ручному (викладачем) чи автоматичному режимі.

Доцільно розглянути варіанти доповнення функціоналу LMS Atutor можливістю запису (фрагменту) дистанційного екзамену чи контролю; можливістю використовувати графічні інструменти анотування в режимі демонстрації екрану або можливістю качувати презентації не лише з локального комп'ютера, а також (зі скриньки) середовища Atutor. Слід зауважити, що ці вдосконалення не забезпечать надійної ідентифікації та запобігання проявам академічної недобросовісності під час дистанційних форм контролю.

УДК 538.1; 539.2

Ю. Скоренький, О. Крамар, Ю. Довгоп'ятий

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАРЯДОВОВПОРЯДКОВАНІ СТАНИ В КВАЗІДВОВИМІРНИХ ОРГАНІЧНИХ ПРОВІДНИКАХ

Yu. Skorenkyu, O. Kramar, Yu. Dovhopyatyu

CHARGE ORDERING IN QUASI-2D ORGANIC CONDUCTORS

Різноманітність електронних фаз, що спостерігаються в низькомірних органічних провідниках, стала не лише фундаментальною теоретичною проблемою [1], але й передумовою для створення нових електронних пристроїв [2]. Низькомірні провідники BEDT-TTF демонструють велику різноманітність переходів, які можуть бути пояснені в межах єдиної моделі електронної підсистеми. В роботі досліджено умови зарядового впорядкування в рамках загальної моделі, яка враховує міжвузлове кулонівське відштовхування V і корельований перенос електронів, що спричиняє своєрідну залежність енергетичних характеристик від легування [3]. Застосовуючи метод [4] у підході рівнянь руху для функцій Гріна, обчислено одноелектронний енергетичний спектр, намагніченість підґраток у зарядововпорядкованій фазі та температуру переходу.

При різних заповненнях зони характер залежності температури Вервея Θ_V/w (w позначає незбурену ширину зони) при збільшенні V/w зростає тим швидше, чим вищою є концентрація електронів. З одного боку, це дозволяє ефективно контролювати значення Θ_V шляхом прикладання зовнішнього тиску, що призводить до зниження співвідношення V/w , з іншого боку, в електричному колі, що складається з матеріалів із зарядовим упорядкуванням, які мають близькі значення концентрації електронів n , в певному інтервалі навколо точки перетину залежностей $\Theta_V(V/w)$, в контактній області можна створити керований перехід від металічної (невпорядкованої) до діелектричної (зарядово-впорядкованої) області. Залежність Θ_V від заповнення зони при різних значеннях V/w показує, що міжвузлова кулонівська кореляція суттєво впливає на ширину концентраційного інтервалу, в якому стабілізується зарядове впорядкування. На відміну від більш ніж наполовину заповненої зони, у менш заповненій, легування катіонної підсистеми може призвести до різких змін електропровідності, пов'язаних зі стабілізацією зарядового впорядкування. Збільшення корельованого переносу призводить до зниження критичного значення концентрації електронів та підвищення температури Вервея в цілому інтервалі концентрації електронів, де реалізується зарядове впорядкування.

Література

1. M. Dressel. Crystals, vol. 8, p. 332:1-3 (2018).
2. F. Sawano et al. Nature, vol. 437, p.522–524 (2005).
3. Y. Skorenkyu. Materials Today: Proceedings (2019) doi:10.1016/j.matpr.2019.10.164.
4. Y. Skorenkyu, O. Kramar. Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol.639, p. 24-32 (2016).

УДК 621.372

Г. Химич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕТОД БОРОТЬБИ З КОМАХОПОДІБНИМИ ШКІДНИКАМИ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОЛЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ НВЧ ТЕХНОЛОГІЙ

G. Khymych

METHOD OF STRUGGLE OF INSECT-LIKE PESTS IN AGRICULTURAL FIELDS WITH THE HELP OF MICROWAVE TECHNOLOGIES

Збереження якості та відповідності до стандартів агрокультур на всіх етапах вирощування, зберігання, передпосівної підготовки мають першочергове значення для любого виробника. Крім хімічних, агротехнічних і термічних методів знищення комахоподібних шкідників та зниження заселеності бактеріями і комахами використовують: гамма, рентгенівське, ультрафіолетове випромінювання, лазерне випромінювання, електричне поле високої напруги, коронний розряд, градієнтне магнітне поле, озон, НВЧ електромагнітне поле. [1, 2]

Використання методів випромінювання НВЧ електромагнітних хвиль на різного роду агрокультури набуває великого значення з розвитком інноваційних технологій нових видів задаючих генераторів (імпульсні релятивістські магнетрони, клістри, лампи біжної хвилі, SOS – діоди, твердо тільні модулятори та інші компоненти).

Один із шкідливих видів комах ряду прямокрилих підряду сараноподібних – сарана (*Locusta*), які здатні швидко і масово розмножатись, збиратися у зграї та знищувати посіви сільськогосподарських культур на великих площах аграрних угідь, пасовищ, лісів. Сарана – це одна з найбільш шкідливих комах.

Питання знешкодження даного виду є дуже актуальним як в Україні, а особливо в Азії, Індії, на Африканському континенті.

Справка. На теперішній час (2020 рік) величезні рої сарани атакували десятки країн в Африці і Азії, а в Сомалі через це оголосили надзвичайну ситуацію. В ООН прогнозують, що через вологість і вітри сарана може атакувати до 20% країн, і це може закінчитись масштабним голодом. Дослідники з Кенії повідомили про найбільші зграї включають в себе до 200 мільярдів комах. Живі хмари сарани іноді досягають 10 км у ширину і до 200 км у довжину. Такий рій може з'їсти за добу стільки ж їжі, скільки вистачило б на 84 млн. чоловік. Їхня швидкість переміщення до 150 км/день і відкладають яйця. ООН вважають, що їх чисельність може збільшитися в 500 разів. [3] Головний фактор, який впливає на розмноження сарани – кліматичний (потепління).

Один із методів хіміко-бактеріологічної дії – оприскування біопестицидами. Але даний метод токсичний і негативно впливає як на людину, так і на агроугіддя. Крім цього спеціалісти Індії та Пакистану планують використовувати дрони для моніторингу і спеціальні суміші для оприскування.

Провівши аналіз існуючих методів при використанні НВЧ енергії: патент № 0002520277 (Росія), 20.06.2014р. (відлов дорослої сарани та знищення НВЧ енергією 2,4 ГГц), patent №101228862 (КНР), Application No. CN 200810101060 filed, автор Wen Ziheng, заявник Beijing Solaryoung Solar Energy Technology Co., Ltd. 27.02.2008 р. (економічна сонячна енергоустановка (2 кВт) с широким спектром випромінювання для знешкодження комах – шкідників, patent № 5,343,652 (US, Method and Apparatus for laser pest control), 6.09.1994 р., автор W. Dudley Jonson та інших публікацій з проведення досліджень методами знешкодження сарани та інших шкідливих комах, використовуючи широкий спектр (радіочастотний, видимий оптичний, ультрафіолетовий) можна констатувати, що дані методи мають один основний недолік – низька ефективність

знешкодження сараноподібних комах швидко і на великій площі, не даючи їм швидко розмножуватись та переміщатись.

Запропонований метод дає можливість проводити моніторинг розповсюдження сарани за допомогою дронів та за допомогою потужного імпульсного релятивістського електромагнітного випромінювання у кількох частотних діапазонах (L-, C-, Ku-, Ka-) проводити знешкодження сараноподібних шкідників, рис. 1.

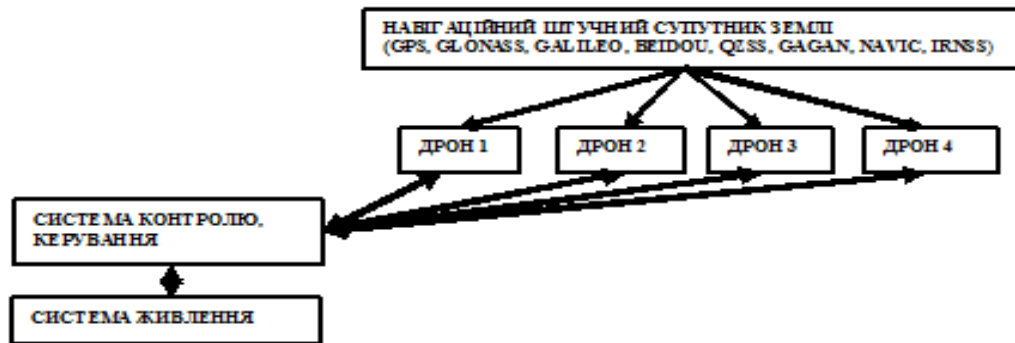


Рисунок 1. Структура комплексу боротьби з сараноподібними шкідниками

Радіомоніторинг відбувається за допомогою ДРОНА 1. ДРОНИ 2, 3, 4 використовуються для знищення сараноподібних шкідливих комах за допомогою потужного імпульсного релятивістського електромагнітного випромінювання (ЕМВ). Щільність потоку випромінювання ЕМВ значно вища 400 W/sm^2 .

НВЧ ЕМ випромінювання мають високу проникаючу здатність у біологічний організм шкідника на клітковому рівні. Вибірчий резонансний характер впливу НВЧ випромінювання дозволяє знищувати конкретні види комах, а також економити енергію при масовій обробці того чи іншого біоматеріалу. Аналіз НВЧ впливу показує, що резонансні частоти для комах і мікроорганізмів знаходяться всередині діапазону НВЧ випромінювання, а резонансні частоти рослин за його межами. Це дозволяє використовувати НВЧ випромінювання для вибіркового знищення комах без пошкодження сільськогосподарських культур.

НВЧ випромінювання створює два види дії на живі організми: тепловий і нетепловий. Також при потужному ЕМВ відбуваються генетичні зміни організму, індукції патологічних процесів, регуляції функціональних систем, генної експресії, які призводять до летального випадку. У залежності від тривалості опромінення цей процес може бути короточасним (миттєвим), або довготривалим (до 1 сутки) з гальмуванням функціональних здібностей, можливістю пересуватись і літати.

Література

1. Путько В. Ф., Головина К. В. и др. Исследование воздействия СВЧ ЭМП на микрофлору и насекомых какао-порошка. Интернет-конференция “Химические основы рационального использования возобновляемых природных ресурсов”. http://butlerov.com/natural_resources/. 25.09.2012 г.
2. Никулин Р. Н. Физические механизмы воздействия СВЧ-излучения низкой интенсивности на биологические объекты. Дис., канд. физ.-мат. наук: Волгоград. 2004. 129 с.
3. <https://hightech.fm/2020/03/10/locust-invasion>. Прочитовано 10.05.2020 р.

Секція: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Голови: д-р. техн. наук, проф. П.В. Ясній, д-р. техн. наук, проф. П.Д. Стухляк, д-р. техн. наук,
проф. П.О. Марушак

Вчений секретар: канд. техн. наук, доц. І.Б. Окіпний

УДК 627.231

В.Л. Алексенко, О. В. Акімов, канд. техн. наук, доц., Н.Н. Букетова, канд. техн.
наук, О. А. Сітніков, К. Ю. Юренін

Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЙДОВОГО ОБЛАДНАННЯ

V. Aleksenko, O. Akimov, Ph. D., Assoc. Prof, N. Buketova, Ph. D., O. Sitnikov,
K. Yurenin

NEW TECHNOLOGY FOR INSTALLATION OF MOORING EQUIPMENT

Вступ. Традиційний комплект рейдового обладнання включає масивний (від десятків до декількох сотень тонн) якір підвищеної утримуючої сили (мертвий якір), ланцюговий, рідше тросовий, брідель, корінний кінець якого кріпиться до якоря, а ходовий до бочки (буя, плавучого маяку та ін.). Встановлення такого комплексу відбувається в один або кілька етапів. У першому випадку комплект рейдового обладнання у зборі ставиться в один прийом за допомогою крана, або спускається зі спеціально обладнаного судна технічного флоту. В інших випадках встановлення виконується поетапно, іноді з виконанням водолазних робіт. Встановлення вимагає дорогих операцій із використанням кранових і кілекторних суден та можливе лише при обмеженій бальності хвилювання на акваторії.

Проблеми зниження питомої маси мертвих якорів. Очевидно, що радикальне підвищення відношення утримуючої сили якорів до їх маси, знижує вимоги до вантажопідйомності суден технічного флоту, які забезпечують постановку рейдового обладнання. У цьому плані великий інтерес представляє технологія постановки анкерних якорів шляхом їх відстрілу в ґрунт за допомогою спеціальної артсистеми – дюбель-гармати.

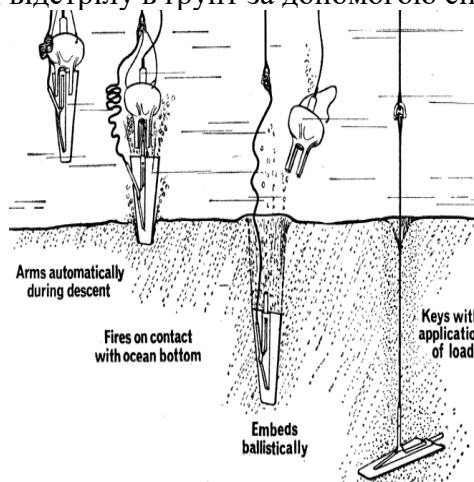


Рисунок 1. Якореметний підводний пристрій [1]

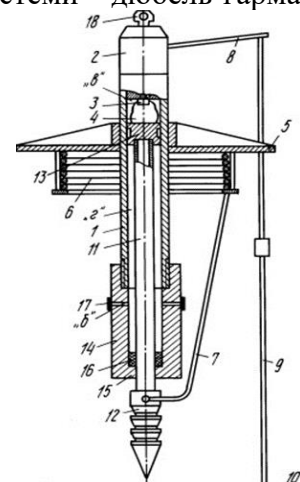


Рисунок 2. Якореметний підводний пристрій [4]

Технологія якореметних підводних пристроїв. Відомі пристрої [1 - 5] що запатентовані в США (рис. 1), РФ (рис.2), встановлення анкерних якорів шляхом відстрілу з артсистеми (дюбель-гармати) що опускається на задану до ґрунту відстань з плавзасобу, на тросі (так звані "якореметні підводні пристрої"- ЯМПП). Після чого вільний кінець бріделю витягується разом з артсистемою. Брідель кріпиться до бочки, а

інша частина пристрою з артсистемою споряджається для повторного використання. Позитивна якість цих пристроїв – підвищена утримуюча сила анкерних якорів при відносно малій їх масі. Недолік - потрібна наявність кранового обладнання меншої, в даному випадку, вантажопідйомності і виконання робіт з доставки бочки та кріплення до неї бріделю. Роботи ускладнюються при вітрі і хвилюванні.

Мета розробки – зниження трудомісткості, прискорення і автоматизація встановлення всього комплекту рейдового обладнання (якір підвищеної утримуючої сили, бочка і бріделі, що з'єднує їх) з широкого набору плавзасобів, у тому числі тих, що не мають спеціального кранового обладнання, або з використанням авіації в складних погодних та аварійних умовах.

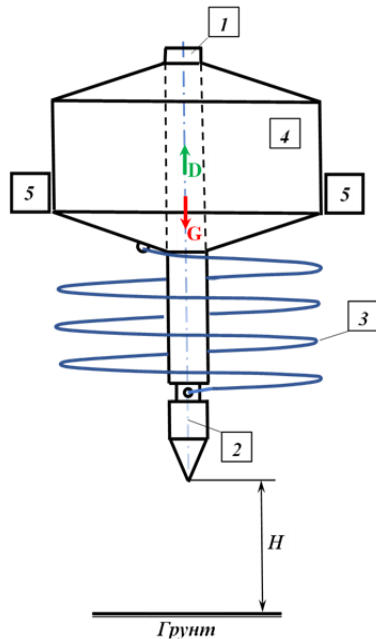


Рисунок 3. Схема пристрою для встановлення рейдового обладнання

Пристрій працює наступним чином (рис. 3): пристрій, що включає дюбель-гармату та прилади керування 1 з анкерним якорем 2, бріделі в укладці 3, один кінець якого прикріплений до якоря 2, а інший до бочки 4, опускається або скидається на воду з плавзасобу, або авіаційного засобу доставки в заданому місці акваторії і за рахунок загальної ваги G , яка включає баласт 5, що дещо перевищує силу підтримування D починає занурюватися; на заданій відстані від ґрунту H артсистема відстрілює анкерний якор 2; скидається баласт 5 вага якого, з урахуванням ваги відстріляного якоря 2, перевищує вагу бріделя 3 і полегшений пристрій спливає на поверхню, вибираючи прикріплений до нього бріделі 3; пристрій може виконувати функцію рейдової бочки безпосередньо або, при необхідності з часом, замінюється бочкою іншої конструкції і готується до повторного використання.

Висновки. Технічні результати, які досягаються від використання пропонованого пристрою: пристрій містить весь комплект рейдового обладнання; пристрій забезпечує автоматичне встановлення всього комплекту рейдового обладнання в один прийом; масогабаритні параметри пристрою не вимагають для його експлуатації потужного вантажопідйомного обладнання і допускають для його встановлення просте скидання з маломірного плавзасобу або авіаційного засобу доставки; встановлення рейдового обладнання з використанням пристрою відносно слабо залежить від погодних умов на акваторії. Таким чином, у порівнянні з відомими рішеннями запропонований пристрій для встановлення рейдового обладнання має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту обумовлене всією сукупністю властивостей його компонентів.

Література

1. Science in Overseas Industry. New scientist (№ 301) 23 august 1962.
2. Патент США Н. Кл. 114 - 206А № 3207115 від 17.06.63.
3. Патент США Н. Кл. 114 - 206А № 3520286 від 22.06.67.
4. Патент США Н. Кл. 114 - 206А № 3577949 від 04.02.74.
5. Патент РФ на винахід № 2036118 Дата публікації: 27.05.1995

УДК 667.64:678.026

**М.В. Браїло, канд. техн. наук, доц., О.С. Кобельник, К.І. Тарасюк, мол. наук.
співр., Н.П. Вибач, мол. наук. співр.**

Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

РОЗРОБКА ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

M. Brailo, Ph. D., Assoc. Prof., O. Kobelnik, K. Tarasiuk, N. Vybach

DEVELOPMENT OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS FOR IMPROVING OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF ELEMENTS OF WATER TRANSPORT

Вступ. Важливу частину систем на судні займають теплообмінні апарати, що забезпечують відведення тепла від енергетичної установки і втримувати тепловий режим роботи двигуна внутрішнього згорання. Водночас елементи теплових апаратів працюють в умовах впливу агресивного середовища і постійної зміни температури. Вагомим є можливість відновлення робочих елементів теплообмінників на судні.

Актуальність досліджень. Актуальним у напрямку відновлення робочих елементів теплообмінних апаратів та їх захисту є використання полімерних композитних матеріалів з прогнозованими властивостями.

Постановка задачі. Розробити полімеркомпозитні матеріали для підвищення експлуатаційних характеристик елементів водного транспорту

Результати досліджень. Досліджували руйнівні напруження, модуль пружності при згинанні, ударну в'язкість та теплостійкість (за Мартенсом) епокси-поліефірного матеріалу наповненого частками активованого вугілля. Встановлено, що за вмісту $q = 5 \dots 15$ мас.ч. активованого вугілля значення руйнівних напружень при зменшуються від $\sigma_{32} = 50,4$ МПа (для епокси-поліефірної матриці) до $\sigma_{32} = 34,7 \dots 35,4$ МПа. Показники ударної в'язкості композиту знижуються за вмісту $q = 5$ мас.ч. від $W = 8,3$ кДж/м² (для матриці) до $W = 3,3$ кДж/м². Аналізуючи отримані результати модуля пружності при згинанні композитного матеріалу встановлено, що за вмісту $q = 5$ мас.ч. значення підвищується від $E = 3,6$ ГПа (для матриці) до $E = 4,6$ ГПа і за вмісту $q = 30$ мас.ч. становить $E = 5,7$ ГПа. На наступному етапі встановлено, що введення активованого вугілля в діапазоні $q = 5 \dots 10$ мас.ч. приводить до підвищення показників теплостійкості від $T = 335$ К (для епокси-поліефірної матриці) до $T = 343$ К. Збільшення вмісту понад $q = 10$ мас.ч. наповнювача призводить до зниження теплостійкості матеріалу. Отримані показники розроблених КМ дозволяють стверджувати, що використання таких матеріалів є актуальним, однак, їх необхідно посилювати або армуючими добавками (волокнами), або модифікуючими добавками (модифікатори, пластифікатори).

Висновки. Встановлено, що введення часток активованого вугілля у епокси-поліефірну матрицю за вмісту $q = 30$ мас.ч. забезпечує підвищення модуля пружності розроблених матеріалів від $E = 3,6$ ГПа (для епокси-поліефірної матриці) до $E = 5,7$ ГПа. Проаналізовано, що значення показників теплостійкості (за Мартенсом) композитних матеріалів підвищується за вмісту часток активованого вугілля $q = 5 \dots 10$ мас.ч. від $T = 335$ К (для епокси-поліефірної матриці) до $T = 343$ К. Враховуючи, що теплообмінники на судні працюють в умовах впливу температур, то показники теплостійкості матеріалів для відновлення їх технічного стану є пріоритетними. Тому, розроблений композитний матеріал можливо використовувати при відновленні технічного стану суднових теплообмінних апаратів.

УДК 667.64:678.026

А.В. Букетов, д-р. техн. наук, проф., Т.В. Чернявська, А.Г. Кулінич
Херсонська державна морська академія, Україна

МОДИФІКОВАНІ ЗАХИСНІ ПОЛІМЕРНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

A. Buketov, Dr., Prof., T. Cherniavskya, A. Kulinich

MODIFIED PROTECTIVE POLYMER COATINGS FOR VEHICLES

Обґрунтовано, що для підвищення експлуатаційних характеристик деталей річкового і морського транспорту, у тому числі і їх фізико-механічних властивостей, доцільно використовувати захисні полімерні композитні покриття. Показано, що для підвищення показників фізико-механічних властивостей у епоксидний зв'язувач необхідно вводити добавки: дисперсні та волокнисті наповнювачі. Актуальним є використання їх у комплексі.

Для оптимізації вмісту інгредієнтів при формуванні функціонального шару захисного покриття досліджено руйнівні напруження при згинанні як одну із основних властивостей композитів з різним вмістом мікродисперсного наповнювача і дискретних волокон. Зазначимо, що як мікродисперсний наповнювач для експериментальних досліджень використано синтезований порошок (СП). У вигляді волокнистого наповнювача використано суміш дискретних волокон (СДВ).

Підставивши отримані попередні експериментальні значення у рівняння регресії і провівши його перетворення, отримали наступне рівняння з натуральним значенням змінних параметрів:

$$\sigma_{32} = 4,4 + 4,4q_1 + 57,7q_2 - 103,0q_1q_2 - 220,0q_2^2$$

Наведене рівняння в натуральних значеннях дозволяє лише передбачити значення вихідної величини для будь-якої точки в середині області варіювання факторів. Однак, з його допомогою можна побудувати графіки залежності вихідної величини (руйнівні напруження при згинанні) від будь-якого фактору (чи двох факторів).

На основі експериментальних досліджень встановлено, що обидва фактори є значущими. Слід зазначити, що вплив вмісту синтезованого порошку на показники руйнівних напружень при згинанні є вищим порівняно з дискретними волокнами.

Отже, проаналізовано вплив наповнювачів на руйнівні напруження при згинанні розробленого епоксидного композиту. Методом математичного планування експерименту встановлено критичний вміст компонентів: синтезований порошок – 0,15 мас.ч., дискретні волокна – 0,2 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20. Введення до епоксидного зв'язувача таких інгредієнтів дозволяє підвищити показники руйнівних напружень при згинанні до $\sigma_{32} = 72-74$ МПа. Отримані результати дозволяють створити матеріали з поліпшеними показниками фізико-механічних властивостей.

УДК 667.64:678.026

Н.М. Букетова, канд. техн. наук, Д.В. Житник, В.Г. Кулінич
Херсонська державна морська академія, Україна

ЗАХИСНІ ЕПОКСИДНІ ПОКРИТТЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

N. Buketova, Ph.D., D. Zhytnyk, V. Kulinich

PROTECTIVE EPOXY COATINGS OF FUNCTIONAL PURPOSE

На сьогодні наукові школи передових країн світу займаються вирішенням важливої науково-технічної проблеми – розробкою захисних в основному полімерних антикорозійних і зносостійких покриттів для морського та річкового транспорту. Експлуатаційні характеристики полімерних, у тому числі епоксидних, композитних матеріалів підвищують за рахунок попередньої обробки інгредієнтів матриці за допомогою зовнішніх полів, а також в результаті введення нано- і мікродисперсних наповнювачів у вигляді порошків. Розроблені різні технології обробки і формування епоксидних композицій з нано- і мікродисперсним наповнювачем, а також створено нові матеріали для захисних покриттів, які відзначаються високими експлуатаційними характеристиками. Крім того, в результаті спрямованого введення в епоксидну матрицю дисперсних наповнювачів реалізується синергічний ефект, що дозволяє істотно підвищити експлуатаційні характеристики захисних покриттів при експлуатації обладнання в критичних умовах.

На попередньому етапі нами досліджено вплив кількості модифікатора і дисперсного наповнювача на адгезійні і механічні властивості епоксидних композитів. Встановлено критичний вміст у епоксидній матриці модифікатора та дисперсного наповнювача – порошку на основі титану і алюмінію (ПТА) (дисперсність часток – $d = 8...12$ мкм). При цьому важливим є поєднання наведених вище інгредієнтів при формуванні композитів для адгезійного і поверхневого шарів з метою формування покриттів різного функціонального призначення. У цьому контексті доцільним і необхідним є використання методу математичного планування експерименту, що дозволить скоротити кількість проведених досліджень і оптимізувати вміст інгредієнтів для отримання матеріалів з максимальними показниками вибраних характеристик.

Методом математичного планування експерименту встановлено наступне.

1. При формуванні адгезійного шару захисного покриття необхідно використовувати матеріал, що містить у епоксидному зв'язувачі модифікатор у кількості $q = 0,2...1,0$ мас.ч. та дисперсний наповнювач ПТА за вмісту $q = 0,3...0,5$ мас.ч. Такий композит відзначається адгезійною міцністю – $\sigma_a = 40...42$ МПа.

2. При формуванні поверхневого шару захисного покриття необхідно використовувати матеріал, що містить у епоксидному зв'язувачі модифікатор у кількості $q = 0,5...1,0$ мас.ч. та дисперсний наповнювач ПТА за вмісту $q = 0,5...0,8$ мас.ч. Такий композит відзначається показниками ударної в'язкості – $W = 12...14$ кДж/м².

3. Отримані результати дозволяють створити захисні покриття з поліпшеними показниками адгезійної міцності (при формуванні адгезійного шару) та когезійної міцності (при формуванні поверхневого шару). Розроблені матеріали доцільно використовувати у вигляді захисних покриттів з підвищеними експлуатаційними характеристиками для відновлення деталей різного функціонального призначення.

УДК: 539.3

Г.В. Габрусєв, канд. фіз.-мат. наук, доц., І.Ю. Габрусєва, канд. техн. наук,
Т.Б. Пиндус

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОЦІНКА МІЦНОСТІ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЇ ТОВСТОЇ ПЛИТИ

H. Habrusiev, Ph.D., Assoc. Prof., I. Habrusieva, Ph.D., T. Pyndus

STRENGTH ESTIMATION OF THE PRELIMINARY STRESSED THICK PLATE

Визначення контактних напружень і деформацій при взаємодії жорстких штампів з пружною плитою є важливим завданням при проектуванні деталей машин та елементів споруд. Зокрема, при оцінці міцності залізобетонних перекриттів, монолітних фундаментних плит у будівництві, дорожнього покриття тощо. Щоб мінімізувати похибку розрахунків, необхідно враховувати максимальну кількість чинників, що впливають на контактну взаємодію. Початкові деформації, від яких безпосередньо залежать контактні напруження та переміщення, є одним із ключових факторів.

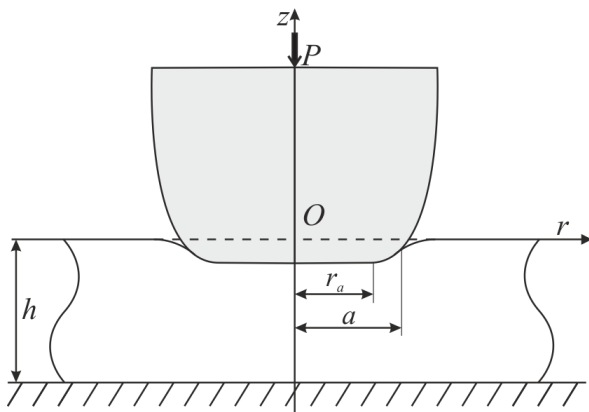


Рис. 1. Схема контактної взаємодії параболічного штампа та шару.

Розглянемо жорсткий штамп утворений обертянням вітки параболи із параметром R та відрізка прямої, яка перпендикулярна до осі параболи і проходить через її вершину, навколо спільної осі, що паралельна до осі параболи. Штамп поступально без обертання та тертя втискується постійною силою P у попередньо напружений шар товщиною h , закріплений на жорсткій основі.

Виберемо циліндричну систему координат (O, r, θ, z) так, щоб координатна площина (r, O, θ) збігалася з верхньою граничною

площиною шару, а вісь Oz – з віссю симетрії штампа (рис. 1).

Вважатимемо відомим радіус ділянки контакту a . Виходячи із формулювання задачі, можна описати функцію, обертянням графіка якої навколо осі Oz утворено штамп

$$W(r) = \begin{cases} 0, & 0 \leq r \leq r_a; \\ \frac{1}{2R}(r - r_a)^2, & r_a < r. \end{cases}$$

Граничні умови поставленої задачі мають вигляд

$$Q_{3r}(r, 0) = 0, \quad 0 \leq r < \infty; \quad (1)$$

$$Q_{33}(r, 0) = 0, \quad a \leq r; \quad (2)$$

$$u_3(r, 0) = \omega(r), \quad 0 \leq r \leq a; \quad (3)$$

$$u_r(r, -h) = 0, \quad 0 \leq r < \infty; \quad (4)$$

$$u_3(r, -h) = 0, \quad 0 \leq r < \infty. \quad (5)$$

Функція $\omega(r)$ описує переміщення точок верхньої граничної площини пружного шару на ділянці його контакту з жорстким штампом.

Будемо вважати залишкові напруження, наявні у шарі, однорідними. Тому для розв'язання поставленої задачі можна скористатись апаратом лінеаризованої теорії

пружності [1]. В математичному плані задача зводиться до розв'язання парних інтегральних рівнянь. За допомогою розробленої методики [2] шукані функції розподілу контактних напружень та вертикальних переміщень точок граничної площини плити можна записати у вигляді:

$$Q_{33}(r, 0) = -\frac{P}{2\pi} \frac{\sum_{n=1}^N a_n^* J_0\left(\frac{\lambda_n}{a} r\right)}{\sum_{n=1}^N a_n^* K_n}, \quad u_3(r, 0) = -\frac{k_1 P}{2\pi} \frac{\sum_{n=1}^N a_n^* \int_0^\infty \Delta(\alpha) \Psi_n(\alpha) J_0(\alpha r) d\alpha}{\sum_{n=1}^N a_n^* K_n},$$

де $\lambda_n, n = \overline{1, N}$ – додатні корені функції Бесселя $J_0(\lambda_n) = 0$, a_n^* – знайдені коефіцієнти, K_n та $\Psi_n(\alpha)$ – відомі функції, а $\Delta(\alpha)$ та k_1 залежать від форми пружного потенціалу, наявного у плиті [2].

На рис. 2 та 3 наведено графіки функцій $\sigma^* = Q_{33}(r, 0)/P$ та $u^* = u_3(r, 0)/P$. У якості числового прикладу розглянуто випадок наявності у плиті пружного потенціалу гармонічного типу [1] при $h=1, a=1$. Крива 1 відповідає $r_a=0$ (в основі штампа відсутня плоска ділянка), крива 2 – $r_a=0.2$, а крива 3 – $r_a=0.5$.

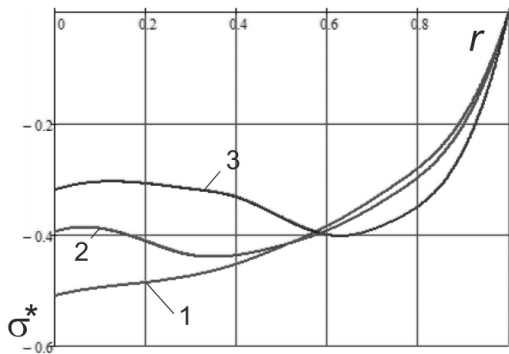


Рис. 2. Контактні напруження

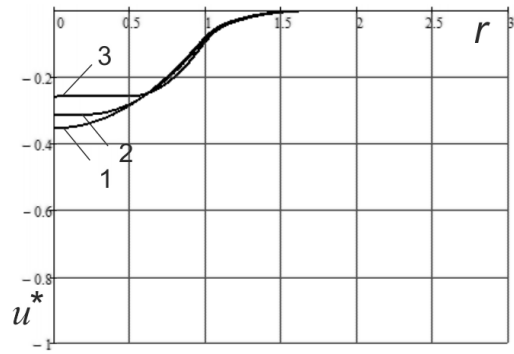


Рис. 3. Вертикальні переміщення

Висновки. Із проведеного числового експерименту випливає, що форма штампа суттєво впливає на величину та характер розподілу контактних напружень. Зокрема, у параболічних штампів без плоскої ділянки в основі екстремальні значення контактних напружень виникають у центрі області контакту. Поява плоскої ділянки спричиняє зсув точок екстремуму до краю ділянки контакту та зменшує їх абсолютну величину. Якщо $r_a = 0.2a$ (рис. 1), то абсолютна величина контактних напружень зменшується приблизно на 10%, якщо $r_a = 0.5a$ – на 12%. Вертикальні переміщення при цьому зменшуються на 9% та 11% відповідно. Одержані в роботі результати можуть використовуватися при розробці методик зменшення контактних напружень або вертикальних переміщень при проектуванні різного роду конструкцій.

Література

1. Гузь О. М. Контактна взаємодія пружних тіл з початковими напруженнями: Навч. посібник / Гузь О. М., Бабич С. Ю., Рудницький В. Б. – К: Вища школа, 1995. – 304 с.
2. Габрусев Г. В. Тиск параболічного штампа на попередньо напружений шар / Г. В. Габрусев, І. Ю. Габрусєва, Т. Б. Пиндус // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2019. – Випуск 68 – С. 13 – 18.

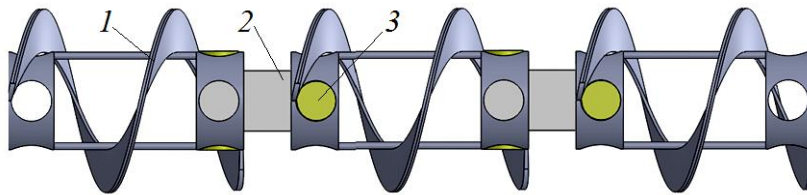
УДК 621.867.42

Т.А. Довбуш, канд. техн. наук., Н.І. Хомик, канд. техн. наук., доц., Г.Б. Цьонь
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗНИЖЕННЯ МЕТАЛОЄМНОСТІ ГНУЧКИХ ТРАНСПОРТУЮЧИХ МЕХАНІЗМІВ

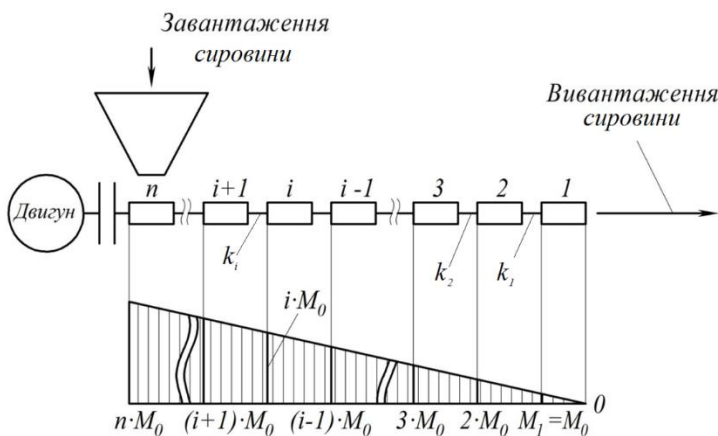
T. Dovbush, Ph.D., N. Khomyk, Ph.D., Assoc. Prof., A. Tson
REDUCING THE METAL CONSUMPTION OF FLEXIBLE TRANSPORTING MECHANISMS

Гнучкий транспортуючий механізм (шнек) складається з n -ої кількості жорстких секцій, які рухомі та з'єднані між собою (рис. 1).



1 – жорстка секція шнека; 2 – з'єднуючий елемент; 3 – палець
Рисунок 1. Елементи гнучкого транспортуючого механізму

Схематизація навантажень, що діють на з'єднуючі елементи та полосу показана на рисунку 2.



1, 2, 3... n – секції шнека;
 k_i – i -тий з'єднуючий елемент механізму;
 M_i – обертовий момент, який передається i -им з'єднуючим елементом.

Рисунок 2. Схематизація навантажень секційного шнекового механізму та розподіл обертового моменту по його довжині

Наростання (збільшення) моменту проходить від зони вивантаження до зони завантаження сировини. Для здійснення руху сировини окремої взятої секції необхідно прикласти момент M_0 . Момент прикладений до i -ої секції складається із моментів попередніх i -их секцій, $M_i = M_0 \cdot i$.

Рушійний (обертовий) момент i -ої, окремо взятої, секції складається з двох складових

$$M_i = M_{ТП} \cdot i + M_{IH} \cdot i,$$

де $M_{ТП}$ – момент необхідний для виконання технологічного процесу (переміщення сировини);

M_{IH} – момент необхідний для подолання інерційних навантажень обертових частин шнека та вантажу (технологічної сировини);

i – кількість секцій шнека.

На рисунку 3 показана схематизація навантажень, що виникають в елементах i -ої секції шнека. З'єднання між секціями виконані за допомогою карданного механізму,

який з'єднує дві суміжні секції за допомогою 2-х взаємно-перпендикулярних пальців. Момент з i -го до $(i-1)$ карданного механізму передається через палець і пластину.

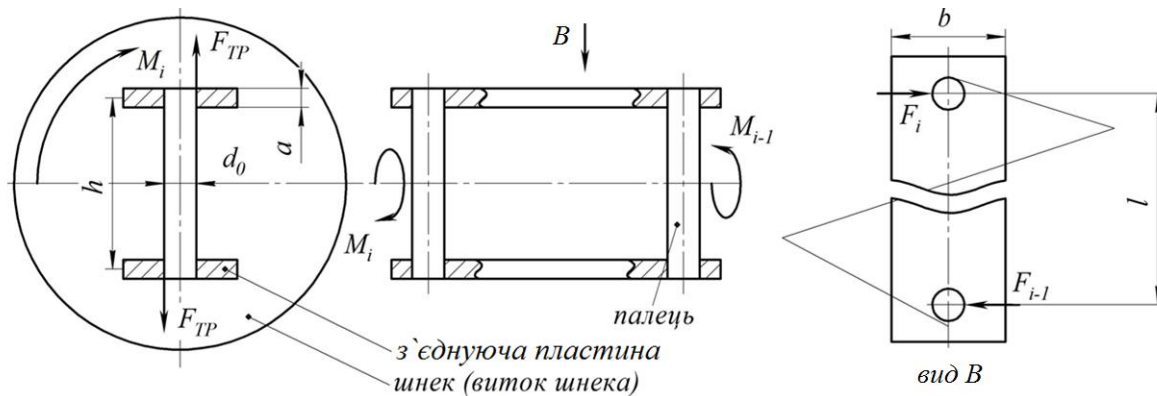


Рисунок 3. Схематизація навантажень на i -у секцію шнекового механізму

Сила тиску, що діє на палець $F_i = \frac{M_i}{h}$.

Між пальцем і пластиною в зоні активного контакту виникає сила тертя

$$F_{TP.i} = F_i \cdot f,$$

де f – коефіцієнт тертя між пальцем і пластиною.

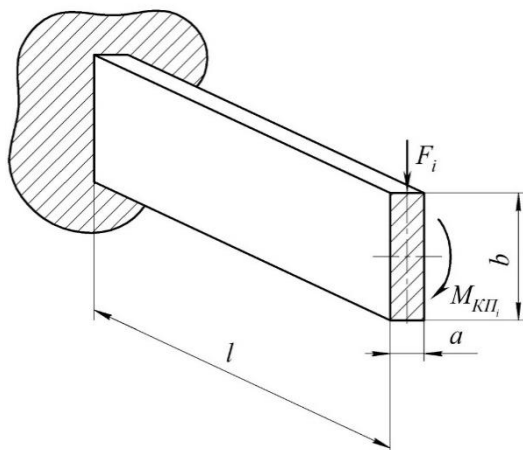
Діюча сила тертя створює момент на пластину

$$M_{КП.i} = F_{TP.i} \cdot \frac{d_0}{2},$$

де d_0 – діаметр пальця.

Схематизація зовнішніх навантажень, що діють на пластину секції шнека, показана на рисунку 4.

Зниження металоємкості гнучкого транспортуючого механізму великої довжини можна досягнути за рахунок зменшення ваги з'єднуючих елементів та товщини пластини (параметр a). Розміри, а одночасно і вага елементів механізму, повинна зменшуватися



від зони завантаження до зони вивантаження сировини. Для цього необхідно аналітично визначити моменти $M_{ТП}$ і $M_{ИП}$ необхідні для виконання технологічного процесу і подолання інерційних навантажень для i -го з'єднуючого елемента. На наступному етапі виконати розрахунки на міцність з'єднуючих елементів механізму та пластини виходячи з умови їх рівномірності.

Рисунок 4. Схематизація навантажень на з'єднуючу пластину секції шнека

Література

1. Гевко Р.Б. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах: монографія / Р.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, Р.М. Розум, М.Б. Клендій та ін. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018. 180 с.

УДК 621.785

Н.А. Долгов, д-р. техн. наук, доц., А.В. Рутковський, канд. техн. наук
Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІКОСТІ СТАЛІ 18ХГТ ПІСЛЯ ПЛАЗМОВОГО ТЕРМОЦИКЛІЧНОГО АЗОТУВАННЯ

N. Dolgov, Dr., Assoc. Prof., A. Rutkovsky, Ph.D.

ENHANCED WEAR RESISTANCE OF 18HGT STEEL BY PLASMA THERMOCYCLING NITRIDING TREATMENT

The use of external fields for the processing of new materials and coating has seen renewed interest in recent years. Enhancement techniques to improve surface properties and bulk features of materials by energy field treatment have attracted increasing attention [1, 2]. Numerous researchers have done about the advancement of material properties by magnetic, electric, and ultrasonic fields, and noteworthy results have obtained. Pulsed fields are favoured for minimizing energy consumption [3].

The surface hardening of steels and alloys using plasma nitriding is an efficient and reliable technique that will be employed in the manufacturing and machining industries primarily to treat engine components and machine tools [3, 4].

In this study, the effect of plasma nitriding treatment with thermal cycling on the wear resistance of 18HGT steel (0.2C, 0.27Si, 1.0Mn, 0.06Ti, 1.3Cr) was analyzed. Each cycle induces high temperatures in an exceedingly time in the vacuum chamber, followed by an also fast cooling down. Plasma nitriding of steel samples has been carried out using pulse DC glow discharge. Plasma nitriding was performed in an environment of a 25% N₂ and 75% Ar mixture. The gas flow rate was controlled by a mass flow meter. After nitriding for the specified time, the specimens were cooled to the room temperature in the vacuum chamber. The plasma nitrided samples showed significant surface property improvements: the dissolved nitrogen and also the volume expansion of nitrides precipitation cause compressive residual stress within the diffusion layer.

The study deals with modeling wear resistance in plasma nitriding treatment. The central composite rotatable design of the second-order was found to be the most efficient tool to establish the mathematical relation of the response surface using the smallest possible number of experiments. Due to a wide range of factors, it was decided to use three factors, five levels, and the central composite design matrix to develop a mathematical model. Consistent with our previous experiences, the predominant factors, which have a significant influence on wear resistance, were identified. They are chamber pressure, temperature, and duration of the nitriding process.

The chamber pressure (p) was regulated in between 50 and 100 Pa. The temperature (T) was kept between 450 and 550°C. The duration of the nitriding process (t) was varied from 3 to 9 h. Wear test duration under ambient conditions was 30 minutes for each run. The wear tests were conducted using a block-on-ring arrangement. The dimension of the block specimens was 20 mm×10 mm×5 mm. A plain carbon steel ring (HRC47) with an outer diameter 40 mm and a width of 10 mm was used as the counterpart. At the end of each test, the mass loss of the block specimens was measured. Three replicate wear tests were carried out to minimize data scattering, and also the average of the three replicate test results was reported.

The mass loss (w) was assessed as the second-order polynomial function of input process parameters. The obtained regression equation for the mass loss is given below:

$$w = 0,58025 - (1,26295 \cdot 10^{-3}) \cdot p - (1,95298 \cdot 10^{-3}) \cdot T - (2,33277 \cdot 10^{-3}) \cdot t + \\ + (5,49167 \cdot 10^{-5}) \cdot p \cdot t + (1,34064 \cdot 10^{-15}) \cdot p^2 + (2,08588 \cdot 10^{-6}) \cdot T^2 + (4,80995 \cdot 10^{-5}) \cdot t^2$$

Fig. 1 shows a three-dimensional plot of the response surface of the mentioned mathematical model.

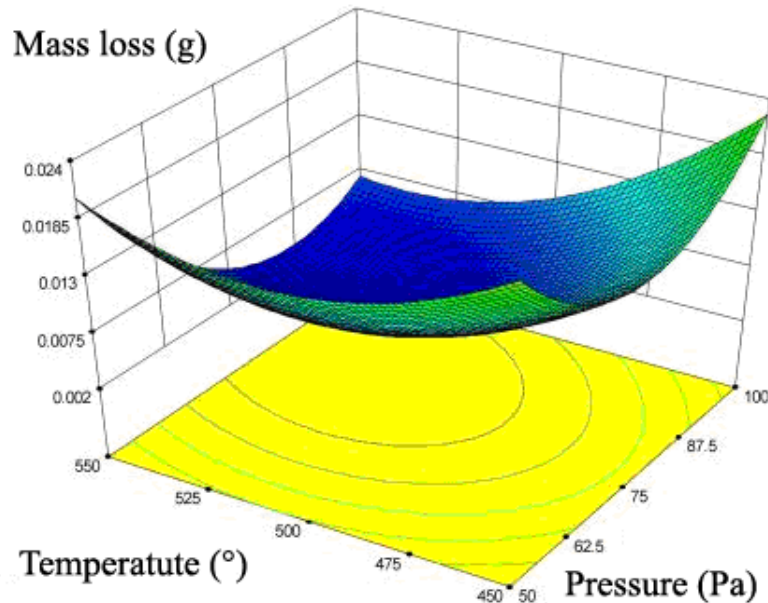


Fig. 1. Surface plot of the mass loss on the input parameters of the plasma nitriding treatment (the constant is the duration of the nitriding process: $t = 6$ h)

With the mathematical model generated, it is possible to calculate or predict the mass loss for 18HGT steel. The obtained mathematical model contributes to the understanding of the effect of nitriding treatment parameters on the mass loss. Also, it has been shown that for the development of the model, it was necessary to require into consideration all the plasma nitriding treatment parameters.

The improvement of wear resistance for plasma-nitrided 18HGT steel is the result of a combination of microstructure and higher microhardness. Plasma thermocycling nitriding is effective in preventing surface shear deformation during the wear process, and wear of the nitrided steel occurred in a mild mode.

Literature

1. Guillon O. Manipulation of matter by electric and magnetic fields: Toward novel synthesis and processing routes of inorganic materials / O. Guillon, C. Elsässer, O. Gutfleisch et al. // *Materials Today*. – 2018. – V. 21, No 5. – P. 527 – 536.
2. Dolgov M. A. Use of the method of mathematical experiment planning for evaluating adhesive strength of protective coatings modified by energy fields / M. A. Dolgov, N. A. Zubrets'ka, A. V. Buketov, P. D. Stukhlyak // *Strength of Materials*. – 2012. – V. 44, No 1. – P. 81 – 86.
3. Dolgov N. A., Plasma thermocycling nitriding: An improved method for surface treatment / N. A. Dolgov, A. V. Rutkovsky // *XVI International Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (dedicated to memory Professor Dmytro Freik)*. Materials. / Ed. by Prof. Prokopiv V.V. – Ivano-Frankivsk : Publisher Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2017. – P. 46.
4. Karamiş M. B. Wear behaviour of plasma nitrided steels at ambient and elevated temperatures / M. B. Karamiş, E. Gerçekcioğlu // *Wear*. – 2000. – V. 243, No 1–2. – P. 76 –84.

UDC 661.66:677.5:621.52

A.V. Karpenko, Ph.D

Zaporizhzhya National University, Ukraine

FEATURES OF FORMING THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF HIGH-POROUS CARBON-CARBON COMPOSITE MATERIALS

Carbon-carbon composite materials (CCCM) are increasingly used in aviation (for example, friction elements of aircraft brake systems, antifriction elements of aircraft engines); aerospace engineering (heat-insulating materials for protecting heat-loaded units of machines and assemblies operating in vacuum, inert or reducing environments at temperatures up to 25000C, in an oxidizing environment up to 4000C, etc.), in the semiconductor industry (heating units and thermal insulation of electrovacuum furnaces, instead of graphite and refractory metals), etc.

Thermal insulation protection for the temperature range of 2000°-3500°C, exceeding the operating temperature of most ordinary high-temperature thermal insulation, based on oxides, Me and other heat-resistant materials involves the development of new heat-insulating alloys and compositions having the necessary mechanical properties at these temperatures. Highly porous CCMs meet these requirements. The thermal insulation properties of these materials are determined mainly by their highly porous structure. For the production of CCCM, the starting materials are blanks obtained by pressing, “dry” and “wet” winding methods, and spills from aqueous suspensions.

Classical methods of pressing and winding are well known and are widespread.

Spill forming of blanks from aqueous suspensions is usually used in the manufacture of composites reinforced with short fibers. Coal tar pitch or phenol-formaldehyde resins are very often used as matrices, and usually with such a technology the dimensions of products can be especially large.

Since the fibers have a finite length, the degree of reinforcement of the material is relatively low and the fibers are randomly oriented. As a result of this, such composites cannot be classified as high-strength materials. However, these materials are widely used to obtain a large number of parts in which a low degree of reinforcement and arbitrary orientation of the filler does not interfere with obtaining the required mechanical characteristics.

The general scheme for the preparation of a preform and the production of low-density material includes the following steps: preparation of a filler and a binder; mixing with water; deposition of the work piece; curing of carbon fiber (carbonization); carbonization of the work piece; high temperature treatment; manufacture of parts of the required shape

An aqueous suspension is formed from phenol-formaldehyde resin powder and chopped carbon fibers. With active mixing in a volume of liquid with a low concentration of components, the spread in particle sizes does not significantly affect the distribution.

Directly on the filter sieve and in the zone of extremely high particle concentrations there are processes of formation of the preform structure (which are determined by the rate of fluid filtration through the filter and the mass of particles). With the inclusion of a vacuum pump, a pressure difference appears above and below the suspension layer, which is the main driving force for fluid flow.

Carbonization ensures the destruction of the phenol-formaldehyde resin and its transition into a solid carbon matrix (coke). At this stage of the technology, volatile pyrolysis products are released, closed and open porosity is formed, and the workpiece shrinks.

Obtained according to the above technology, the material is a rigid carbon-carbon composition of carbon fibers and a matrix of the coke residue of a phenol-formaldehyde resin. The resulting material is characterized by good thermal insulation properties, while its density is $0,2-0,25 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, open porosity reaches 70%, the compressive strength is in the range of 40-80 MPa.

УДК 621.941.2-229.323

В.В. Карташов, канд. техн. наук, І.Т. Ярема, канд. техн. наук, доц., О.В. Тотосько, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНОГО ОБРОБЛЕННЯ ПРИ
ФОРМУВАННІ ЗРАЗКІВ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ**

**V. Kartashov, Ph.D., I. Yarema, Ph.D., Assoc. Prof., O. Totosko, Ph. D.
PROBLEMS OF APPLICATION OF MAGNETIC TREATMENT IN THE
FORMATION OF EPOXY COMPOSITE SAMPLES**

Модифікація епоксидних композитів зовнішніми силовими полями, зокрема магнітним обробленням, є ефективним способом підвищення міцнісних показників отриманих на їх основі матеріалів. Однією з основних проблем при такій модифікації є забезпечення стабільних показників силового поля по всьому об'єму матеріалу, що підлягає обробці. Важливою проблемою є забезпечення правильного розташування матеріалу в центрі соленоїду пристрою [1], де магнітне поле є найбільш зконцентрованим. Крім того, невирішеними труднощами залишаються підтримання стабільних параметрів обробки, оскільки твердження епоксидної композиції навіть без впливу жодних зовнішніх полів супроводжується нелінійною зміною температури, в'язкості та текучості матеріалу.

Наступною складністю є магнітна природа матеріалу форми, в якій буде відліто полімерну композицію, що підлягає модифікації для розташування в зоні магнітної обробки. Матеріал форми повинен мати нейтральний вплив на параметри магнітного поля, і не бути бар'єром для силової обробки.

Необхідною умовою забезпечення стабільних фізико-механічних характеристик модифікованого магнітним обробленням матеріалу є постійне значення під час обробки таких силових показників силового поля як магнітна індукція та напруженість магнітного поля. Оскільки найвищого ефекту від магнітного оброблення можна отримати при певних, отриманих експериментально чи шляхом математичного моделювання, режимах роботи пристрою. Однак на ці параметри магнітного поля впливає маса феромагнітного матеріалу, яку поміщають в соленоїд пристрою для магнітної обробки. Феромагнітним матеріалом виступає наповнювач композиту, який піддається седиментації при зміні в'язкості. Проте його співвідношення до загальної маси матеріалу змінюється з процесі твердження, так як відбувається усадка матеріалу, оскільки при реакції полімеризації частина діелектричного матеріалу випаровується від екзотермічної реакції твердника із епоксидною матрицею.

Таким чином для забезпечення стабільності процесу магнітної обробки важливим є забезпечення пристроїв для обробки слідкуючими властивостями. Тобто, щоб отримати необхідні міцнісні показники модифікованого епоксидного композитного матеріалу, потрібно відслідковувати зміну температури в зоні обробки та силових показників магнітного поля. При необхідності в таких пристроях слід передбачати можливість застосування додаткового охолоджувача та зміни задіяних витків електромагніту в соленоїді пристрою для корекції параметрів магнітної обробки.

Література

1. Пат. 62717 Україна, МПК В 03 В 13/04. Пристрій для обробки полімерних композицій змінним магнітним полем / Стухляк П.Д., Карташов В.В, Андрієвський В.В.; заявник та патентовласник Тернопільський нац. техн. універс. - № u 2011 01904; заявл. 18.02.2011 ; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17.

УДК 624.01

В.Б. Каспрук, канд.техн.наук. доц.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ МОРОЗОСТІЙКИХ ДОБАВОК НА ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ

V. Kaspruk, Pf.D., Assoc.Prof.

INFLUENCE OF ANTIFROSTY ADDITIONS IS ON TECHNICAL PROPERTIES OF BETONU

Основним складником в технології бетону залишається портландцемент. Портландцемент з мінеральними добавками все більше набуває тенденції використання у будівельній індустрії, такий цемент є альтернативою традиційному портландцементу.

Вважається, що чим менше капілярна пористість, тим нижче проникність бетону і вище його морозостійкість. При зниженні температури системи лід починає утворюватися в капілярах меншого діаметру (у найбільш тонких біля -25°C), а у гелевих порах при -70°C . Розширення системи може досягати 1-2 мм/м залежно від властивостей цементу і значення В/Ц.

Отже подальша робота орієнтована на дослідження будівельно-технічних властивостей бетонів, модифікованих морозостійкими добавками. В залежності від використання проти морозні добавки розділені на такі групи:

- 1) добавки, що належать до числа прискорювачів або сповільнювачів тверднення, вони знижують температуру замерзання рідкої фази бетону;
- 2) добавки, що поєднують здатність до сильного прискорення процесів твердіння з хорошими антифризними властивостями;
- 3) добавки, котрі викликають сильне тепловиділення на ранній стадії гідратації разом з сильним прискоренням процесів тверднення і слабким антифризним ефектом.

На міцність щеплення системи цемент – наповнювач впливає кількісний і якісний фазові склади та структура фаз контактної зони. Ці характеристики, в свою чергу, залежать від фазового складу цементу, водо цементного фактору, хімічного - мінералогічного складу та структури наповнювача. Великий вплив на міцність щеплення викликають також і умови затверджування бетону.

Метою даних досліджень є встановлення взаємозв'язку між щепленням цементного каменю з наповнювачем і умовами які впливають на ці фактори на міцність та морозостійкість бетонів.

Щеплення цементного каменя з наповнювачем визначалось на взірцях кубиках розміром 10x10x10 см, з цементного тіста з співвідношенням В/Ц = 0,5 в середину яких вкладались відполіровані призми наповнювача розміром 4x4x2 см, чистота обробки поверхні 5-7 класи.

Для виготовлення експериментальних взірців використовувались ті ж матеріали що і для визначення міцності адгезії: щебінь з вапняку, піщаника і граніту, пісок кварцовий, портландцемент марки 400 Миколаїв цемент. Взірці бетону готовились відповідно до методики ДСТУ Б В.2.7-214:2009, Бетони методи визначення міцності за контрольними зразками.

Міцність щеплення досліджуваних заповнювачів з портландцементом при затверджуванні при нормальних умовах коливається в границях від 10,6 до 20,3 кг/см² при згині від 8,0 до 16,8 кг/см² при нормальному відриві. Це значення обумовлено пористістю досліджуваної породи, внаслідок чого контактна зона збільшується за рахунок взаємодії в'язучої суміші з наповнювачем на стінках пор заповнювача.

УДК 656.078: 669.539

Ю. Коваль

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОНСТРУЮВАННЯ МОБІЛЬНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ПРОГНОЗОВАНОЮ НАДІЙНІСТЮ

Yu. Koval

CONSTRUCTION OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINES WITH EXPECTED RELIABILITY

Однією з найважливіших і одночасно найскладніших задач теорії і практики машинобудування є підвищення надійності конструкцій [1-4]. Особливе місце займає прогнозування ресурсу на стадії експлуатації. На відміну від стадії проектування, коли прогнозу підлягає ресурс генеральної сукупності ще не створених технічних об'єктів, прогнозування на стадії експлуатації виконують для конкретних існуючих об'єктів. При цьому оцінці підлягають залишковий ресурс і залишковий термін служби. Залишковий термін служби визначає той період, протягом якого слід чекати грошові потоки, і тому його величина істотно впливає на розрахункову величину ринкової вартості. Також визначення залишкового ресурсу необхідне для визначення залишкової вартості і, відповідно, вартості заміщення об'єкту. Отже, точність оцінки ринкової вартості машин і устаткування у великій мірі залежить від того, наскільки правильно визначений залишковий термін служби оцінюваного об'єкту. Індивідуальне прогнозування ресурсу відкриває додаткові шляхи для отримання економічного ефекту [1, 2, 4]. З причини природної різниці властивостей об'єктів та різних умов їх експлуатації (включаючи історію вантаження кожного з них) індивідуальні показники ресурсу лежать в широких межах. Індивідуальне прогнозування ресурсу не тільки дозволяє попереджати можливі відмови і непередбачені граничні стани, але і правильніше планувати режими експлуатації, профілактичні заходи і постачання запасними частинами. Більш того, перехід до індивідуального прогнозування веде до збільшення середнього ресурсу машин, оскільки зменшує частку машин, що передчасно знімаються для ремонту, і відкриває шлях для обгрунтованого вибору оптимального терміну експлуатації. У ряді випадків рентабельна експлуатація може бути продовжена в умовах знижених навантажень. Тому можна розглядати прогнозування індивідуального залишкового ресурсу як систему управління процесом експлуатації і технічного обслуговування. Проте впровадження індивідуального прогнозування вимагає додаткових витрат на засоби технічної діагностики, на прилади, реструючі рівень навантажень і стан об'єкту, на створення мікропроцесорів для первинної переробки інформації, на розробку математичних методів і програмного забезпечення, що дозволяють отримувати обгрунтовані висновки на основі зібраної інформації.

Література

1. R.A. Barna. Influence of Operating Media on the Fatigue Fracture of Steels for Elements of Agricultural Machines/ R.A.Barna, P.V.Popovich// Materials Sciences. – 2014. – V. 50, 3 – P.377-380.
2. Popovych, P. V., Shevchuk, O. S., etc. (2016). The service life evaluation of fertilizer spreaders undercarriages. INMATEH, 50 (3), 39–46.
3. Попович П. Залишковий ресурс тонкостінних конструктивних елементів несучих систем сільськогосподарських машин при дії агресивних середовищ / П. Попович, Н. Хомик, Л. Добровольська // Вісник ХНТУСГ. – Харків. - 2014. - Вип. 146. - С. 142-150.
4. Попович П.В. Аналітична оцінка ресурсу несучих металоконструкцій сільськогосподарських машин / П.В. Попович, Т.І. Рибак, М.Я. Сташків // Вісник ХНТУСГ. – Харків. – Харків, 2010. - Вип. 100. – С. 17 - 20.

УДК 621.77; 621.314

Я.О. Ковальчук, канд. техн. наук, доц., Н.Я. Шингера, канд. техн. наук, доц.,
Я.Л. Швед

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СТАТИЧНА МІЦНІСТЬ СТАЛІ VSt3пс ЗІ ЗВАРНИМ ШВОМ

Ya. Kovalchuk, Ph.D, Assoc. Prof, N. Shynhera, Ph.D, Assoc. Prof, Ya. Shved
STATIC STRENGTH OF VSt3ps STEEL WITH A WELDED SEAM

Метою роботи є визначення границі міцності за умов статичного розтягу сталі VSt3пс зі стиковим двобічним зварним швом, отриманим напівавтоматичним дуговим електрозварюванням в захисному середовищі CO₂. Така сталь використовується для виготовлення зварних несучих конструкцій і міцність зварного шва, зазвичай, визначає тримкість конструкції в цілому.

Для досягнення поставленої мети виконано натурний експеримент серії з 10 штук 5-кратних стандартних зразків, вирізаних з вальцьованого кутникового профілю (рис. 1).

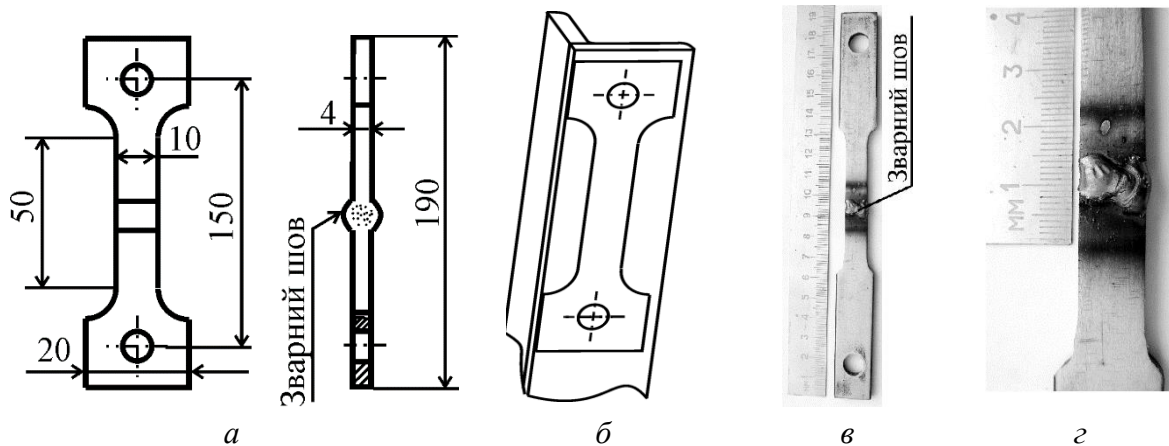


Рис. 1 – Зразок для натурних експериментальних досліджень:

a – креслення; *б* – схема вирізки з вальцьованого кутника;

в – фото всього зразка; *г* – фото ділянки зварювання

Натурні експериментальні дослідження виконано за кімнатної температури на сервогідралічній випробувальній машині СТМ-100 з сертифікованими метрологічними показниками за стандартизованою методикою випробувань. За результатами випробувань побудовано діаграми розтягу і визначено границі міцності для кожного з десяти досліджуваних зразків. Виконано статистичну обробку отриманих результатів і визначено вибіркове середнє значення границі міцності $\sigma_e = 280$ МПа.

Отримані результати доцільно застосовувати при проектуванні зварних несучих конструкцій, зокрема ферм, рам, кронштейнів, штоків, тяг, які будуть сприймати осьові розтягуючі напруження, з метою забезпечення їх міцності при статичних навантаженнях впродовж експлуатації.

Література

1. ДСТУ EN 10002-1:2006 Матеріали металеві. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури (EN 10002-1:2001, IDT) Київ, Держспоживстандарт України, 2008, 87 с.

УДК 621.791.14

В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРМЕТІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ З ПЕРЕМІШУВАННЯМ

V. Lazaryuk, Ph.D., Assoc. Prof.

FUTURE OF TIC-BASED CERMETS FOR FRICTION STIR WELDING TOOLS

Розвиток сучасного конкурентного виробництва характеризується як підвищенням вимог до якості конструкцій, так і зменшенням енергетичних затрат та впливу на навколишнє середовище. Ряд зварювальних процесів при застосуванні досяг "технічного піку", тому на даний час особливо масове виробництво очікує впровадження інноваційних, якісних, дешевих та безпечних технологій з'єднання деталей.

Успішну науково-дослідну апробацію отримало ротаційне зварювання тертям з перемішуванням (далі ЗТП), винайдене у 1991 році Британським інститутом зварювання. Значно зросла щорічна кількість публікацій та патентів присвячена даному методу. Стандартом ISO 857-1 визначено, що зварювання тертям з перемішуванням - це зварювання плавленням, під час якого теплота створюється тертям між деталями та невитратним пальцем, що обертається. На відміну від традиційного зварювання тертям невеликих осесиметричних деталей, зварювання тертям з перемішуванням може бути використане для зварювання стикових, кутових, таврових з'єднань. Хоча даний вид зварювання відомий три десятиліття, інформація про його інструментальне забезпечення і можливості недостатньо розкрита у вітчизняній освітній та науковій літературі.

Схема процесу зварювання тертям з перемішуванням включає основні три стадії: впровадження (стадія занурення інструменту може бути замінена попередньо виконаним отвором), переміщення вздовж стику та виходу інструменту із зони з'єднання. Інструменти для ЗТП виготовляють, як правило, у формі наконечників (пальців) циліндричної або ступінчатої форми із заплечиками. В результаті контакту інструменту з деталлю метал деталі нагрівається та переходить до пластичного стану. Дотик та тертя заплечиків з деталями збільшує нагрівання металу та стає основним джерелом теплоти при зварюванні (80-98 %). Після витримки інструменту, що обертається, на одному місці та збільшення об'єму пластичного металу, інструмент переміщують у заданому напрямі. Інструмент розміщують під невеликим кутом 2-3° до поверхні деталі.

Після проходу інструменту утворюється суцільний гладкий шов із дрібнозернистою рекристалізованою мікроструктурою із властивостями на рівні основного металу. Процес відбувається в твердій фазі нижче температури плавлення матеріалів, що з'єднуються. Основними параметрами процесу зварювання тертям з перемішуванням є розміри інструменту: радіуси наконечників та заплечиків, висота наконечника та його форма (гладка, з різьбою, з канавками); частота обертання, сила притискання, кут нахилу та швидкість переміщення (зварювання) інструменту. При наскрізному зварюванні тонких листових заготовок наконечник обмежують з двох сторін заплечиками, а його висоту приймають рівною товщині деталей.

До переваг процесу зварювання тертям з перемішуванням відносять високі механічні властивості шва, відсутність холодних та гарячих тріщин, включень та пор,

малий тепловміст, низькі залишкові деформації та напруження, мінімальний час зварювання, відсутність дуги, присадного електродного металу та захисного газу, можливість автоматизації та роботизації, висока енергоефективність та відносно низька вартість з'єднання. Обмеженнями даного виду зварювання є мала товщина та необхідність жорсткого закріплення деталей, наявність технологічних отворів входу та виходу інструменту, відносно високі значення осьового притискання інструменту (до 100 кН), що вимагає відповідної жорсткості обладнання та зварюваної конструкції.

Важливою проблемою впровадження зварювання тертям з перемішуванням є вибір матеріалу для інструменту, який працює в складних умовах одночасної дії високої температури та механічних навантажень, та повинен володіти високою термостійкістю, міцністю на стиск при підвищеній температурі, тріщиностійкістю, однорідністю, а також стійкістю до зношування при робочих температурах даного виду зварювання. При виборі матеріалу для інструменту ЗТП враховують, що робочі температури на його поверхні вищі на 100–200 °С від температури рекристалізації зварюваного матеріалу. Для зварювання алюмінієвих сплавів рекомендують, як матеріал наконечника та заплечиків, використовувати інструментальні сталі, наприклад 4X5MФ1С, Х12МФ, Н13 (АІSІ), SKD61, SKD 11, SKH 57 (JIS), жароміцні сплави, наприклад ХН55ВМКТЮ та SUS440С (JIS), а також кермети на основі карбідів вольфраму або титану.

Ротаційне зварювання тертям з перемішуванням найбільш широко застосовується для зварювання алюмінієвих сплавів систем Al-Cu, Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Zn, Al-Li з товщиною деталей 1,6 - 30 мм (до 75 мм). Зварювання алюмінієвих сплавів тертям супроводжується налипанням алюмінію на робочі частини інструменту та значним зношуванням наконечника при температурах технологічного процесу. Враховуючи значний вплив налипання алюмінію на зношування інструменту для зварювання тертям доцільно продовжити дослідження з вивчення механізму зношування та твердофазної взаємодії зварюваних матеріалів (наприклад алюмінієвих сплавів) з матеріалом інструменту та трибоплівками, що утворюються в процесі зварювання.

Перспективним інструментальним матеріалом для ротаційного зварювання тертям з перемішуванням є жаростійкі кермети на основі карбідів титану та ніобію з нікель-хромовою зв'язкою. Дослідження у ТНТУ стійкості до зношування різального інструменту методом торцевого точіння даних керметів виявило їх значну стійкість при температурах різання 400–500 °С у порівнянні з твердими сплавами на основі карбиду вольфраму. Зношування відбувалось по задній поверхні, головним чином за абразивним механізмом без значного наростуутворення. Кермети на основі карбиду титану залишаються важливим матеріалом для виготовлення інструментів для ротаційного зварювання тертям з перемішуванням, враховуючи низьку адгезію карбиду титану до оброблюваних матеріалів (алюмінієвих сплавів) та порівняно вищі показники твердості, міцності та тріщиностійкості при високих температурах у групі керметів.

УДК 67.017:620.18:621.785

Т. О. Макруха, О. М. Дубовий, д-р. техн. наук, проф.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

ВПЛИВ ДЕФОРМАЦІЇ ТА ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ Ст3 ТА Х12

O. Duboviy, Dr., Prof., T. Makruha

INFLUENCE OF DEFORMATION AND PRE-RECRYSTALLIZATION HEAT TREATMENT ON MECHANICAL PROPERTIES OF St3 AND Cr12 STEELS

Наноструктурування сталей із застосуванням передрекристиалізаційної термічної обробки (ПТО) забезпечує суттєве підвищення фізико-механічних властивостей за рахунок формування нанорозмірної субструктури, але запропонована обробка [1] має недолік – короткочасну витримку (до 5 хв), що обмежує її застосування – тільки для деталей малого розміру. В роботі [1] встановлено можливість термічної стабілізації полігонізаційної субструктури в процесі ПТО технічно чистих заліза і нікелю впродовж 20...70 хв. і 10...60 хв. відповідно, яка полягає у проведенні холодної динамічної (30%) та наступної статичної деформації (30%) й ПТО з витримкою до 60 хв., при цьому твердість дещо зменшується, але залишається вищою порівняно зі станом після деформації на 14 і 27% відповідно.

Для дослідження впливу комбінованого деформування на тимчасовий опір руйнування, відносно звуження та відносно подовження обрано сталі Ст3 та Х12. Для відпалених зразків проводили комбіновану деформацію (динамічна деформація на 30% з наступною статичною деформацією на 30 %) та ПТО при температурі 500 °С.

Для визначення механічних властивостей зразки піддали розтягуванню під дією плавно зростаючого зусилля до руйнування (ГОСТ 1497-84), результати обчислювання наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Значення тимчасового опору руйнування та показників пластичності сталі Ст3 в залежності від виду деформації та термообробки

Матеріал	Вид обробки	σ_b , МПа	δ ,%	Ψ ,%
Ст3	Комбінована деформація	310	1,05	74
	Комбінована деформація з наступною ПТО протягом 2 хв	586	5,26	75
	Комбінована деформація з наступною ПТО протягом 60 хв	402	7,5	59
Х12	Комбінована деформація	1007	2,25	37
	Комбінована деформація з наступною ПТО протягом 2 хв	1567	2,3	40,44
	Комбінована деформація з наступною ПТО протягом 60 хв	1435	2,55	33

Наведені дані в табл. 1 свідчать, що тимчасовий опір руйнування після комбінованого деформування з наступною ПТО протягом 60 хвилин дещо зменшується відносно комбінованого деформування з короткочасною витримкою, але залишаються значно вищими, ніж після деформування, при цьому значення відносного подовження збільшуються.

Оскільки, в процесі дослідження була встановлена зміна значень механічних властивостей сталей, тому науковий і практичний інтерес представляє зміна субструктури, яка призвела до змін властивостей: середній розмір субзерна та кількість наноструктурних елементів.

За допомогою електронного мікроскопа SUPRA55VP отримані фотографії субструктури зразків сталі Ст3, які наведено на рис. 1.

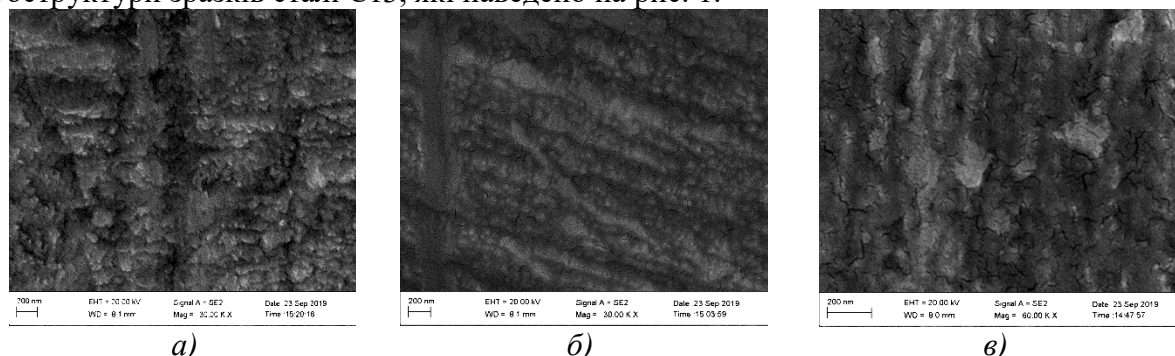


Рис. 1. Мікроструктури сталі Ст3: а) після комбінованої деформації; б) після комбінованої деформації та термічної обробки, яка забезпечує максимальні значення тимчасового опору руйнуванню; в) після комбінованої деформації та термічної обробки, яка забезпечує термічну стабілізацію полігонізаційної субструктури

З рис. 1 видно, що відбувається здрібнення субструктурних елементів після ПТО відносно деформованого стану, що підтверджують дані визначення середнього розміру субзерна з фактором форми $\sim 0,42$ та відносну кількість нанорозмірних субзерен (табл. 2), які отримали методом комп'ютерної металографії за допомогою програмного забезпечення *ImageProPlus*. Середній діаметр субзерна виміряні з інтервалом 2 градуси і проходять через центроїд об'єкта.

Таблиця 2. Значення середнього розміру субзерна та кількості нанорозмірних елементів сталі Ст3 в залежності від виду деформації та термообробки

Вид обробки	Середній розмір субзерна, нм	Кількість нанорозмірних субзерен, %
Комбінована деформація	94	55
Комбінована деформація з наступною ПТО, яка забезпечує максимум твердості	89	66
Комбінована деформація з наступною ПТО протягом 60 хв	92	62

Із наведених даних в табл. 2 випливає, що відбувається зменшення величини субзерен після ПТО відносно деформованого стану.

Таким чином, досліджено можливість підвищення тимчасового опору руйнування та відносного подовження шляхом комбінованого деформування з наступною ПТО. Встановлено, що найбільшій кількості субзерен (66 %) з діаметром ≤ 100 нм у сталі Ст3 можна досягти, застосовуючи комбінування динамічної на 30 % та статичної на 30 % деформацій з наступною ПТО при температурі 500 °С з витримкою до 60 хв.

Література

1. Дубовий, О. М. Вплив комбінованого деформування на термічну стабільність полігонізаційної субструктури заліза, нікелю й сталей 20; 45 / О. М. Дубовий, Лю Шен, Т. О. Макруха // Зб. наук.праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2017. - № 1. – С. 39-47.

УДК 656.078: 669.539

П. Попович, д-р. техн. наук, проф., Р. Теслюк, В. Луців, А. Добко
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

НАДІЙНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В АПК

P. Popovych, R. Teslyuk, V. Luciv, A. Dobko
RELIABILITY OF VEHICLES IN THE AGRICULTURAL COMPLEX

Дослідження надійності мобільної сільськогосподарської техніки для рільництва, зокрема тракторних причепів типів ММЗ, проводилися з урахуванням даних експериментальних випробувань на машино-випробувальних станціях в обсязі 2000 годин при транспортних роботах, у т.ч. 3500 циклів навантаження-розвантаження, що складає половину напрацювання, передбаченого технічними умовами [1, 2]. Під наглядом знаходилися 63 напівпричепів, також 20 причепів, виготовлених різними підприємствами в різних країнах, експлуатація причепів здійснювалася протягом усього року [1]. Після опрацювання, було представлено результуючі дані про середнє напрацювання на відмову основних елементів вказаних причепів. Встановлено, складові на які діють змінні навантаження (несуча система, підвіска) мають недостатній ресурс: відсоток відмов становить 50% - 80%. Зі всіх агрегатів особлива увага приділяється рамі, вона, відомо, будучи базовим агрегатом причепа, обмежує довговічність причепа [1, 3]. Створення нових аналітичних моделей НДС несучих конструкцій причепів – розкидачів досліджуваного типу ускладнене з причини, що конструктивні системи характеризуються одночасною статичною-невизначеністю за відношенням до зовнішніх опор, а також внутрішніх силових факторів [3, 4]. При теоретичних дослідженнях НДС цей враховано фактор, що зовнішні навантаження елементів несучої конструкції є нестационарними. Відомо, класичними методами оцінювання НДС складних плоских просторово навантажених конструктивних систем аналогічна задача розв'язується зі значними похибками, приймаючи ряд спрощень на основі яких послідовно розв'язуються дві задачі: перша - визначення зовнішніх силових факторів, друга - визначення внутрішніх силових факторів [4, 5]. Розв'язок вказаних задач на ПК з використанням відомих пакетів прикладних програм забезпечує розрахунки числових значень внутрішніх силових факторів в без можливості оцінювання процесів, які відбуваються у структурних елементах металоконструкції причепа, що викликає обов'язковість аналітичного моделювання процесів навантаженості та, при можливості, руйнування металоконструкцій мобільної техніки для рільництва.

Література

1. Попович П.В. Комплексний аналіз надійності несучих систем тракторних причепів при їхній експлуатації // - Вісник ХНТУСГ, Вип. 93 Харків, 2010. - С. 411-414.
2. Попович П.В. Алгоритм оцінки базових експлуатаційних властивостей колісних сільськогосподарських транспортних засобів / Попович П., Шевчук О., ін. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. № 181. – С. 198 - 203.
3. Попович П. Залишковий ресурс тонкостінних конструктивних елементів несучих систем сільськогосподарських машин при дії агресивних середовищ / П. Попович, Н. Хомик, Л. Добровольська // Вісник ХНТУСГ. – Харків. - 2014. - Вип. 146. - С. 142-150.
4. Попович П.В. Аналітична оцінка ресурсу несучих металоконструкцій сільськогосподарських машин /П.В. Попович, Т.І. Рибак, М.Я. Шашків // Вісник ХНТУСГ. – Харків. – Харків, 2010. - Вип. 100. – С. 17 - 20.
5. Popovych, P. V., Shevchuk, O. S., etc. (2016). The service life evaluation of fertilizer spreaders undercarriages. INMATEH, 50 (3), 39–46.

УДК 537.528 : 621.039.532

М.С. Присташ, канд. техн. наук, О.М. Сизоненко, д-р. техн. наук, проф.,
А.С. Торпаков, канд. техн. наук, Є.В. Липян, канд. техн. наук, Е.І. Тафтай
Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО СИНТЕЗУ МОДИФІКАТОРУ TiC–Ti

M. Prystash, Ph.D., O. Syzonenko, Dr., Prof., A. Torpakov, Ph.D., Ye. Lypian, Ph.D.,
E. Taftai

FEATURES OF ELECTRIC DISCHARGE SYNTHESIS TO TiC – Ti MODIFIER

Модифікуванням називають процес цілеспрямованої зміни структури литого металу і сплаву під впливом спеціально вводяться дуже малих добавок (модифікаторів). Модифікатори сприяють кристалізації структурних складових в округлу форму, значного їх подрібнення і рівномірному розподілу за всім об'ємом. Новий підхід в методах отримання модифікаторів полягає в тому, що тугоплавкі частинки (зокрема, TiC) не вводяться механічно у порошкову суміш в ролі додаткового компоненту при змішуванні порошків, як у відомих методах, а утворюються при їх високовольтній електророзрядній обробці (ВЕР) порошку титану в результаті реакційного синтезу під впливом мікроплазмових розрядів.

Встановлено, що найбільш інтенсивне диспергування порошку у гасі із застосуванням електродної системи Вістря-Площина (ЕС "В – П") спостерігалось після обробки із питомою енергією обробки $W_{num} = 10$ МДж/кг – розподіл частинок характеризується піками в областях 7,5 мкм і 30 мкм: ~23 % і ~22 % відповідно. При цьому вміст частинок розміром менше 1 мкм склає близько 8 %.

Після ВЕР обробок у гасі із застосуванням ЕС "В – П" при збільшенні питомої енергії обробки ($W_{num} = 2,5$ МДж/кг, $W_{num} = 5$ МДж/кг і $W_{num} = 10$ МДж/кг) процентний вміст вуглецю збільшується до $C_C = 3,3$ %; $C_C = 10,3$ % і $C_C = 19,6$ %, а процентний вміст карбіду титану – до $C_{TiC} = 1,2$ %; $C_{TiC} = 2,2$ % і $C_{TiC} = 6,5$ % відповідно.

Експериментально встановлено, що застосування багатовістрійної системи з трьома електродами (ЕС "ЗВ–П") у діапазоні енергій до 10 МДж/кг дозволяє синтезувати суміш порошків Ti–TiC (40 % - 60 %) з середнім діаметром частинок $d_{cp} = 3,5$ мкм. Середній діаметр частинок порошку титану після ВЕР обробки у гасі в режимах із $W_{пит} > 10$ МДж/кг аналогічний ЕС "В – П".

Після ВЕР обробки у етиловому спирті розмір частинок зменшуються з 60 мкм (~55 %) для вихідного порошку до 9 мкм (40 % при $W_{num} = 40$ МДж/кг) а вміст частинок розміром менше 1 мкм склав близько 20 % вже починаючи з $W_{пит} = 10$ МДж/кг.

Встановлено, що процес синтезу карбіду титану, одержаного в результаті ВЕР обробки порошку титану у спирті та гасі та з використанням електродних систем "В–П" та "ЗВ–П" відбувається за практично однаковими залежностями (в межах похибки) для режимів із однаковим значенням питомої енергії обробки. Головна різниця полягає у стехіометричності TiC – в гасі характерним є значно менші періоди ґратки синтезованого карбіду титану (до 0,42929 нм), що свідчить про його нестехіометричний склад ($TiC < 0,50$), а у спирті стехіометричний склад карбіду титану становить $TiC_{0,67...0,70}$, (періоди ґратки в середньому 0,43178 нм).

УДК 667.64:678.026

О.О. Сапронов, канд. техн. наук, доц., Антоніо Бертем
Херсонська державна морська академія, Україна

РОЗРОБКА ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ПІДВИЩЕНИМИ ТЕПЛОФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТРАНСПОРТУ

O. Sapronov, Ph.D., Assoc. Prof., Antonio Bertem Da Gloria De Deus
DEVELOPMENT OF POLYMERIC MATERIALS WITH INCREASED
THERMOPHYSICAL PROPERTIES FOR TRANSPORT REPAIR

Значна кількість деталей транспорту працює за температури, діапазон якої коливається у межах 293...373°K і вище. Тому, використання полімерних матеріалів потребує уявлення не лише про адгезійні і механічні властивості, а й теплофізичні. Введення наповнювачів в епоксидну матрицю надає системі принципово нових властивостей, що сприяє появі низки факторів, які суттєво впливають на закономірності формування та структуроутворення полімеру. Тому, дослідження впливу вмісту дисперсних добавок різної фізико-хімічної природи на властивості полімерних матеріалів є актуальним і перспективним напрямком матеріалознавства.

Мета роботи – дослідити вплив вмісту бору кристалічного на коефіцієнт лінійного розширення полімерних матеріалів.

Методика дослідження. Основним компонентом для зв'язувача при формуванні полімерних матеріалів вибрано епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), який зшивали твердником поліетиленполіаміном (ПЕПА) (ТУ 6-05-241-202-78). Як наповнювач використано дрібнодисперсні частки ($d = 8...10$ мкм) бору кристалічного (густина $\rho = 2,45$ г/см³). Вміст бору кристалічного змінювали в межах $q = 20...60$ мас.ч. Для отримання систематичної інформації про стійкість матеріалів до лінійного розширення за умови зростання температури, проводили дослідження термічного коефіцієнту лінійного розширення (ТКЛР) матриці і розроблених полімерних матеріалів. ТКЛР полімерів у різних діапазоні температур розраховували за дилатометричними кривими. Найменшим значенням ТКЛР ($\alpha = 1,58 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) у області лінійного розширення $\Delta T = 303...323$ К характеризується КМ із вмістом часток БК – $q = 40$ мас.ч., що пов'язано з механічним ущільненням тривимірної просторової сітки полімеру, яке забезпечує вповільнення рухливості як сегментів, так і основного ланцюга. Особливої уваги заслуговує отримані значення ТКЛР в області лінійного розширення $\Delta T = 303...373$ К для КМ із вмістом БК $q = 40$ мас.ч. Такий матеріал не лише характеризується найменшим значенням ТКЛР – $\alpha = 1,67 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ (у даній температурній області), а й незначною його зміною порівняно з попереднім температурним діапазоном вимірювання ТКЛР ($\Delta\alpha = 0,09 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$). Це у свою чергу дозволяє стверджувати, про можливість відновлення розробленими КМ пошкоджень (у вигляді тріщин, пробойн, сколів) корпусних деталей, резервуарів з рідинами та ін., що працюють у діапазоні температур $\Delta T = 303...323$ К.

Аналіз працездатності розроблених КМ у температурній області $\Delta T = 303...423$ К дозволяє констатувати наступне. Підвищення температури приводить до збільшення теплової енергії, а це в свою чергу призводить до збільшення молекулярної рухливості. Слабка міжмолекулярна взаємодія у температурній області, що пов'язана із деформаційними коливаннями основного ланцюга, призводить до зростання значення ТКЛР. Таким чином не зважаючи на найменші значення ТКЛР для КМ із вмістом БК $q = 40$ мас.ч., його використання є обмеженим у температурній області $\Delta T = 303...423$ К, поза як лінійне розширення матеріалу зростає у 2,5 рази (порівняно з попередніми температурними діапазонами).

UDC 669.046:536.24.001.57

V. Skachkov¹, Ph.D., Assoc. Prof., A. Karpenko¹, Ph.D., B. Balbekova², Ph.D., Assoc. Prof.

¹Zaporizhzhya National University, Ukraine

²Karaganda State Technical University, University of the First President of the Republic of Kazakhstan

COMPACTING CARBON COMPOSITES BY PRODUCTS PYROLYSIS OF NATURAL GAS IN THE THERMOCHEMICAL FLOW-TYPE REACTORS

At the production of carbon composites one of the important stages is a compacting of their porous structure by pyrocarbon from a gas phase with the use of natural gas (methane). During of homogeneous reactions, in the thermochemical flow-type reactors the complex of saturated and unmaximum hydrocarbons, and also row of radicals appear. Initial hydrocarbon and products of homogeneous reactions diffuse to the heated surfaces of composite and into its porous structure with subsequent decomposition on the heated walls of pores and formation of solid phase, namely pyrocarbon.

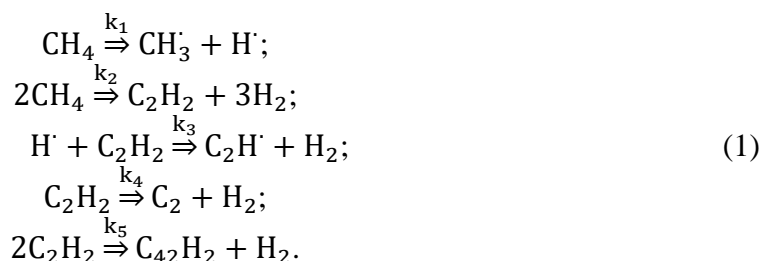
Equations of mass transfer for components of reaction gas mixture and chemical transformation are offered in the conditions of gas flow along the axis of reactor. A correlation of the concentration of components of reaction gas mixture in the volume of reactor and on the surface of porous composite is obtained, which was specified by the twostream approaching for porous bodies.

At solving the system of equations of mass transfer for components of reaction gas mixture the circular axisymmetrical reactor was considered, for which the function describing the structure of gas streams, does not depend on a circuitous coordinate, and office hours is stationary. Also, it was supposed that deposition rate of pyrocarbon in the porous structure of composite was low enough, and porosity of composite is the slowly changing function of time. For this case, a task about the mass transfer in the single cylindrical pore in carbon composite was formulated and the transcendent equation of the change of density of composite material on the thickness of its wall was obtained.

Introduction

Target-setting. At the production of carbon composites one of the important stages is a compacting their porous structure by pyrocarbon with the use of natural gas (methane) [1]. When homogeneous reactions occur, the complex of paraffinic and unsaturated hydrocarbons and a number of radicals appears [2-5]. Products of homogeneous reactions and initial hydrocarbon diffuse to the heated surfaces of composite and then into its porous structure where subsequently decomposition on heated walls of pores and form a solid phase, namely pyrocarbon.

The assemblage of volume chemical reactions of methane pyrolysis can be presented as system of equations:



Carbon composite samples and reactor walls have almost identical temperatures. Near the heated surfaces of composites, the temperature of reaction gases corresponds the temperature of reactor walls, but with distance from walls the temperature of gases decreases and in area of mainlines of its flow has a minimum value.

Objective of the work is to study the processes of mass transfer of reaction gases mixture and deposition of pyrocarbon in flow-type reactors at the compacting of carbon composite from a gas phase.

For conditions of gas flowing along the reactor axis and diffusion rate lower than flow rate, equations of mass transfer of i -th component of reaction gas mixture and chemical transformation can be written as:

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = \operatorname{div}(\bar{V} \cdot C_i - D_{iN} \cdot \Delta C_i) = k_i \cdot C_1^n \cdot C_2^n \dots C_N^n, \quad (2)$$

where C_i – a concentration of i -th component of gas mixture; D_{in} – a coefficient of diffusion of i -th component from mixture of N components; ΔC_i – a concentration gradient; k_i , n – a rate constant of homogeneous reaction and reaction order on i -th component respectively.

A solving of the system of equations (2) is possible, if the initial and border conditions of the studied process are known.

Computing experiment with the use of the offered mathematical model was performed by means of the computer program in programming environment «Delphi».

Initial data for the calculation are natural gas composition and flow rate; geometrical parameters of reactor; initial porosity and thickness of carbon composite wall; middle radius of pores; temperature and remaining pressure in reactor; duration of pyrocarbon deposition process.

The out parameters are distribution of individual hydrocarbons (radicals) concentration in the volume of reactor and in the porous structure of carbon composite; deposition rate of pyrocarbon; distribution of composite density on the wall thickness for its different areas.

As a numeral example the calculation of pyrolytic compaction of composite was executed for next conditions: composite on basis of graphitized carbon clothes with novolak-type binder; natural gas (96,50 % CH_4 ; 0,54 %; C_3H_8 ; 0,44 % C_2H_6 ; 0,20 % C_4H_{10} ; 1,5 % H_2 ; 0,82 % N_2) at a temperature 1050-1100 °C; remaining pressure 1.0 kPa, open porosity of composite - 24 %; middle radius of pores 7,0 μm).

Authentication of the offered mathematical model was performed by comparison of calculated values of carbon composite density with real ones obtained during in optical and mechanical researches. It was found that variance of theoretical and experimental values of density is, on average 0.5 %, that confirm to applicability of the offered model to the quantitative estimation of density distribution on thickness of composite wall at its compacting from a gas phase.

The model for natural gas pyrolysis process and mass transfer of reaction gas mixture at compacting of carbon composites by pyrocarbon deposited in flow-type reactor is developed. Offered model was successfully tested at practical calculations of pyrolytic compacting carbon composites` in reactors of different construction.

References

1. Tesner, P.A. (1972). *Образование угля из газовой фазы* [Formation of carbon from gas phase]. Moskva : Khimiia [in Russian].
2. Poltorak, V.A., & Voevodskii, V.V. (1954). *O edinom tsepnom mekhanizme termicheskogo raspada uhlevodorodov* [About the single mechanism of thermal decomposition of hydrocarbons]. *Doklady AN SSSR – Lektors of AS the USSR*, Vol. 91, 3, 589-591 [in Russian].
3. Maharil, R.Z. (1973). *Образование угля при термических превращениях индивидуальных углеводородов и нефтепродуктов* [Formation of carbon at thermal transformations of individual hydrocarbons and petroleum products]. Moskva : Nauka [in Russian].
4. Makarov, K.I., & Pechik V.K. (1975). *Issledovanie kinetiki termoklimicheskogo prevrashcheniia metana* [Research of kinetics of thermal transformation of methane]. *Kinetika i kataliz – Kinetics and Catalysis*, XVI, Vol. 6, 1484-1500 [in Russian].
5. Deriahin, B.V., & Fedoseev, D.V. (1977). *Rost almaza i hrafita iz gazovoi fazy* [Growth of diamond and graphite from a gas phase]. Moskva : Nauka [in Russian].

УДК 667.64:678.026

С.О. Сметанкін, К.Ю. Юренін, В.Л. Алексенко
Херсонська державна морська академія, Україна

ДИЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НАПОВНЕНИХ НАНОДИСПЕРСНОЮ САЖЕЮ

S. Smetankin, K. Yurenin, V. Aleksenko, Ph.D.

DIELECTRIC PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS FILLED WITH CARBON BLACK NANOPOWDER

На сьогодні полімерні композиційні матеріали є об'єктом інтенсивних досліджень. Авторами [1-3] особливої уваги відведено дослідженню електрофізичних властивостей матеріалів. Традиційно, полімери вважаються електрично ізоляційними матеріалами через низьку концентрацію у їх складі вільних носіїв заряду. Однак електричні характеристики полімерів можуть бути поліпшені шляхом включення до їх складу електропровідного наповнювача. Отримані, таким чином, електропровідні полімерні композити поєднують у собі поліпшені механічні властивості та простоту переробки з унікальними електричними властивостями провідних частинок. Полімерні композити, які містять електропровідний наповнювач мають великий потенціал для застосування в різних областях, наприклад, створення різноманітних сенсорів, антистатичного екранування, захист від електромагнітного випромінювання, а також в електроніці та аерокосмічній промисловості. Для виготовлення полімерних матеріалів з поліпшеними фізико-механічними та електропровідними властивостями переважно використовують вуглецеві наповнювачі, такі як вуглецеві нанотрубки, фулерени, графен, вуглецеві волокна та нанопорошки активованого вугілля. Для створення полімерних матеріалів із високою діелектричною проникністю перспективним є використання технічної сажі як наповнювача. На відміну від керамічних наповнювачів, які традиційно використовуються для створення полімерних матеріалів із високою діелектричною проникністю, використання сажі поліпшує механічні властивості таких матеріалів та дозволяє розширити область їх застосування. Для забезпечення частотної інваріантності та високих значень діелектричної проникності доцільно використовувати частинки наповнювача із перехідною структурою, щоб створити мінімальний градієнт властивостей між наповнювачем та полімерною матрицею. Цим вимогам відповідають частинки нанодисперсної сажі, які мають структуру типу «ядро-оболонка», де ядром є вуглець, а оболонкою – різні функціональні групи, які розташовані на поверхні частинки. Даний наповнювач має відносно невелику електропровідність, що робить перспективним їх використання для створення матеріалів із високою діелектричною проникністю.

Саме тому, **метою даної роботи** є – вивчення впливу концентрації нанодисперсної сажі на діелектричні властивості епоксидних композиційних систем та оцінка перспективності даних систем для створення матеріалів із високою діелектричною проникністю.

Методика дослідження. Основним компонентом для зв'язувача при формуванні полімерних матеріалів вибрано епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), який зшивали твердником поліетиленполіаміном (ПЕПА) (ТУ 6-05-241-202-78). В якості наповнювача використовувалась нанодисперсна сажа CARBON BLACK марки PowCarbon 2419G (CAS No.: 1333-86-4, EINECS No.: 215-609-9) виготовлена компанією «Black Diamond Material Science Co., Ltd.», Китай. Розмір частинок порошку встановлено за допомогою методу електронної мікроскопії який становить 24 ± 2 нм.

Питома площа поверхні частинок становить 145 ± 20 м²/г. Наповнювач нанодисперсному сажу (НДС) вводили в кількості від 0,1 до 29,00 мас. % (далі %).

Дослідження впливу кількості НДС в епоксидному олігомері на діелектричну проникність показали, що дійсна частина діелектричної проникності (ϵ') композиційних матеріалів практично постійна в широкому діапазоні частот. Такий ефект, ймовірно, пов'язаний із структурою частинок НДС, які мають вуглецеве ядро та оболонку із різних функціональних груп на поверхні, при цьому створюється мінімальний градієнт діелектричної проникності між матрицею та наповнювачем. Паралельно встановлено, що підвищенням концентрації нанодобавки, до максимального значення (29 %), в епоксидний зв'язувач, показники дійсної діелектричної проникності різко збільшуються. Вважали, що таке різке зростання функції $\epsilon'(\varphi)$ зі зростанням вмісту наповнювача у системі пояснюється формуванням у полімерній матриці розгалуженого кластера із частинок наносажі. Важливу роль у зростанні діелектричної проникності відіграє Maxwell-Wagner-Sillars (MWS)-поляризація, яка викликана мережею розгалужених електропровідних кластерів із частинок сажі, які ще не утворили перколяційний кластер. До порогу перколяції, відстань між частинками НДС недостатня, а також для перескоку зарядів або для їх тунелювання. При накладанні зовнішнього електричного поля, на поверхнях сусідніх частинок НДС, які розділені непровідною полімерною матрицею, накопичуються протилежні за знаком заряди. При цьому по всьому об'єму нанопоповненої системи утворюються велика кількість маленьких конденсаторів, які роблять значний вклад у діелектричну проникність систем.

Варто відмітити, що при вмісту наповнювача 29 %, отриманий матеріал характеризується високим значенням діелектричної проникності, яка у частотному інтервалі від 100 Гц до 100 кГц варіюється від 4680 до 4000. Такі значення є вищими за значення отримані для аналогічних систем. Наприклад, Macutkevic та ін. для системи епоксид-сажа отримали максимальне значення = 100 [1], Abdelaziz та ін. для системи полікарбонат-наносажі отримали = 250 [2], а Xu та ін. для системи епоксидна смола-сажа отримали = 2300 [3].

У результаті проведеної роботи було встановлено вплив нанодисперсної сажі на діелектричні властивості полімерних композитних систем на основі епоксидної смоли та вивчено особливості діелектричної проникності досліджуваних матеріалів. Показано, що діелектрична проникність систем епоксид-наносажі майже не змінюється у частотному діапазоні 10^2 – 10^5 Гц, що пов'язано зі структурними особливостями частинок наповнювача, які забезпечують існування мінімального градієнту діелектричної проникності між матрицею та наповнювачем. Виявлено, що при вмісту наповнювача 29%, отриманий матеріал характеризується високим значенням діелектричної проникності, яка становить 4680. Отже, відносна частотна інваріантність діелектричної проникності та її високе значення дозволяє використовувати отримані системи як матеріали із високою діелектричною проникністю для електротехнічних приладів.

Література

1. Macutkevic, J., Kuzhir, P., Paddubskaya, A., Maksimenko, S., Banys, J., Celzard, A., Bellucci, S. (2013). Electrical transport in carbon black-epoxy resin composites at different temperatures. *Journal of Applied Physics*, 114(3), 033707. doi:10.1063/1.4815870
2. Abdelaziz, M. (2013). The effects of carbon nanoparticles on thermal and dielectric properties of bisphenol A polycarbonate. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 28(7), 1026–1046. doi:10.1177/0892705713495436
3. Jianwen Xu, Wong, M., & Wong, C. P. (n.d.). Super high dielectric constant carbon black-filled polymer composites as integral capacitor dielectrics. 2004 Proceedings. 54th Electronic Components and Technology Conference (IEEE Cat. No.04CH37546). doi:10.1109/ectc.2004.1319391.

УДК 667.64:678.026

В.В. Соценко, А.В. Сапронова

Херсонська державна морська академія, Україна

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМИ ГАЗОТУРБІННОГО НАГНІТАННЯ ПОЛІМЕРНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

V. Sotsenko, A. Sapronova

RESTORATION OF PARTS OF GAS TURBINE INJECTION SYSTEM BY POLYMER MATERIALS

Важливим інструментом для зниження витрати палива та підвищення потужності судових двигунів, є використання системи газотурбінного нагнітання. За своєю функціональністю, системи нагнітання дозволяють збільшити подачу палива до циліндрів, що в свою чергу призводить до підвищення потужності двигуна. В процесі експлуатації під дією динамічних і статичних навантажень, а також тривалого впливу агресивного середовища відбувається зношення деталей турбонагнітачів і утворення зазорів між їх робочими поверхнями. В результаті, знижуються експлуатаційні характеристики двигуна і збільшуються діючі на нього навантаження. Для відновлення та усунення слідів спрацювання деталей компресорної частини турбонагнітачів використовуються полімерні матеріали. Актуальним на сьогодні є розробка нових і вдосконалення існуючих полімерних матеріалів, що дозволять підвищити стійкість до руйнування деталей компресорної частини турбонагнітачів в умовах впливу підвищених навантажень та агресивних середовищ.

Мета роботи – розроблення епоксикомпозитного матеріалу із підвищеними адгезійними характеристиками для відновлення деталей водного транспорту.

У якості основного компоненту для зв'язувача вибрано епоксидний олігомер DER – 331. Для його зшивання використовували твердник поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-05-241-202-78) та триетилентетрамін ТЕТА (ТУ 6 – 02 – 1099 - 83), що дозволяє полімеризувати композицію при кімнатних температурах. Полімеризація зразків проводилась при температурах $T = 393 \text{ K}$ і $T = 413 \text{ K}$.

Встановлено, що при введенні твердника ПЕПА за вмісту $q = 8 \text{ мас.ч.}$ та температурі полімеризації $T = 393$ значення адгезійної міцності при відриві становить – $\sigma_a = 50,4 \text{ МПа}$. При подальшому збільшенні вмісту твердника ПЕПА в кількості до $q = 10...14 \text{ мас.ч.}$, спостерігали суттєве зниження показників адгезійної міцності до $\sigma_a = 37,4...21,2 \text{ МПа}$. Підвищивши температуру затвердження ($T = 413 \text{ K}$) спостерігали подібну тенденцію при якій максимальне значення адгезійної міцності при відриві ставить $\sigma_a = 54,66, \text{ МПа}$. Наступним етапом досліджували вплив твердника ТЕТА при вище вказаних концентраціях та температурах затвердження на адгезійні властивості полімерного матеріалу. Встановлено, що при введенні твердника ТЕТА за вмісту $q = 8 \text{ мас.ч}$ та температури затвердження $T = 393 \text{ K}$ значення адгезійної міцності при відриві становить – $\sigma_a = 42,2 \text{ МПа}$. Встановлено, що при збільшенні вмісту твердника до $q = 10...14 \text{ мас.ч}$, адгезійна міцність знижується та становить – $\sigma_a = 36,9... 27,58 \text{ МПа}$. Підвищуючи температурний режим полімеризації до $T = 413 \text{ K}$, зберігаючи при цьому вміст твердника ($q = 8 \text{ мас.ч.}$), отримали значення показників адгезійної міцності при відриві $\sigma_a = 34,9 \text{ МПа}$.

Аналізуючи отримані результати дослідження можна зробити висновки, що отриманий полімерний матеріал, а саме композиція з епоксидного олігомеру DER – 331 і твердника ПЕПА в кількості $q = 8 \text{ мас.ч.}$ при температурі полімеризації $T = 413 \pm 2 \text{ K}$ може використовуватися для усунення зазорів між деталями компресорної частини турбонагнітачів та відновлення їх поверхонь.

УДК 667.64:678.026

П.Д. Стухляк, д-р. техн. наук, проф., О.С. Голотенко, канд. техн. наук,

Р.З. Золотий, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ СТРУКТУРОУТВОРЕННІ ЕПОКСИДНИХ МАТРИЦЬ ПІСЛЯ НВЧ-ОБРОБКИ

P. Stukhlyak, Dr. Prof., O. Golotenko, Ph. D., R. Zoloty, Ph. D., Assoc. Prof.

REGULARITIES OF PHYSICS and CHEMICAL PROCESSES IN THE STRUCTURE FORMATION OF EPOXY MATRIXES AFTER MICROWAVE TREATMENT

Як відомо досить ефективним, на сьогоднішній день, є використання енергії надвисокочастотних (НВЧ) електромагнітних коливань при створенні нових метало- та енергозберігаючих матеріалів на основі епоксидних смол. Було проведено дослідження впливу НВЧ електромагнітних коливань на закономірності перебігу фізико-хімічних процесів при структуроутворенні епоксидних матриць.

Аналіз ІЧ-спектрів дозволив встановити, що смуги поглинання у діапазоні хвильових чисел $\nu = 420,48 \dots 474,49$ см⁻¹ відповідають коливанням -CH₂-груп. Смуга поглинання при хвильовому числі $\nu = 829,39$ см⁻¹ відповідає маятниковим -NH-, -CH-, валентним -C-C- коливань, первинної CH₂-NH₂, CH-NH₂ аміногрупи і епоксидного циклу. При цьому найменшу інтенсивність пропускання, яка становить $T = 18,7$ %, з напівшириною $b = 21,9$ см⁻¹, характеризується матриця модифікована НВЧ електромагнітною обробкою з часом обробки 30 с, що свідчить про підвищений ступінь зшивання. Встановлено підвищення показників фізико-механічних і теплофізичних властивостей матеріалу. Смуги поглинання $\nu = 729,09$ см⁻¹ і $\nu = 767,67$ см⁻¹, які виявлені в усіх досліджуваних матрицях відповідають маятниковим коливанням -CH-, -NH- груп і первинної аміногрупи -NH₂. Також виявлено смугу поглинання при хвильовому числі $\nu = 1246,02$ см⁻¹ (рис.), яка вказує на деформаційні коливання груп -OH-, валентні коливання груп -C-O-, -C-N, наявність епоксидних груп та вторинних -NH-R і третинних -N-R₂ аміногруп. Смуга поглинання при хвильовому числі $\nu = 1732,08$ см⁻¹ відповідає подвійним зв'язкам -C=C-, -C=N- та -C=O- груп. При цьому найменшу інтенсивність пропускання серед модифікованих електромагнітним НВЧ обробленим матриць, яка становить $T = 13,3$ %, з напівшириною $b = 38,9$ см⁻¹, характеризується матриця модифікована НВЧ електромагнітним полем з часом обробки 30 с.

Слід очікувати підвищення показників фізико-механічних і теплофізичних властивостей. Крім того, наявність смуг поглинання в діапазоні частот $\nu = 3552,88 \dots 2870,08$ см⁻¹ свідчить про наявність -CH- і водневих -OH-груп, максимальну кількість яких виявлено для матриці модифікованої НВЧ електромагнітним полем з часом обробки 30 с

УДК 621.537.528:621.762.3

**А.С. Торпаков, канд. техн. наук, О.М. Сизоненко, д-р. техн. наук, проф.,
Є.В. Липян, канд. техн. наук, М.С. Присташ, канд. техн. наук**
Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, Україна

ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ КОМПОЗИТУ СИСТЕМИ TiC–Ti

A. Torpakov, Ph.D., O. Syzonenko, Dr., Prof., Ye. Lypian, Ph.D., M. Prystash, Ph.D.
**ELECTRIC DISCHARGE METHOD OF SYNTHESIS OF TiC–Ti SYSTEM
COMPOSITE**

Для отримання композиту TiC – Ti використано новий підхід, який полягає в тому, що синтез TiC, відбувається в дві стадії. На першій стадії відбувається активування та підготовка поверхні порошків Ti і синтез TiC та нановуглецю різних алотропних модифікацій під час обробки порошків високовольтним електричним розрядом (ВЕР) у вуглеводневій рідині. Вплив на середовище при ВЕР обробці є багатофакторним, і одним з факторів, що впливають на дисперсність та фазовий склад порошку, є вплив плазми міжчасткових розрядів на порошок, що оброблюється.

Високі значення температури і тиску плазмових каналів сприяють інтенсифікації протікання хімічних реакцій і забезпечують оплавлення частинок з подальшою абляцією металу, що можливо дослідити та обґрунтувати теоретично. Результати виконаного теоретичного моделювання взаємодії металу частинки та плазми міжчастинкового розряду свідчать, що ступінь руйнування частинки в результаті випаровування за один розряд може варіюватися від 2 % до повного руйнування. На другій стадії при іскроплазмовому спіканні (ІПС) відбувається синтез композиту TiC–Ti при збереженні наноструктури. При цьому енергетичні витрати на ВЕР підготовку шихти складають 2,5 кВт·год/кг, а на ІПС шихти – 0,5 кВт·год/кг. Визначено оптимальні параметри ВЕР обробки порошку Ti в дисперсній системі «вуглеводнева рідина – порошок» для синтезу порошку TiC–Ti ультрадисперсного діапазону (від 300 до 600 нм), які полягають у обробці порошку як у етиловому спирті, так і у гасі з питомою енергією від 10 до 20 МДж/кг (вміст карбиду $C_{TiC} \sim 19\%$ та $\sim 23\%$ відповідно).

Досліджено процеси структуроутворення композиційного матеріалу TiC–Ti при консолідації методом ІПС з температурою $T = 1100^\circ\text{C}$, швидкістю нагрівання $10^\circ\text{C}/\text{c}$ та витримкою протягом 180 с та відпрацьовано технологічні прийоми компактування композитів. Встановлено, що консолідація суміші Ti – TiC після ВЕР обробки дозволяє збільшити вміст TiC у компакті з 19 % до 30 % при консолідації суміші, обробленої з питомою енергією 10 МДж/кг, та з 23 % до 87 % при консолідації суміші обробленої з питомою енергією 20 МДж/кг. Встановлено, що збільшення питомої енергії до 20 МДж/кг і більше, призводить до накопичення вільного вуглецю, що негативно впливає як на процес ІПС, так і на властивості отриманого металоматричного композиту.

Отриманий за встановленими оптимальними режимами обробки та консолідації композиційний матеріал системи TiC–Ti має твердість за Віккерсом до 4,8 ГПа та зносостійкість до 1,7 м/мг, при цьому мікротвердість зміцнюючих частинок сягає $H_v = 2,8$ ГПа.

УДК 621.34

М.І. Цепенюк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ СИНХРОННОГО ОБЕРТАННЯ ІЗ ЕЛЕКТРИЧНИМ РОБОЧИМ ВАЛОМ

M.I. Tsepenyuk, Ph.D., Assoc. Prof.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE SYNCHRONOUS ROTATION MECHANISM WITH ELECTRIC WORKING SHAFT

У наш час відомо багато систем, які забезпечують синхронне обертання роторів електродвигунів у багатопривідних механізмах. Найбільш просто вирішується дана задача шляхом обладнання механізму системою електричного робочого вала, яка утворюється підключенням обмоток роторів асинхронних двигунів до спільного трьохфазного опору.

Теоретичні дослідження динаміки механізмів синхронного обертання з врахуванням електромагнітних і механічних перехідних процесів проводяться при деяких допущеннях, прийнятих при математичному описанні системи. Крім того, нелінійні диференціальні рівняння досліджуваних систем розв'язуються числовими методами. Все це впливає на точність результатів досліджень, тому необхідна експериментальна перевірка результатів теоретичних розрахунків.

Експериментальні дослідження динаміки системи синхронного обертання із електричним робочим валом проводились на спеціально спроектованій і виготовленій моделі, яка складається із двох асинхронних двигунів із фазними роторами, обмотки роторів яких підключені до спільного трьохфазного опору, маховика, муфти змінної жорсткості, вимірювальної апаратури.

Навантаженням на один із двигунів у даному випадку є момент сил інерції маховика.

Дослідження перехідних процесів в механізмі синхронного обертання проводились при змінних значеннях додаткового опору кола роторів фазних машин і жорсткості пружної муфти.

Результати експериментальних досліджень показали, що в початковому періоді розгону кут розузгодження має коливний характер, але через деякий час від початку пуску значення його різко зростає і рух системи здійснюється асинхронно. Це пояснюється тим, що в досліджуваному механізмі відсутнє постійно діюче навантаження на двигун, крім незначного від сил тертя, тому при переході в усталений рух ковзання двигунів прямує до нуля і в результаті втрачаються зрівноважувальні властивості системи.

Збільшення додаткового опору в колі роторів електродвигунів приводить до зменшення амплітуд коливань кута розузгодження. При цьому час від початку пуску до переходу системи в асинхронний рух збільшується.

Дослідження проводились також при різних значеннях жорсткості муфти і, відповідно, частоти власних механічних коливань системи. При цьому встановлено, що пружні коливання в даному механізмі мають незначний вплив на коливання кута розузгодження.

Для встановлення достовірності теоретичної моделі були проведені теоретичні дослідження динамічних процесів експериментальної установки. Порівняння експериментальних і теоретичних результатів досліджень підтвердили достатню точність теоретичних розрахунків. Розходження складає, в залежності від параметрів системи, від 5 до 16%.

УДК 539.3

Л.І. Цимбалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц., Н.І. Блашак, канд. фіз.-мат. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВПЛИВ ПЕРЕПАДУ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА РОЗПОДІЛ
ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПО ТОВЩИНІ ПЛАСТИНИ В ОКОЛІ
ПРЯМОЛІНІЙНОГО ЗВАРНОГО ШВА**

L. Tsymbaliuk, Ph.D, Assoc. Prof., N. Blashchak, Ph.D, Assoc. Prof.

**ESTIMATION OF THE PLASTIC STRAIN OVERFULL ON THE DISTRIBUTION
OF THE RESIDUAL STRESSES ALONG THE PLATE THICKNESS NEAR THE
LINEAR WELD**

Широкого розповсюдження для визначення залишкових напружень і деформацій набувають розрахунково-експериментальні методи, зокрема, метод умовних пластичних деформацій, де використовуються рівняння механіки деформівних твердих тіл із власними напруженнями та експериментальна інформація, яку отримують за допомогою неруйнівних фізичних методів.

Моделюючи зварне з'єднання необмеженим плоским шаром товщиною $2h$, розглянуто його рівновагу під дією поля пластичних деформацій e_{ij}^0 . Для одержання основних співвідношень, що описують напружений стан шару, компоненти тензора деформацій зображено у вигляді суми $e_{ij} = e_{ij}^e + e_{ij}^0$, $i, j = \overline{1,3}$ [2], тут e_{ij} - компоненти тензора повної деформації; e_{ij}^0 - компоненти тензора залишкових пластичних деформацій; e_{ij}^e - компоненти тензора пружних деформацій.

Вивчено вплив перепаду пластичних деформацій на розподіл залишкових напружень по товщині пластини в околі прямолінійного зварного шва. Розглянуто випадок, коли пластинка перебуває під дією симетричного, відносно серединної поверхні, поля пластичних деформацій, компоненти якого подано у вигляді

$$e_{xx}^0 = E_{xx}^0(x)f(z), \quad e_{yy}^0 = E_{yy}^0(x)f(z), \quad e_{zz}^0 = E_{zz}^0(x)f(z), \quad (1)$$

де $f(z) = 1 - mz^2$, m - числовий параметр.

Застосувавши до ключових рівнянь інтегральне перетворення Фур'є і виконавши відповідні викладки, аналогічно [1], отримуємо формули для обчислення залишкових напружень у довільній точці пластини.

Для поля пластичних деформацій (1) виконано числовий аналіз і встановлено, що рівень поперечних нормальних напружень σ_{xx} суттєво залежить від перепаду пластичних деформацій по товщині пластини; значні градієнти по товщині пластини навіть невеликих за величиною нормальних σ_{zz} , поперечних σ_{xx} та дотичних σ_{xz} напружень зумовлюють високі значення поздовжніх σ_{yy} напружень; нормальні напруження досягають максимальних значень посередині пластини, а дотичні – на деякій відстані від її поверхні.

Література

1. Вигак В.М. Управление температурными напряжениями и перемещениями. – К.: Наук. Думка, 1988. – 312 с.
2. Подстригач Я.С., Осадчук В.А., Марголин А.М. Остаточные напряжения, длительная прочность и надежность стеклоконструкций. –К.: Наук. Думка, 1991. – 296 с.

УДК 656.078: 669.539

О.С. Шевчук, канд. техн. наук, Н. Селіванова

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Національний транспортний університет

НАДІЙНІСТЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ПРИЧЕПІВ

O. Shevchuk, Ph. D., N. Selivanova

RELIABILITY OF METAL STRUCTURES OF VEHICLES

Найбільш характерними відмовами несучих систем важконавантажених с/г машин, наприклад всіх моделей транспортних машин є тріщини в зварних з'єднаннях рам [1, 2], деформації і тріщини дишла, лонжеронів і поперечини. З табл. 2, практично у всіх причепів, несуча система при напрацюванні 22-30% від терміну служби до капітального ремонту, має відмови. Множина причин переходу металоконструкції у стан відмови дає можливість зробити висновок про причинно – наслідковий комплекс подій, які спричиняють відмови. Домінуючими причинами відмов металоконструкцій є дефекти виготовлення та помилки в проектуванні, сумарний процент відмов спричинених недостатнім рівнем якості проектування може досягати більше 60% [1-3]. Аналізом причин крихкого руйнування металоконструкцій [2-5] встановлено значний вплив корозійних пошкоджень враховуючи частоту їх появи при аварійних станах враховуючи корозійно – втомні руйнування матеріалів, з яких виготовлені елементи несучих металоконструкцій тракторних причепів та сумарно, фактори, пов'язані з концентрацією напружень і розвитком корозійно - втомних тріщин. Конструювання несучих систем причепів з оцінюванням НДС, ресурсу роботи, досягатиме доброго ефекту при проведенні на належному рівні аналізу несучої здатності несучих металоконструкцій на базі аналітичних досліджень НДС структурних елементів всієї конструкції. Необхідною є розробка ефективного інструменту міцнісного аналізу з попереднім оцінюванням та діагностикою несучих металоконструкцій причепів.

Об'єктом подальших досліджень мають бути процеси навантаженості несучих металоконструкцій важконавантажених с/г машин, зокрема причепів – розкидачів добрив а також техніки , яка працює на режимах, близьких до транспортних. Отже, доцільним буде проводити дослідження після того, як буде забезпечено застосуванням науково обґрунтованих припущень оптимізацію контурів досліджуваних несучих металоконструкцій. Дослідження міцності несучих рам важконавантажених с/г машин з урахуванням вище вказаного будуть оптимальними з точки зору адекватності.

Література

1. Попович П.В. Алгоритм оцінки базових експлуатаційних властивостей колісних сільськогосподарських транспортних засобів / Попович П., Шевчук О., ін. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. № 181. – С. 198 - 203.
2. R.A.Barna. Influence of Operating Media on the Fatigue Fracture of Steels for Elements of Agricultural Machines/ R.A.Barna, P.V.Popovich// Materials Sciences. – 2014. – V. 50, 3 – P.377-380.
3. Попович П. Залишковий ресурс тонкостінних конструктивних елементів несучих систем сільськогосподарських машин при дії агресивних середовищ / П. Попович, Н. Хомик, Л. Добровольська // Вісник ХНТУСГ. – Харків. - 2014. - Вип. 146. - С. 142-150.
4. Попович П.В. Аналітична оцінка ресурсу несучих металоконструкцій сільськогосподарських машин / П.В. Попович, Т.І. Рибак, М.Я. Сташків // Вісник ХНТУСГ. – Харків. – Харків, 2010. - Вип. 100. – С. 17 - 20.
5. Popovych, P. V., Shevchuk, O. S., etc. (2016). The service life evaluation of fertilizer spreaders undercarriages. INMATEH, 50 (3), 39–46.

УДК 667.64:678.026

С.В. Якущенко, мол. наук. співр. В.В. Браїло, мол. наук. співр. А.О. Василенко
Херсонська державна морська академія, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ЗАСОБАХ
ТРАНСПОРТУ**

S. Yakushchenko, V. Brailo, A. Vasylenko

**RESEARCH OF DISPERSE FILLERS FOR FORMING POLYMER COMPOSITE
MATERIALS FOR USE IN VEHICLES**

Вступ. На сьогодні, в багатьох галузях промисловості широко використовують полімерні композитні матеріали (КМ) на основі реакційноздатних олігомерів. Для підвищення експлуатаційних характеристик деталей та вузлів тертя засобів транспорту на основі полімерних композитів використовують фізичну і хімічну модифікацію зв'язувача.

Актуальність досліджень. Фізичні властивості порошкоподібних матеріалів залежать від фізико-хімічної природи та активності його поверхні [1]. При введенні активної добавки в полімерний зв'язувач забезпечується міжфазова взаємодія компонентів системи «зв'язувач-наповнювач», що приводить до підвищення експлуатаційних характеристик розроблених матеріалів [2-4]. Отже, дослідження поверхні наповнювача є важливими для розуміння та регулювання міжфазової взаємодії при зшиванні полімерів.

Постановка задачі. Дослідити дисперсні наповнювачі різної природи для формування полімеркомозитних матеріалів, на основі епоксидного та поліефірного зв'язувачів, для використання в засобах транспорту.

Результати досліджень. На першому етапі визначено питому площу поверхні наповнювачів різної природи та дисперсності: слюда-мусковіт ($\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$), гексагональний нітрид бору (h-BN), оксид міді (CuO) та дисульфід вольфраму (WS_2). Для слюди за розміру часток $d = 20 \dots 40$ мкм отримали значення питомої площі поверхні $S_{w1} = 0,89 \text{ м}^2/\text{г}$. Відповідно, для h-BN, CuO та WS_2 отримали наступні показники питомої площі поверхні: $S_{w2} = 1,17 \text{ м}^2/\text{г}$, $S_{w3} = 0,19 \text{ м}^2/\text{г}$, $S_{w4} = 0,12 \text{ м}^2/\text{г}$. Для дослідження хімічних зв'язків на поверхні часток порошкоподібних матеріалів використовували ІЧ-спектральний аналіз. В діапазоні $\nu = 400 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$ визначено спектральні характеристики для кожного з порошків. ІЧ-спектральний аналіз часток мусковіту дозволив виявити смуги поглинання при $\nu = 500 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 646 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 1065 \text{ см}^{-1}$, що характеризують природу атомів та структуру матеріалу слюди. На спектрі h-BN виявлено наявність смуг поглинання, які відповідають B-N-B деформаційним коливанням. Констатовано три фази на спектрі нітриду бору: h-BN, e-BN і w-BN ($\nu = 814 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 918 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 1123 \text{ см}^{-1}$ і $\nu = 1269 \text{ см}^{-1}$). В області спектру CuO визначено чотири смуги поглинання $\nu = 457 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 631 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 2324 \text{ см}^{-1}$ та $\nu = 2355 \text{ см}^{-1}$, які відповідають валентним, деформаційним та симетричним коливанням груп,

характерним для матеріалу CuO. Для спектру WS₂ встановлено три характерні смуги поглинання: $\nu = 820 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 2340 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 2355 \text{ см}^{-1}$.

Висновки. Проведено дослідження питомої площі і активності поверхні наповнювачів: слюда-мусковіт, гексагональний нітрид бору, оксид (II) міді, дисульфід вольфраму. Визначено, що питома площа поверхні для слюди становить $S_{w1} = 0,89 \text{ м}^2/\text{г}$. Для матеріалів з дисперсністю 8...10 мкм відповідно отримали: h-BN – $S_{w2} = 1,17 \text{ м}^2/\text{г}$, CuO – $S_{w3} = 0,19 \text{ м}^2/\text{г}$ і WS₂ – $S_{w4} = 0,12 \text{ м}^2/\text{г}$. ІЧ-спектральний аналіз дозволив виявити домінуючі групи на поверхні досліджуваних порошків. При порівнянні спектральних характеристик досліджуваних порошкоподібних матеріалів встановлено, що всі спектри характеризуються значною інтенсивністю смуг поглинання поверхнево-активних O–H, C=O, C–H, –CH₂–, NH₂ груп. Результати дослідження питомої площі поверхні та ІЧ-спектральний аналіз порошкоподібних матеріалів дозволяють стверджувати про ефективність використання даних порошків у вигляді антифрикційних наповнювачів для епокси-поліефірних композитів.

Література

1. Tolstoy V. P., Chernyshova I., Skryshevsky V. A. Handbook of infrared spectroscopy of ultrathin films. John Wiley & Sons, 2003.
2. Investigation of thermophysical properties of epoxy Nanocomposites / A. Buketov, P. Maruschak, O. Saprionov, M. Brailo, O. Leshchenko, L. Bencheikh, A. Menou. // Molecular Crystals and Liquid Crystals, 2016. Vol. 628. P. 167-179.
3. The Investigation of Tribological Properties of Epoxy-Polyether Composite Materials for Using in the Friction Units of Means of Sea Transport / M. Brailo, A. Buketov, S. Yakushchenko, O. Saprionov, V. Vynar, O. Kobelnik // Materials Performance and Characterization, 2018. Vol. 7. No. 1. pp. 275–299.
4. Investigation of the Adhesive Strength and Residual Stresses in Epoxy Composites Modified by Microwave Electromagnetic Treatment / P.D. Stukhlyak, O.S. Holotenko, I.H. Dobrotvor, M.M. Mytnyk // Materials Science, 2015. Vol. 51. No. 2. pp. 208–212.

УДК 678.5

І.Т. Ярема, канд. техн. наук; Ю.І. Наконечний

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

РОЗРАХУНОК РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ ЗГИНАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ПЛАСТМАСОВИХ ЛОПАТОК ХОЛОДНИХ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ

I. Yarema, Ph.D., Assoc. Prof.; Y. Nakonetchnj

CALCULATION OF RESONANCE FREQUENCIES OF BENDING VIBRATIONS OF PLASTIC BLADES OF COLD TURBODETANDERS

При розрахунках на міцність лопаток турбомашин важливо знати частоту їх власних коливань, оскільки при деяких резонансних числах обертів ротора амплітуда коливань лопаток може зрости настільки, що це може привести до їх руйнування. Нижче розглянуті результати аналітичного розрахунку частоти власних згинальних коливань пластмасових лопаток, які застосовуються, наприклад, в пускових турбодетандерах деяких газових турбін.

Порядок розрахунку показаний на прикладі пластмасової лопатки першого робочого ряду. Для розрахункової схеми на рис. 1 при визначенні власних згинальних коливань використані рішення, приведені в [1].

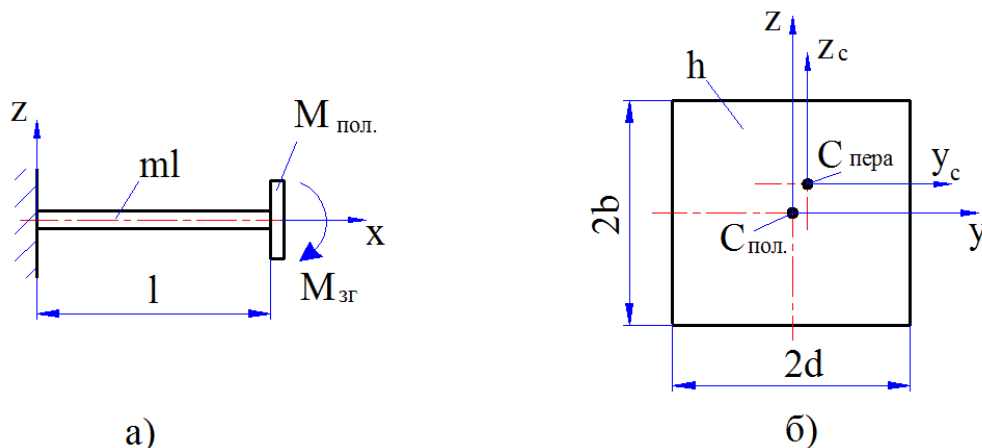


Рисунок 1 – Схема для визначення власної частоти згинальних коливань пластмасової лопатки (а) та центрального осьового моменту інерції (б)

Для цієї лопатки зосереджена маса (маса бандажної полички, яка виливається заодно з робочою частиною пластмасової лопатки)

$$M_{пол.} = 2b \cdot 2d \cdot h \cdot \rho_m = 2 \cdot 7,5 \cdot 2 \cdot 5,8 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 1350 = 46,98 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$$

Тут ρ_m - питома вага матеріалу лопатки. Відомо, що маса одиниці довжини пера лопатки $m = 6,914 \cdot 10^{-2} \text{ кг} / \text{ м}$. Тоді загальна маса пера $ml = 131,37 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$.

Якщо відношення $M_{пол.} \frac{M_{пол.}}{ml} = 0,3805$, то згідно з графіком [1, с.302] $\alpha l = 1,870$.

Поскільки $\alpha = \sqrt[4]{\frac{m\rho_{3z}^2}{EI_{yc}}} = \frac{1,870}{l}$ [1, с.294], то перша нижча частота власних згинальних коливань пера лопатки

$$\rho_{13z} = \frac{3,497}{l^2} \sqrt{\frac{EI_{yc}}{m}}$$

Тут $I_{yc} = 198,24 \text{ мм}^4$ - центральний осьовий момент інерції відносно осі U_c . Розрахунок осьових моментів інерції профілів із складною конфігурацією є досить трудомною задачею і в даному розрахунку не розглядається.

Для лопаток першого робочого ряду

$$\rho_{13z} = \frac{3,497}{(19 \cdot 10^{-3})^2} \sqrt{\frac{6 \cdot 10^9 \cdot 198,24 \cdot 10^{-12}}{6,914 \cdot 10^{-2}}} = 40179 \text{ с}^{-1}$$

Аналогічні розрахунки виконані для робочих лопаток другого ряду турбодетандера та напрямних лопаток. Результати розрахунку пластмасових лопаток, виконаного по такій методиці, приведені в табл.1.

Таблиця 1.

Найменування	Розмір-ність	Робочі лопатки		Напрямні лопатки
		1-а ступінь	2-а ступінь	
Швидкість обертання ротора, n	об/хв	9000	9000	0
Центральний осьовий момент інерції, I_{yc}	мм ⁴	198,24	100,1	135,2
Перша (нижча) частота власних згинальних коливань, ρ_{13z}	с ⁻¹	40179	17351	24496

Як видно з результатів розрахунків, нижчі власні (резонансні) частоти згинальних коливань пластмасових лопаток пускових турбодетандерів лежать за робочим діапазоном кутових швидкостей ротора. Отже, немає необхідності при визначенні напружень в матеріалі лопаток вводити коефіцієнт динамічності, який враховує динамічні явища.

Література

1. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник. т. 3 / Под ред. И.А. Биргера, Я.Г. Пановко – М.:Машиностроение, 1968. -567с.
2. Малинин, Н.Н. Прочность турбомашин. [Текст] / Н.Н. Малинин. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 294с.

УДК 539.3

В.П. Ясній

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ ПСЕВДОПРУЖНОГО СПФ З УРАХУВАННЯМ АСИМЕТРІЇ ЦИКЛУ НАВАНТАЖЕННЯ

V. Iasnii, Ph.D. Assoc. Prof.

ANALYSIS OF PSEUDOELASTIC SMA FATIGUE FAILURE CRITERIA CONSIDERING STRESS RATIO

Сплави пам'яті форми (SMA) - це функціональні матеріали, які характеризуються ефектом пам'яті форми та псевдопружністю. Завдяки цим властивостям вони широко використовуються в біоінженерії авіабудуванні, робототехніці та цивільній інженерії і будівництві [1], [2]. Для проектування пристроїв і конструкцій із СПФ, які працюють в умовах циклічного навантаження важливо необхідно знати характеристики витривалості матеріалу з урахуванням асиметрії циклу навантаження.

Вплив асиметрії циклу навантаження на втомну довговічність Ni55.8Ti44.2 сплаву досліджували на циліндричних зразках діаметром 4 мм і довжиною робочої ділянки 12.5 мм. Випробування проводили за одновісного циклічного навантаження при температурі 0°C, коефіцієнті асиметрії циклу навантаження $R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = 0$ і $R = 0,5$ з частотою 0,5 Гц

Отримані результати проаналізовано з використанням різних моделей втомного пошкодження. Зокрема, експериментальні дані по втомній довговічності описано через розмах напруження, розмах псевдопружної деформації, питому енергію дисипації та параметр Одквіста. Показано, що вказані моделі втомного пошкодження задовільно описують результати малоциклової втоми за окремої асиметрії циклу навантаження. Зокрема збільшення коефіцієнта асиметрії циклу навантаження істотно зменшує втомну довговічність за однакових значень розмаху напруження і розмаху псевдопружної деформації, а також питомої енергії дисипації за цикл.

Показано, що найбільш достовірні результати прогнозування втомної довговічності в умовах малоциклової втоми, з урахуванням впливу асиметрії циклу навантаження дає підхід оснований на використанні критерію втомного пошкодження - сумарної питомої енергії пружної деформації.

Література

[1] Nematollahi, M., Baghbaderani, K.S., Amerinatanzi, A., Zamanian, H., Elahinia, M. (2019). Application of NiTi in Assistive and Rehabilitation Devices: A Review, *Bioengineering*, 6(2), pp. 37, Doi: 10.3390/bioengineering6020037.

[2] Isalgue, A., Lovey, F.C., Terriault, P., Martorell, Torra, F.R.M., Torra, V. (2006). SMA for Dampers in Civil Engineering, *Mater. Trans.*, 47(3), pp. 682–90, Doi: 10.2320/matertrans.47.682.

УДК 539.3

П.В. Ясній¹, д-р. техн. наук., проф., С.С. Гомон², канд. техн. наук., доц.,
В.П. Дмитрук², канд. техн. наук., доц.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

**ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПОВНИХ ДІАГРАМ ДЕФОРМУВАННЯ
ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ЗА ЖОРСТКОГО РЕЖИМУ НАВАНТАЖЕННЯ**

P. Yasniy, Dr. Sci., Prof., S. Gomon, Ph.D., Assoc. Prof., V. Dmitruk, Ph. D., Assoc. Prof.

**PECULIARITIES OF COMPLETE STRESS STRAIN CURVE OF ASH WOOD
UNDER STRAIN CONTROL TEST**

Експериментальні випробування деревини ясена проводилися на зразках розмірами 30x30x120мм суцільного перерізу за стандартної вологості 12% та віку деревини 60 років [1]. Дерев'яні зразки випробовувались на стиск вздовж волокон одноразовим короткочасним навантаженням за жорсткого режиму випробувань (з управлінням по переміщенню траверси) на сервогідролінійній випробувальній машині СТМ-100 [2] з автоматизованим управлінням і системою відбору даних.

За результатами експериментальних випробувань дев'яти зразків були побудовані повні діаграми деформування деревини ясена, також усереднена повна діаграма за (рис. 1), які характеризуються висхідною та спадною вітками. Зокрема, встановлено критичні деформації деревини ясена ($u=0,0061$) за відповідного максимального напруження 57,2 МПа.

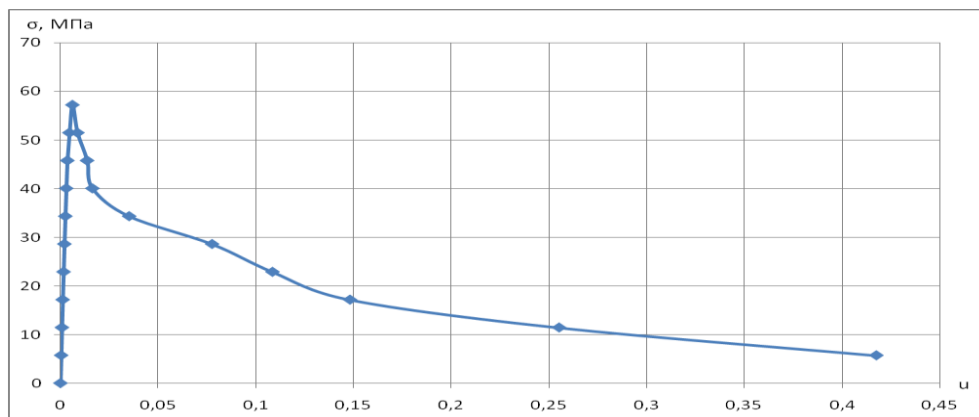


Рис. 1. Повна діаграма деформування деревини ясена

Перевагою вказаних діаграм є можливість опису механічної поведінки матеріалу на закритичній стадії деформування і встановлення додаткових характеристик, зокрема визначення граничної деформації, які є важливими для розрахунку дерев'яних конструкцій за деформаційною методикою.

Література

1. Гомон С.С., Гомон П.С. Побудова дійсних діаграм механічного стану деревини «σ-u» суцільного перерізу ялини та берези за жорсткого режиму випробувань.

Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць. Рівне: Вид-во НУВГП, 2020. Вип 38. С. 321-330.

2. Ясній П.В. Пластично деформовані матеріали: втома і тріщинотривкість: монографія. Львів: Світ, 1998. 292 с.

УДК 539.375

П.В. Ясній, д-р. техн. наук, проф., І.М. Підгурський, М.І. Підгурський, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ НА ЗАКОНОМІРНОСТІ РОСТУ ПОВЕРХНЕВИХ ВТОМНИХ ТРІЩИН У НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЯХ

P. Yasnii, Dr., Prof., I. Pidgurskyi, M. Pidgurskyi, Dr., Prof.

ASSESSMENT OF THE OVERLOADS INFLUENCE ON THE REGULARITY OF GROWTH OF FATIGUE SURFACE CRACKS IN LOW-ALLOY STEELS

Однократні чи багатократні перевантаження розтягом викликають сповільнення в розвитку як наскрізних [1], так і поверхневих тріщин [2]. Це явище має велике практичне значення для розробки і уточнення оцінки живучості елементів конструкцій і деталей машин при нерегулярному навантаженні. Число циклів затримки росту N_D тріщини залежить від величини перевантаження Q_{OL} та параметрів циклу подальшого циклічного навантаження, коефіцієнта асиметрії R , матеріалу та ін. Особливістю поверхневих півеліптичних тріщин у порівнянні з наскрізними є їх криволінійний фронт, що оцінюється безрозмірним параметром форми a/c , де a – мала піввісь, що направлена у глибину зразка, c – велика (поверхнева) піввісь еліпса. При цьому фронт тріщини у вершині малої півосі, як правило знаходиться в умовах плоскої деформації, а прилеглий до вільної поверхні – в умовах плоского напруженого стану, що викликає необхідність оцінювати вплив стисненості деформацій вздовж криволінійного контуру.

При проведенні експериментальних досліджень встановлено, що вплив перевантажень на затримку росту поверхневих півеліптичних тріщин (канонічної форми) є подібним до наскрізних, але розгляд цього процесу ускладнюється додатковими чинниками, зокрема змінністю їх форми [3].

Також проведено експериментальні дослідження з оцінки кінетики розвитку поверхневих тріщин зі складним за геометрією контуром (неканонічні поверхневі тріщини). Отримані результати затримки росту поверхневої тріщини зі складним у плані контуром свідчать, що число циклів сповільнення їх росту N_D у кілька разів більше, ніж для подібної півеліптичної тріщини з гладким контуром та однаковими за розмірами півосями. Також встановлено, що затримка росту поверхневих тріщин є різною вздовж складного за геометрією контуру, що приводить до інтенсивної зміни фронту. Контур неканонічної тріщини в процесі циклічного навантаження після дії перевантаження набуває обрисів, близьких до прямокутної форми.

Отримані результати свідчать про складні перехідні процеси, пов'язані зі змінами напружено-деформівного стану вздовж криволінійного фронту поверхневої півеліптичної тріщини після впливу перевантаження та необхідність їх врахування при оцінці живучості елементів конструкцій за нерегулярного навантаження.

Література

1. Ясній П.В. Міцність і довговічність елементів конструкцій за змінної амплітуди навантаження: монографія [Текст] / Ясній П.В., Пиндус Ю.І., Ясній О.П. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2013. – 173 с.
2. Покровский В. В., Ткач Ю.В., Иванченко А.Г. Методика оценки остаточной долговечности элементов конструкций с поверхностными трещиноподобными дефектами. Сообщение 1. Моделирование развития поверхностной усталостной трещины [Текст] / Проблемы прочности, 1996, №1. – С. 36–47.
3. Шлянников В.Н., Чадаев Д.А. Анализ изменения формы усталостной поверхностной трещины в трубопроводе / Проблемы прочности. – 2003. – № 5. – С. 80–92.

Секція: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Голови: д-р. техн. наук, проф. І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф. М.І. Пилипець, д-р. техн. наук, проф. М.І. Підгурський, д-р. техн. наук, проф. Попович П.В., д-р. техн. наук, проф. Ляшук О.Л.

Вчений секретар: канд. техн. наук, доц. В.О. Дзюра

УДК 631.348.4

А.В. Бабій, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОКРИТТЯ ПРИ ХІМІЧНОМУ
ЗАХИСТІ РОСЛИН**

A. Babii, Ph.D., Assoc. Prof.

**RESEARCH OF IRREGULARITY COATING AT
CHEMICAL PROTECTION OF PLANTS**

Дослідження чинників, що впливають на рівномірність обприскування сільськогосподарських культур, а саме, положення штанги по висоті та фізичний стан (зношеність) розпилюючих наконечників залишаються актуальними і в теперішній час. Вказані фактори в більшій мірі мають вплив щодо нерівномірності нанесення робочого препарату по ширині захвату штанги, але відомим фактом є те, що нерівномірність обприскування виникає ще й вздовж руху обприскувача [1].

Актуальність таких досліджень виражена в можливості дотримання норми внесення хімічного препарату при захисті рослин чи підживленні рідкими мінеральними добривами, які мають прямий вплив на кінцеву урожайність сільськогосподарських культур [1, 2].

Якщо аналізувати наявні дослідження в цьому спрямуванні, то є зовсім небагато публікацій, де нерівномірність обприскування знайдено в кількісному вираженні.

Представимо деякі результати досліджень щодо впливу вертикальних переміщень штанги на рівномірність нанесення робочого препарату за її шириною у кількісному вираженні. Для отримання такого результату було прийнято наступне: всі розпилювачі справні та мають однакову продуктивність, що забезпечує рівномірний розподіл розпилу робочого препарату по всій ширині захвату штанги; всі розпилювачі мають факел розпилу трикутної форми та виключений взаємний вплив при накладанні струменів; коливаючись, штанга здійснює плоскопаралельні рухи відносно об'єкту обробки; ширина питомої площі обробки одним розпилювачем відповідає величині кроку їх встановлення на штанзі, що зумовлює рівномірність обробки площі по ширині захвату штанги; питома витрата робочого препарату в будь-якому перетині факела розпилу розпилювача відповідає витраті, що призначається на питому площу шириною кроку встановлення розпилювачів.

Виходячи з даних міркувань, побудовано моделі та отримано графічні залежності (рис. 1) нерівномірності покриття для окремих найбільш вживаних розпилювачів (за кутом розпилу) та для переважного кроку їх встановлення на штангах сучасних обприскувачів – 0,5 м. Дані залежності отримано для штанги з розпилювачами, які утворюють кут розпилу $\alpha_{\phi} = 80^{\circ}$ та $\alpha_{\phi} = 120^{\circ}$ і встановлені з кроком $b_p = 0,5$ м, при суцільному внесенні робочого препарату, рис. 1.

Як видно з наведених графіків, що для розпилювачів з кутом розпилу $\alpha_{\phi} = 120^{\circ}$ нульова нерівномірність виникає вже при відстані штанги над об'єктом обробки – 0,15 м. Аналогічні результати отримано для розпилювачів з кутом розпилу $\alpha_{\phi} = 80^{\circ}$: норма забезпечується при відстані 0,3 м.

Для розрахункових точок отримано поліноміальні криві нерівномірності

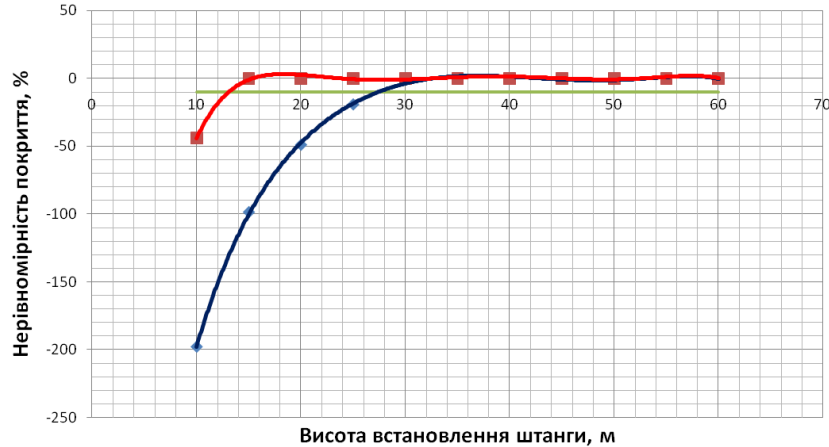


Рис. 1. Графічні залежності нерівномірності покриття для розпилювачів:

□ – з кутом розпилу $\alpha_\phi = 120^\circ$; ♦ – $\alpha_\phi = 80^\circ$

покриття $y_{(\alpha_\phi)}$ від положення штанги над об'єктом обробки x при вірогідності апроксимації $R^2 = 0,99$:

– для розпилювачів $\alpha_\phi = 120^\circ$

$$y_{(120)} = -3,054 \cdot 10^{-7} x^6 + 7,072 \cdot 10^{-5} x^5 - 0,007 x^4 + 0,316 x^3 - 8,166 x^2 + 107,246 x - 556,469; \quad (1)$$

– для розпилювачів $\alpha_\phi = 80^\circ$

$$y_{(80)} = -7,429 \cdot 10^{-7} x^6 + 0,0002 x^5 - 0,014 x^4 + 0,621 x^3 - 15,218 x^2 + 201,045 x - 1188,948. \quad (2)$$

Подальше збільшення висоти, від вказаних критичних точок, сприяє рівномірному розподілу робочого препарату за шириною штанги, не враховуючи інших чинників, що впливають на рівномірність: знос вітром, випаровування тощо.

Таким чином, в залежності від виду виконуваної технологічної операції при суцільному внесенні робочого препарату, встановлюють штангу на оптимальну висоту, яка визначається з врахуванням можливої амплітуди коливань, і при цьому нерівномірність норми внесення не перевищуватиме $\pm 10\%$, наприклад:

для розпилювачів з кутом розпилу $\alpha_\phi = 120^\circ$ нульова нерівномірність виникає при відстані штанги над об'єктом обробки – 0,15 м. Проте, якщо амплітуда коливання штанги буде більше 0,05 м, то при відстані 0,1 м нерівномірність розподілу зростає до -44% , що значно перевищить задану норму. Подальше збільшення висоти встановлення штанги над об'єктом обробки ($\geq 0,15$ м) забезпечує задану норму внесення, не враховуючи інших негативних чинників;

для розпилювачів з кутом розпилу $\alpha_\phi = 80^\circ$: норма внесення забезпечується при відстані 0,3 м, але при 0,25 м нерівномірність складає $-19,2\%$, тому відстань над об'єктом обробки повинна складати $\geq 0,25$ м, при врахуванні амплітуди коливання штанги її збільшують на величину максимальної робочої амплітуди.

Література

1. Бабій А.В. Аналіз параметрів штангового обприскувача з метою збільшення його продуктивності. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 4, 51-55.

2. Rybak T.I., Babii A.V., Bortnyk I.M., Tsion G.B., and Konovalenko S.I. Estimation of resource of frame steel sections of barbell field sprinklers // Materials Science. – 2019. 55, No 6.– P. 68-74.

УДК 656.01

М.В. Бабій, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛУ АСИГНУВАНЬ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

M. Babii, Ph.D.

RESEARCH OF EFFICIENCY OF DISTRIBUTION ASSIGNATION BETWEEN INTERACTIVE TYPES OF TRANSPORT

Причинами неефективного використання коштів підприємствами, організаціями найчастіше є низький рівень організації праці, незадовільна технічна озброєність, некваліфіковані кадри тощо. Але поряд з тим можна спостерігати й інше – підприємства мають відповідний рівень за всіма показниками, а виділені кошти, наприклад на організацію транспортного процесу перевезення певних вантажів при використанні різних видів транспорту, не дозволяє підвищити ефективність даного процесу в цілому. Тоді, мабуть, причину потрібно досліджувати на макрорівні.

Зрозуміло, що ресурс $B_{заг}$, переважно, є обмеженим і тільки правильний його розподіл забезпечить максимальний ефект. Тому при розподіленні капіталовкладень важливим є попереднє визначення питомої частки загального економічного ефекту $\Delta E_{num\ i}$ кожного з i -го видів транспорту (транспортної організації) при засвоєнні отриманої частини ресурсу B_j ($j = 1, 2, \dots, n$ – визначає величину частки від загального ресурсу $B_{заг}$). Після цього можна приступати до віднаходження оптимального варіанту надання можливої частки ресурсу транспортним організаціям для отримання найбільшого ефекту E при реалізації транспортного процесу. Прикладом може служити задача, що полягає у дослідженні варіантів розвитку транспортної мережі регіону при виділенні асигнувань.

Поставлене завдання досить просто реалізувати, розв'язавши оптимізаційну задачу, з використанням методу динамічного програмування.

В загальному вираженні визначаємо питомі економічні ефекти від частки наданих асигнувань K_j на розвиток конкретного i -го виду транспорту

$$\Delta E_{num\ i}(K_j), \quad 0 \leq K_j \leq B_{заг} \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (1)$$

В кінцевому вираженні потрібно знайти максимум цільової функції $E(B_{заг})$ при реалізації всіх можливих варіантів $N = m^n$ (m – число взаємодіючих видів транспорту) визначення питомих ефектів $\Delta E_{num\ i}(B_{ji})$, тобто

$$E(B_{заг}) = \sum_{i=1}^m \Delta E_{num\ i}(B_{ji}) \longrightarrow \max, \quad B_{заг} = \sum_{i=1}^m B_{ji}; \quad B_{заг} > 0. \quad (2)$$

Число комбінацій може бути досить великим при використанні малого кроку k ($k = 0, \Delta k, \dots, 1$), який визначає частку асигнувань від загальної суми $kB_{заг}$. Зменшення числа варіантів можливе при використанні методу динамічного програмування, при якому знаходимо умовний оптимум $\Delta E_{num\ i}$ спочатку попарно, потім між групами i -тих видів транспорту при засвоєнні ним частки $kB_{заг}$ капіталовкладень.

Таким чином, метод динамічного програмування дозволяє навіть без застосування спеціальних математичних програм легко віднайти оптимальне рішення по розподілу капіталовкладень між видами транспорту для отримання максимального ефекту при реалізації транспортного процесу.

УДК 621.98

А.В. Гагалюк, канд. техн. наук, Р.А. Склярів, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ В ГЕНЕРАТИВНОМУ ДИЗАЙНІ

A. Gagalyuk, Ph.D., R. Sklyarov, Assoc. Prof., Ph.D.
GENETIC ALGORITHMS IN GENERATIVE DESIGN.

Технологія генеративного проектування була винайдена зовсім недавно, а саме у період 2014 – 2017 років. Найвідомішим дослідженням є спільна робота Autodesk та Airbus з реалізації проекту щодо зниження маси перегородки між пасажирським салоном і відсіком бортпроводників авіалайнера Airbus A320. Внаслідок аналізу 10 тис. варіантів конструкцій, отримано деталь масу якої вдалося зменшити на 55% у порівнянні з аналогом [1]. В основу алгоритму розрахунку було закладено поведінку одноклітинного організму – слизової цвілі, ймовірно (лат. Mucetozoa).

Проте залишається незрозумілим, яким чином написаний комп'ютерний код, котрий здатний з певною ймовірністю імітувати поведінку організму і на її основі створити абсолютно нову конструкцію.

Можна припустити, що у основу алгоритмів генеративного дизайну закладено генетичний алгоритм (GA), який є одним із найдавніших та найпопулярніших метаевристичних алгоритмів оптимізації дизайну [2]. Перший опис алгоритму еволюційних обчислень був запропонований Дж. Голландом у книзі «Адаптація в природних та штучних системах», у якій описано перший в історії генетичний алгоритм (GA). У праці [2] наводиться вирішення проблеми, описаної у книзі Д. Шиффмана, у якій описано генетичні алгоритми. Для демонстрації масштабів проблеми описано відтворення фрази В.Шекспіра `to_be_or_not_to_be` (рис.1). У описаній фразі міститься 18 символів, а у англ. мові включно з абеткою (26 літер), цифрами та із знаками пунктуації автор наводить 96 символів. Тобто, на місці однієї клітинки може бути 1 із 96 символів. Якщо ми підрахуємо загальну кількість можливих рішень, то отримаємо:

$$96^{18} = 479,603,335,372,621,236,652,373,132,533,825,536$$

Якщо перефразувати на українську мову «бути_чи_не_бути» (15 символів) з врахуванням тих же знаків пунктуації, але нашою абеткою (33 літери), то ми отримаємо:

$$110^{15} = 4,177,248,169,415,651,000,000,000,000$$

Англійський варіант містить на $4,796 \times 10^{35}$ комбінацій більше, або на 50%, а це 479,6 декліонів варіантів. Якщо припустити, що для створення та оцінки кожної опції потрібен лише 1 комп'ютерний цикл, опрацювання всіх варіантів процесора 2,6 ГГц зайняло б приблизно $58,5 \times 10^{17}$ років. Використовуючи дуже простий GA, описаний Д. Шиффманом, і записаний у 36 рядках комп'ютерного коду вирішує цю проблему за 32 секунди, переглянувши лише 38000 можливих рішень. Насправді існують й інші алгоритми та більш складні варіанти GA, які дозволяють вирішити цю проблему ще швидше, проте просте порівняння доводить потужність та універсальність, яка стоїть за основними концепціями GA.

Хоча генетичний алгоритм добре підходить у вирішенні деяких дуже складних задач, сам алгоритм керується лише чотирма основними операторами.

Генерація. GA генерує набір конструкцій, які утворюють початкове «покоління». Найпоширенішим методом є випадкове вибірка конструкцій з проектного простору. У цьому випадку ми використовуємо кількість вибірки в 1000 конструкцій.

Виділення (ранжування). Далі GA вибирає, які з початкових проектів будуть використовуватися для генерації наступного покоління. Хороші конструкції, знайдені в 1-му поколінні, будуть перенесені в наступне. У такому випадку ми створюємо «спарювальний басейн», що містить найкращі конструкції відповідно до кількості літер, які вони мають спільні з цільовою фразою (рис.2).

Перехрещування. Після того, як алгоритм вибирає перспективні конструкції, він рекомбінує їх для створення нової сукупності конструкцій. Деталі процесу описано у [2].

Мутація. Вибір та **Перехрещування** гарантують, що більшість підходящих рішень кожного покоління пробиваються у наступні покоління конструкцій. Однак, лише за допомогою цих методів ми можемо легко зупинитися на найкращому рішенні. Наприклад, якби в якійсь конструкції першого покоління не було б літери «e» на останньому місці, то жоден «нащадок» ніколи б не отримав цієї інформації, і правильне рішення ніколи не знайшлося б. Як і в природі, нам потрібен механізм, який може випадковим чином вводити нову інформацію у генофонд. Це робиться через оператор «мутації», який випадковим чином змінює входи випадкової кількості «нащадків» (як правило до 1%) до того, як вони перейдуть до наступного покоління. У цьому випадку ми випадковим чином присвоюємо 1% вхідних даних у кожне покоління.

Застосовуючи ці оператори до послідовності поколінь, алгоритм зрештою може прийти до правильного рішення. На зображенні показана частина конструкцій 1-го та останнього поколінь. Видно, що в першому поколінні конструкції абсолютно випадкові. Однак через 38 поколінь усі конструкції мають багато правильних компонентів цілі, включаючи одну конструкцію, яка отримала її цілком правильно. У вікні праворуч показано найкращу конструкцію у кожному поколінні та її оцінку (як співвідношення правильних символів). Це показує, як алгоритм здатний поступово вдосконалювати конструкції з кожним поколінням.

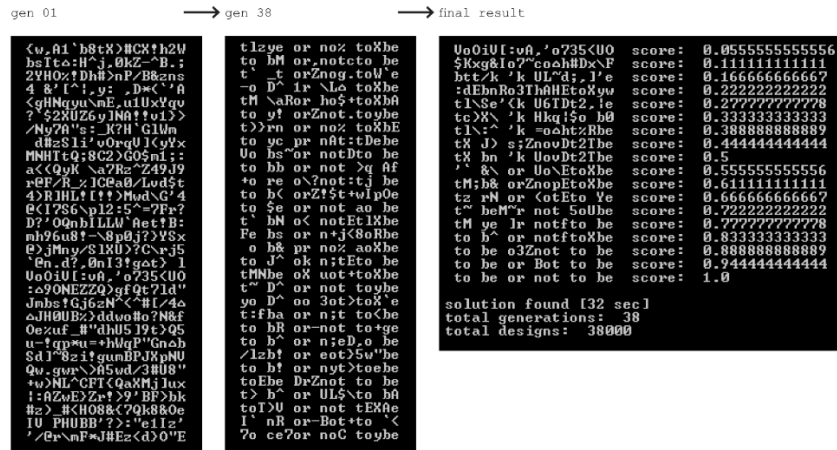


Рис. 1. Процес генетичного алгоритму (GA) для пошуку проблеми Шекспіра

Цей приклад описує дуже базовий генетичний алгоритм, який використовується для вирішення проблеми лише з однією складовою – наблизити рядок якомога ближче до цілі. Однак найцікавіші дизайнерські проблеми визначаються багатьма різними цілями, які можуть бути пов'язані між собою складними, не інтуїтивними способами. У такому випадку вирішити, яка конструкція краща не так вже й просто.

Цей приклад не відображає, зокрема найпоширенішої задачі сучасного генеративного дизайну – зменшення маси при збереженні міцнісних характеристик. Проте створює уявлення про алгоритми, які використовуються у сучасних обчислювальних системах.

На практиці найбільш типовим підходом є налаштування параметрів за допомогою експерименту, шляхом проведення декількох оптимізацій та визначення того, які параметри найкраще працюють для даної проблеми.

Література

1. From grand vision to practical product – Режим доступу до ресурсу: <https://www.autodesk.com/customer-stories/airbus>
2. Danil Nagy. Evolving design. – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/generative-design/evolving-design-b0941a17b759>.

УДК 631.356.2

Р.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., І.Б. Баліцький, Н.І. Хомик, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КОРЕНЕПЛОДІВ ПРИ ЇХ ПЕРЕМІЩЕННІ У ТРАНСПОРТНО-ОЧИСНИХ СИТЕМАХ МАШИН

R. Nevko, Dr., Prof., I. Balitskii, N. Khomuk, Ph.D., Assoc. Prof.

METHODS OF REDUCTION OF DAMAGES OF ROOTS AFTER THEIR MOVEMENT IN TRANSPORT AND CLEANING SYSTEMS OF MACHINES

Знизити ступінь пошкодження коренеплодів при їх додатковій сепарації від ґрунтово-рослинних домішок можливо за рахунок застосування в конструкціях коренезбиральних машин обґрунтованих раціональних параметрів відповідних транспортно-сепаруючих систем.

Доочищення коренеплодів цукрових буряків характеризується ощадливою дією на них еластичних робочих поверхонь доочисних транспортерів-сепараторів або застосуванням в процесі ударного контакту їх пружних елементів, які забезпечать зниження контактних напружень системи “коренеплід-робочий орган”.

Процес додаткового “ощадливого” очищення коренеплодів варто здійснювати на всьому шляху їх переміщення від зони активної сепарації до зони вивантаження [1].

Методика встановлення ступеня пошкодження тіла коренеплодів при їх ударній взаємодії з поверхнями сепаруючих робочих органів, а також способи доочищення (наприклад з коливними скребками полотен транспортерів) наведено в роботах [2, 3].

Для вирішення поставленої задачі запропонована конструктивно-кінематична схема транспортера-сепаратора з поворотними скребками [4]. За результатами проведених експериментальних досліджень такого робочого органу побудована регресійна залежність ступеня пошкодження коренеплодів цукрових буряків

$$\begin{aligned} \Pi = & -3,88 + 4,68m + 0,22\beta + 0,08\gamma - 0,067m\gamma - 0,003\beta\gamma - \\ & - 0,11m\beta + 0,003m\beta\gamma. \end{aligned} \quad (1)$$

Факторне поле зміни конструктивних і технологічних параметрів транспортно-очисної системи мало такі межі: $15 < \beta < 35$ (град); $0,8 < m < 1,6$ (кг); $30 < \gamma < 50$ (град).

Поверхні відгуку залежностей пошкодження коренеплодів Π зображено на рис. 1.

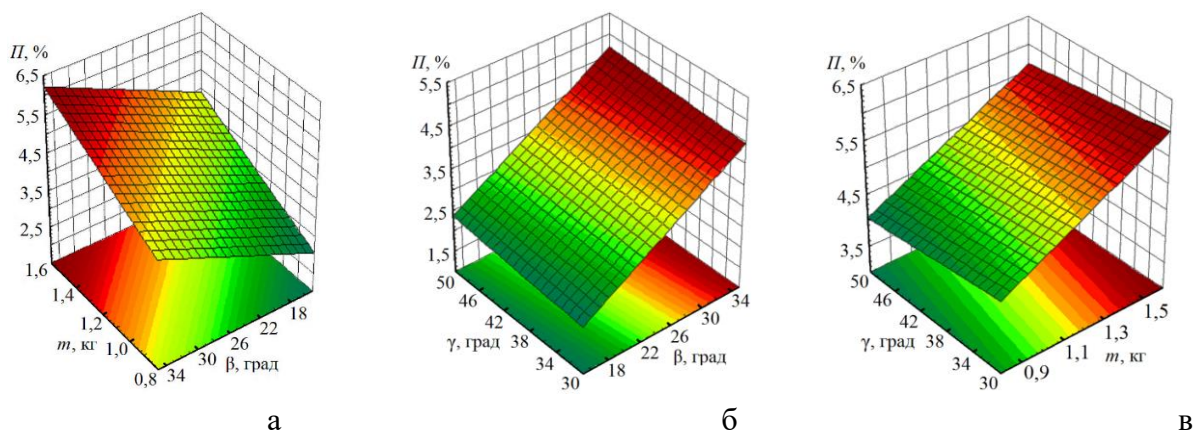


Рис. 1. Поверхні відгуку функціональних залежностей:
а – $\Pi = f(m, \beta)$ при $\gamma = 50^\circ$; б – $\Pi = f(\beta, \gamma)$ при $m = 0,8$ кг; в – $\Pi = f(m, \gamma)$ при $\beta = 35^\circ$

Для вдосконалення дволанкового транспортера-сепаратора коренезбиральної машини [5] проведені експериментальні дослідження з визначення впливу кутів нахилу його нижньої ε та верхньої φ ланок, а також величини зазору S між скребками та поверхнею полотна на ступінь травмування коренеплодів D_r .

Відповідне рівняння регресії має вигляд

$$D_r = 4,15 + 0,05 \varepsilon - 0,026 \varphi - 0,0009 \varepsilon S + 0,00025 \varphi^2 - 0,00015 \varphi S + 0,00012 S^2. \quad (2)$$

Факторне поле зміни конструктивних і технологічних параметрів транспортно-очисної системи мало такі межі: $10 < \varepsilon < 24$ (град); $50 < \varphi < 80$ (град); $40 < S < 70$ (мм).

Поверхні відгуку залежностей травмування коренеплодів D_r зображено на рис. 2.

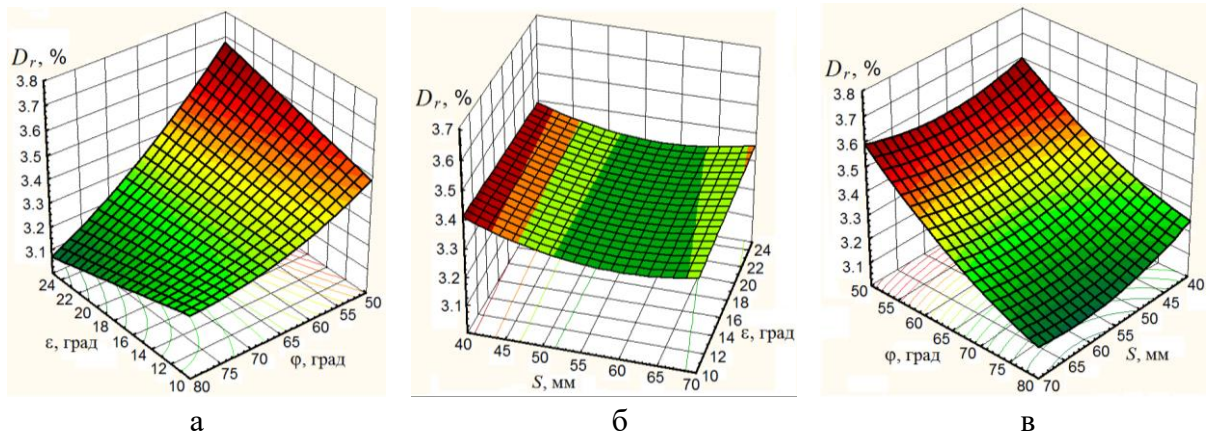


Рис. 2. Поверхні відгуку пошкоджень коренеплодів:
а – $D_r = f(\varepsilon, \varphi)$; б – $D_r = f(S, \varepsilon)$; в – $D_r = f(\varphi, S)$

На основі аналізу поверхонь відгуку пошкоджень D_r коренеплодів цукрових буряків встановлено, що окрім кутів ε та φ на даний показник суттєво впливає величина зазору S . Так, при значеннях величини зазору $S = 50 \dots 60$ мм пошкодження коренеплодів є мінімальними.

Література

1. Гевко Р.Б. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, С.В. Синій та ін. – Луцьк: ЛДТУ. – 1999. – 168 с.
2. Булгаков В.М. Методика оцінки ступеня пошкодження коренеплодів коренезбиральної машиною / В.М. Булгаков, О.Б. Павелчак, Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко // Збірник наукових праць Національного аграрного університету “Механізація сільськогосподарського виробництва”.- 2000.- Том 7.- С.7-12.
3. Ткаченко І.Г. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора / І.Г. Ткаченко, Ю.Б. Гладь, Р.Б. Гевко, О.Б. Павелчак // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник.- Луцьк: ЛДТУ.- 2000.- Вип. 7.- С.260-266.
4. Hevko R., Brukhanskyi R., Flonts I., Synii S., Klendii O. (2018). Advances in methods of cleaning root crops. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Transilvania University Press Brasov, Romania, vol. 11(60). № 1. - PP. 127 – 138.
5. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Rogatynskyi R.M., Synii S.V., Flonts I.V., Pohrishchuk B.V. (2019) Impact of parameters of an after-cleaning conveyor of a root crop harvester on its performance, INMATEH: Agricultural Engineering, vol. 59, no. 3.- PP. 41-48.

УДК 621.86

Ів.Б. Гевко, докт. техн. наук., проф., В.З. Гудь к.т.н., Т.Д. Навроцька

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

БУНКЕР РІВНОМІРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ЗМІШУВАННЯ

Ів.В. Nevko, Dr., Prof., V.Z. Hud, T.D. Navrotskaya

BUNKER OF THE EQUIPMENT OF THE SCREW CONVEYOR FOR ENSURING EFFECTIVE MIXING OPERATION

При виконанні технологічних операцій гвинтовими механізмами, зокрема змішування, не завжди досягається необхідна продуктивність і якість результатів процесів [1]. Це пояснюється специфікою забору матеріалу різними частинами шнека з подаючого отвору і його нерівномірним потраплянням до патрубку конвеєра. Тому, для забезпечення високої продуктивності та якості виконання змішування сипких матеріалів гвинтовими механізмами необхідно генерувати і поглиблено досліджувати нові ефективні конструкції гвинтових змішувачів та їх конструктивних елементів (гвинтових робочих органів, пересипів, патрубків бункерів та інших).

Відтак нами розроблено спеціальну конструкцію бункера гвинтового змішувача (рис. 1), який забезпечує часткове перемішування і рівномірне потрапляння матеріалів різних компонентів до змішувального патрубка. Конструкція бункера оснащується вільно обертовою (при потребі від електродвигуна примусово обертовою) конічною втулкою, на зовнішній поверхні якої закріплюються ребра зі спіральною формою. При потрапленні на неї сипких матеріалів різних компонентів, які необхідно змішати, по ній за рахунок сили земного тяжіння, сипкий вантаж починає сковзати донизу по гвинтових лопатях, що призводить до появи відцентрової сили, яка забезпечує обертання конічної втулки. При цьому відбувається рівномірне завантаження, наперед частково перемішаною багатокомпонентною сумішшю, забірної частини конвеєра-патрубка шнека по усій периферії бункера, що сприяє ефективному процесу перемішування різних матеріалів гвинтовим змішувачем.

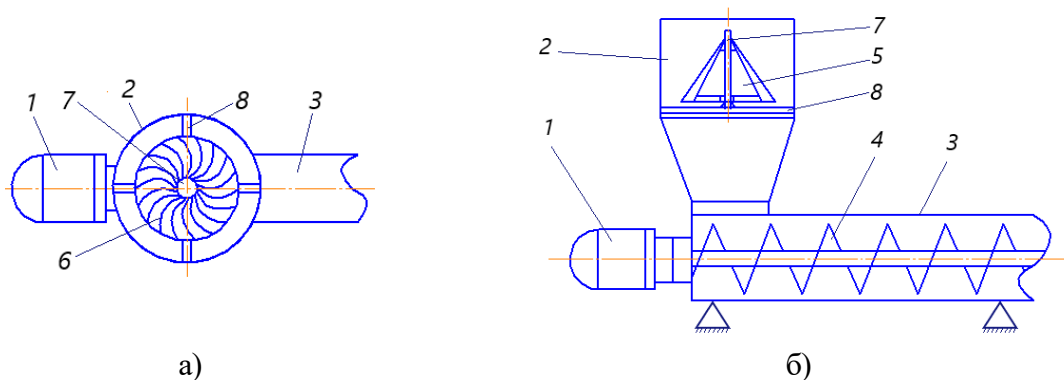


Рисунок 1 - Конструкція гвинтового змішувача оснащеного бункером з обертовою конічною втулкою: а) вигляд зверху; б) вигляд збоку; 1 - електродвигун; 2 - бункер; 3 - патрубок; 4 - шнек; 5 - конічна втулка; 6 - спіральні виступи; 7 - вісь конічної втулки; 8 - закріплення конічної втулки

Література

1. Гевко І. Синтез змішувачів з гвинтовими робочими органами / І. Гевко, Р. Любачівський, А. Дячун // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2012. – № 16. – С. 237–246.

УДК 628.862.3

Р.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., Т.А. Довбуш, канд. техн. наук., А.І. Станько
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА ЕЛАСТИЧНИХ ЩІТКОПОДІБНИХ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ З МАНІМАЛЬНИМИ ЇХ ПОШКОДЖЕННЯМИ

R.B. Nevko, Dr., Prof., T.A. Dovbush, Ph.D., A.I. Stanko, postgraduate
DEVELOPMENT OF ELASTIC BRUSHED SCREW WORKING BODIES FOR TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS WITH MINIMUM DAMAGES

У технологічних процесах транспортування сипких матеріалів в агропромисловому виробництві гвинтові конвєсери з різними типами робочих органів знайшли широке застосування при переміщенні зернових, насінневих матеріалів, гранульованих мінеральних добрив та ін. При їх транспортуванні в замкнених кожухах як жорстких, так і еластичних, вони зазнають значних пошкоджень, що не відповідає агротехнічним вимогам. До основних причин травмування сипкого матеріалу є попадання його частинок в зазор між обертовою гвинтовою поверхнею робочого органу та нерухомою внутрішньою поверхнею направляючого кожуха.

З метою уникнення цього недоліку досить часто поверхню шнека виконують з еластичних матеріалів [1-4], що зображено на рис.1, 2.

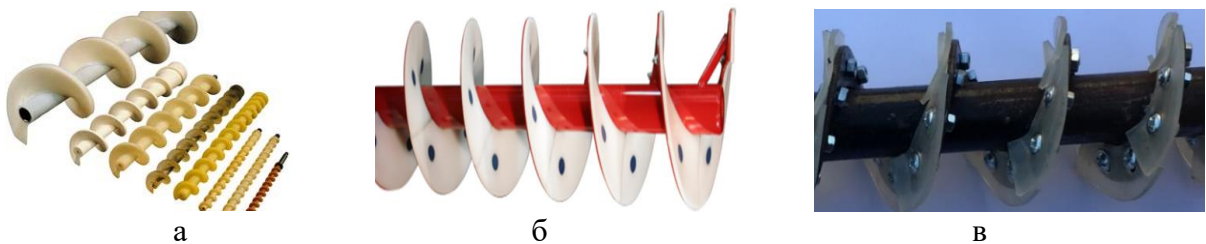


Рис.1. Робочі органи компанії «WAM Group» з полімерним покриттям гвинтових ребр (а), компанії «Lundell Plastics Corp» з полімерними спіральними накладками на гвинтових ребрах (б) та секційною поліуретановою поверхнею (в)

Полімерні покриття гвинтових ребер сприяють збільшенню їх ресурсу роботи, однак не забезпечують суттєвого зниження пошкоджень сипких матеріалів.

Одним з напрямків забезпечення мінімізації пошкоджень зернових та насінневих матеріалів є застосування на периферійній поверхні спіралей шнеків щіткоподібних еластичних елементів, що зображено на рис. 2.

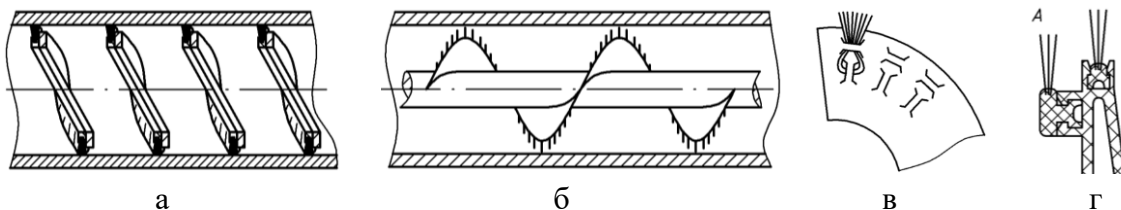


Рис.2. Схеми еластичних гвинтових робочих органів: а - патент Франції №0067725; б - патент Німеччини №4001121; в - А.С. №1652230; г - А.С. №1613404

Такі робочі органи мають ряд недоліків, а саме підвищену трудомісткість при їх виготовленні, а також та низькі функціональні показники та ремонтноздатність.

Розроблена конструкція робочого органу з розташованою по гвинтовій лінії еластичною щіткоподібною поверхнею, що містить направляючий кожух 1, в якому

розташований вал 2 із закріпленими циліндричними трубками 3 з пучками еластичних щіткоподібних елементів 5. Краї 4 трубок, що виступають над зовнішньою поверхнею валу 2 переходять в еліпсоподібну форму для фіксації еластичних щіток (рис. 3).

В критичних випадках защемлення частинок матеріалу між внутрішньою поверхнею направляючого кожуха та периферійною поверхнею еластичних щіток, останні прогинаються і пропускають матеріал не травмуючи його.

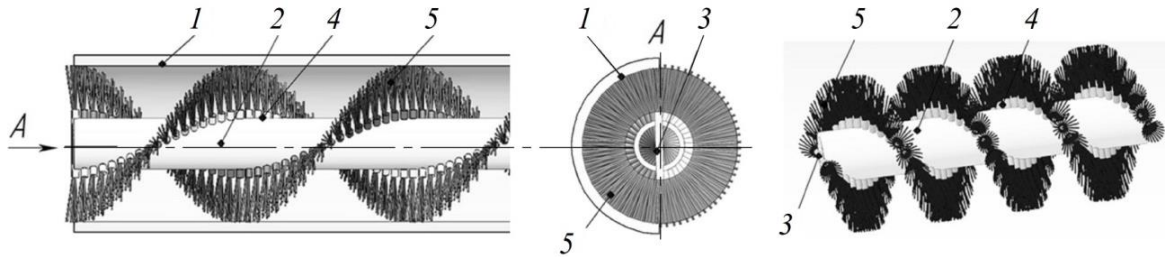


Рис. 3. Еластичний шнек

В іншому варіанті комбінований еластичний гвинтовий транспортер містить бункер 1, який з'єднаний з направляючим кожухом 2, в котрому розташований гвинтовий робочий орган 3 з вивантажувальним патрубком 4.

В зоні завантаження матеріалу крок T_1 гвинта є найменшим, а жорсткість C_1 його поверхні є максимальною. В зоні переходу бункера в кожух крок гвинта T_2 та жорсткість C_2 його периферійної поверхні є середньою. В зоні транспортування матеріалу крок T_3 гвинта є найбільшим, а жорсткість його поверхні C_3 є мінімальною.

Таке виконання транспортеру забезпечує гарантовану подачу матеріалу в напрямку направляючого кожуха, що дасть змогу забезпечити розосередження матеріалу по поверхні кожуха від дії відцентрових сил в процесі його транспортування.

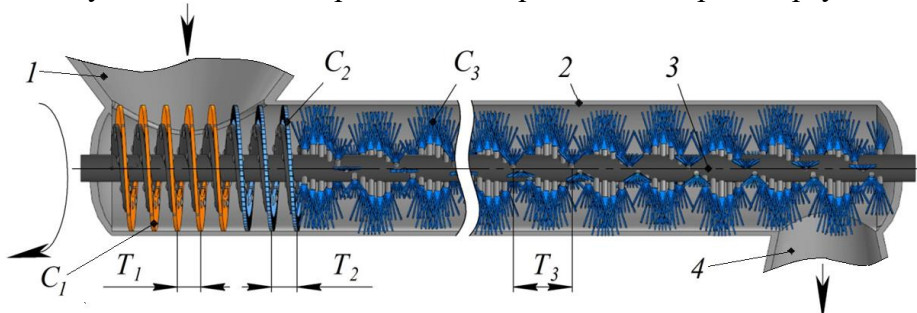


Рис. 4. Комбінований еластичний гвинтовий транспортер

Література

1. Гевко Р.Б. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах: монографія / Р.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, Р.М. Розум та ін. – Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018. – 180 с.
2. Nevko R., Dzyadykevych Y., Tkachenko I., Zalutskyi S. Parameter justification for interworking relationship of elastic screw operating element with grain material. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, TNTU. - 2016. Vol. 81. № 1. P. 70-76.
3. Залуцький С.З. Визначення зусиль деформації еластичної лопаті шнека при її взаємодії із зерновим матеріалом / С.З. Залуцький, Ю.Б. Гладь, Р.Б. Гевко, Б.В. Погріщук // Вісник інженерної академії України. 2017. № 2. 2017. - С. 13-19.
4. Гевко Р.Б. Розробка конструкції шнека з еластичною гвинтовою поверхнею та результати її експериментальних досліджень / Р.Б. Гевко, С.З. Залуцький // Вісник Інженерної академії України. 2015. № 1. - С. 242-247.

УДК 621.33

Р.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., Ю.С. Никеруй, В.П. Олексюк, канд. техн. наук,
доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА ЗАВАНТАЖЕННЯ ЯБЛУК У ТАРИ В СКЛАДСЬКІ ПРИМІЩЕННЯ

R. Hevko, Dr., Prof., Y. Nykerui, V. Oleksyuk, Ph.D., Assoc. Prof.

TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEM OF LOADING APPLE IN TAR IN A STORAGE FACILITY

Процеси завантаження вантажів у складські приміщення переважно здійснюються роликowymi [1], стрічковими транспортерами [2] та гвинтовими конвеєрами [3].

В таких випадках траєкторія переміщення вантажів формується за допомогою функціонально зв'язаних та дискретно встановлених різних типів транспортерів. Однак, переважно вони є конструктивно складними та матеріаломісткими, а їх застосування є доцільними на значних трасах переміщення вантажів.

Для завантаження малих складських приміщень штучними вантажами, а саме яблук у ящиках, розроблені канатні механізми з різним конструктивно-технологічним виконанням, схеми та принцип роботи яких викладено в роботах [4-5].

Однак, відомі механізми переміщення штучних вантажів, які розташовані на парі натягнутих канатів, коливаються відносно несучих центральних роликів, що може спричинити зміщення тари відносно основи трикутноподібної рамної конструкції, а також додаткових динамічних навантажень на троси.

Для усунення цього недоліку розроблена канатна система завантаження складського приміщення, яка зображена на рис. 1.

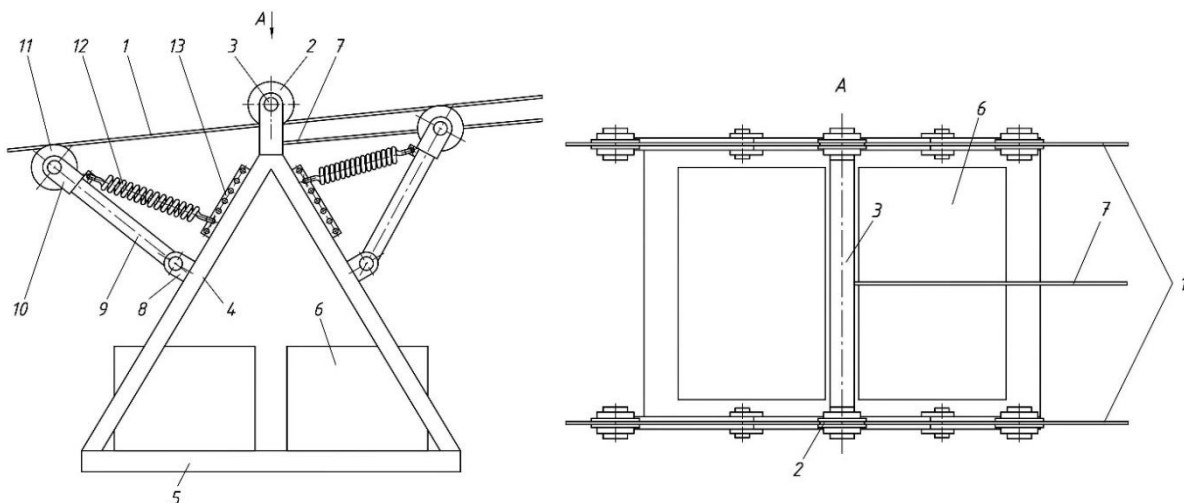


Рис. 1. Канатна система завантаження складського приміщення

Канатна система виконана у вигляді двох несучих канатів 1, на яких розташовані пари роликів 2, що встановлені на осі 3. До неї кріпиться трикутноподібна рамна конструкція 4 з площадкою 5 для розміщення штучних вантажів 6, а також канат 7 регулювання швидкості руху вантажів. До рамної конструкції 4, по її боках, кріпляться натяжні пружні механізми, що виконані у вигляді кронштейнів 8, в отворах яких шарнірно встановлені важелі 9. З протилежної сторони важелів закріплені щоби 10, між якими, в підшипникових опорах, розташовані пари підтискних роликів 11. До верхньої частини важелів кріпляться пружини розтягу 12, які з протилежної сторони встановлені

в повздовжніх кронштейнах 13 з набором виконаних отворів, які закріплені по боках трикутноподібної рамної конструкції.

В процесі переміщення вантажів ролики 2 обертаються відносно похило розташованих несучих канатів. Швидкість переміщення вантажів регулюється оператором, шляхом стримування або відпускання канату 7. Для уникнення повздовжніх коливань рамної конструкції застосовано підтискні ролики, які контактують з канатами та підтиснуті до них за допомогою важелів пружинами розтягу, сила натягу яких регулюється шляхом їх кріплення в різних отворах повздовжніх кронштейнів.

Рознесення підтискних роликів на значну відстань між парами роликів 2, а також забезпечення різної сили підтискання канатів можна досягнути мінімальних коливання штучних вантажів при їх транспортуванні в складське приміщення.

Загальний вигляд рамної конструкції для переміщення штучних вантажів зображено на рис. 2.



Рис. 2. Загальний вигляд рамної конструкції для переміщення штучних вантажів

Наступні дослідження полягають у визначенні оптимальних зусиль підтискання роликів з важелями пари канатів, а також сили натягу канатів в залежності від довжини технологічної траси, величин прогину тросів під масою вантажів для забезпечення якісного виконання технологічного процесу.

Література

1. Иванченко Ф.К. Конструкция и расчёт подъёмно-транспортных машин.- К.: Вища школа. - 1988. - 426 с.
2. Гевко Р.Б. Розрахунок конструктивно-кінематичних параметрів стрічкового транспортера-очисника / Р.Б. Гевко, І.І. Павх, Ю.Б. Гладь, І.Г. Ткаченко // Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей Луцького державного технічного університету. - Луцьк, 1999. - С. 48-55.
3. Гевко Р.Б. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах: монографія / Р.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, Р.І. Розум та ін. – Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018.- 180 с.
4. Гевко Р.Б. Експериментальна установка та методика проведення досліджень канатного механізму для завантаження малих складських приміщень яблуками у тарі // Р.Б. Гевко, Ю.С. Никеруй / Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань “Технічні науки”). - Луцьк, ЛНТУ.- 2019. - С. 29-55.
5. Никеруй Ю.С. Канатний механізм для завантаження складського приміщення. Патент України на корисну модель №130576 МПК В 65 G 7/00 / Ю.С. Никеруй, Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, Б.В. Погріщук, Н.В. Добіжа. Заявка № u201807507. Заявл. 04.07.2018. Опубл. 10.12.2018. Бюл.№ 23.

УДК 631.363

В.З. Гудь, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ ШНЕКОВИМ ТРАНСПОРТЕРОМ ІЗ ОДНОЧАСНОЮ СЕПАРАЦІЄЮ

V. Hud, PhD

RESEARCH OF THE PROCESS OF TRANSPORTATION OF GRAIN MIXTURES BY SCREW TRANSPORT WITH SIMULTANEOUS SEPARATION

Досягти значної ефективності під час виконання різного роду технологічних процесів вдається не тільки найбільш сприятливою (оптимальною) послідовністю їх виконанням, але значною мірою одночасним поєднанням декількох процесів. Наприклад, транспортування кормів із одночасним змішуванням їх компонентів; транспортування посівного матеріалу із його обробкою мікроелементами; транспортування зернової суміші із її очищенням (сепарацією), сушінням. Характерною особливістю вказаних процесів є наступне: з одного боку використовується різного виду транспортери, а з іншого – сипке середовище (зерно, посівний матеріал, корм). Якщо на сьогодні динаміці різного роду транспортерів (стрічкових, гвинтових, скребкових) присвячена значна кількість робіт, то вплив сипкого середовища на динаміку системи транспортер – сипке середовище розглядався лише в окремих роботах [1].

У випадку, коли зернова суміш не подається на гвинт шнекового транспортера, диференціальне рівняння його згинальних коливань за своєю структурою аналогічне до диференціального рівняння згинальних пружного тіла яке обертається навколо нерухомої осі і має вигляд

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{EI}{\rho} \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} - \omega^2 u = \varepsilon f \left(u, \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} \right) \quad (1)$$

де $u(x, t)$ - поперечне переміщення перерізу шнекового гвинта з координатою x в довільний момент часу t ; EI - жорсткість на згин шнеку (E , I відповідно модуль пружності матеріалу шнеку та момент інерції), ρ - стала (погонна маса шнеку),

$\varepsilon f \left(u, \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} \right)$ - функція, яка описує нелінійно пружні, дисипативні та іншої

природи сили системи, ε - малий параметр, який вказує на їх малу величину у порівнянні із лінійною складовою відновлювальної сили. У випадку, коли вздовж шнекового гвинта переміщається зі сталою за величиною швидкістю зернова суміш, абсолютне прискорення w_s умовно виділеного в довільному місці елемента зернової суміші визначається залежністю

$$w_s = \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} V^2 + 2V \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t \partial x} \quad (2)$$

Доданки у вказаному виразі виражають відповідно відносну, переносну та коріолісову складову прискорень елемента зернової суміші.

Радіус кривини ρ його зігнутої нейтральної осі рівний $\rho = \left(\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} \right)^{-1}$, так як розглядаються малі згинальні коливання гвинтового шнеку.

Якщо прийняти до уваги, що зернова суміш не впливає на модуль пружності матеріалу шнеку, а лише частково змінює його момент інерції, то диференціальне рівняння системи гвинт шнеку - зернова суміш набуває вигляду

$$\begin{aligned} & (\rho + \rho_1(x)) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} + 2\rho_1(x)V \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t \partial x} + \rho_1(x)V^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + \\ & + E\bar{I}(x) \frac{\partial^4 u(x,t)}{\partial x^4} - (\rho + \rho_1(x))\Omega^2 u(x,t) = \varepsilon f \left(u, \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

де $\bar{I}(x)$ - момент інерції гвинта шнеку разом із зерною сумішшю. Представлене рівняння (3) показує, що зернова суміш, яка переміщається вздовж шнека надає диференціальному рівнянню його руху якісно нової форми:

- за рахунок руху зернової суміші появились у ньому два нових доданки $\rho_1(x)V \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t \partial x}$ та $\rho_1(x)V^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}$;

- за рахунок процесу сепарації погонна маса зернової суміші змінюється вздовж довжини сита.

Все це створює додаткові труднощі аналітичного дослідження впливу всієї множини параметрів на динаміку процесу. Останнє пов'язане із побудовою розв'язку отриманого рівняння. Адже дослідити вплив всього спектру чинників на динаміку розглядуваного процесу можна найбільш повно на базі аналітичного розв'язку (навіть наближеного).

Відзначимо, розв'язок диференціального рівняння визначається не тільки його виглядом, але й крайовими та початковими умовами. Очевидно що крайові умови визначаються способом кріплення гвинтового шнеку та передачею на нього руху від привідного двигуна. Останній для багатьох випадків збурює у шнеку коливання, тому крайові умови для диференціального рівняння (3) прийматимемо у вигляді

$$\begin{aligned} u(0,t) = \varepsilon k_1 \sin(pt + \theta), \quad \frac{\partial^2 u(0,t)}{\partial x^2} = 0, \\ u(l,t) = 0, \quad \frac{\partial^2 u(l,t)}{\partial x^2} = 0, \end{aligned} \quad (4)$$

де k_1 , p , θ – сталі (відповідно амплітуда, частота та початкова фаза зовнішнього періодичного збурення, до того ж амплітуда періодичного збурення є малою величиною). Тут приймається що привідний пристрій (двигун) знаходиться на початку шнекового гвинта. Таким чином, задача про дослідження процесу транспортування з одночасною сепарацією зернової суміші звелась до побудови та дослідження розв'язку крайової задачі (3), (4).

Можна зробити висновок, що процес сепарації зернової суміші супроводжується одночасним зростанням амплітуди проходження через резонанс, і для більш інтенсивної сепарації вона є більшою.

Література:

1. Hevko I., Lyashuk O., Sokil I., Slobodian L., Hud V., Vovk Yu. Resonant oscillation of vertical working part of conveyer-loader. *Bulletin of the Karaganda University. «PHYSICS» series.* 2019. № 2(94). P. 73–82.

УДК 621.82

В.З. Гудь, канд. техн. наук, М.Г. Левкович, канд. техн. наук, доц., В.В. Гупка
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З МОЖЛИВОСТЯМИ МОБІЛЬНОЇ ЗМІНИ ДОВЖИНИ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

V. Hud, Ph.D., M. Levkovich, Ph.D., Assoc. Prof., V. Gupka
METHOD OF DESIGN OF SCREW CONVEYORS WITH THE POSSIBILITY OF
MOBILE CHANGE OF LENGTH

Проектування телескопічних гвинтових конвеєрів (ТГК) [1] передбачає забезпечення необхідної довжини та кута нахилу перевантаження при врахуванні наступних параметрів нерухомої та рухомої в осьовому напрямку секцій шнека:

1. В нерухомій в осьовому напрямку секції шнека гвинтовий робочий орган (ГРО) кріпиться до валу, відтак обмеження по довжині з врахуванням ускладнення конструкцій в порівнянні з класичною становитимуть: для горизонтальних і пологонахилених ТГК - до 10 м (в окремих випадках до 20 м); для вертикальних жорстких ТГК - до 5 м (в окремих випадках до 10 м).

2. При переміщенні вантажу на шнек рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО діє сила P_m (рис. 1), що пов'язана із вагою матеріалу та його тертям по жолобу та поверхні шнека, яка забезпечує розтяг шнека в осьовому напрямку. Також на шнек даного ГРО діє аналогічна сила $P_{тр.м}$, що спонукає до скочування цього шнека з шнека нерухомої в осьовому напрямку секцій ГРО, яка викликає його стиснення. Відповідно ці сили урівноважують видовження спіралі і не впливають на величина перекриття рухомого в осьовому напрямку шнека з нерухомим в осьовому напрямку шнеком.

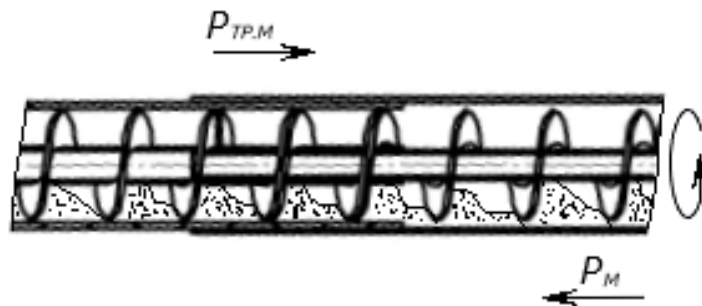


Рис. 1. Дія сил на шнек рухомої в осьовому напрямку секцій шнека

У зв'язку з тим, що шнек рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО знаходиться на валу цієї секції з відповідним зазором і кріпиться лише кількома (1...2) витками до вала цієї секції на її закінченні, то величина перекриття рухомого в осьовому напрямку шнека з нерухомим в осьовому напрямку шнеком повинна становити від 1 до 3 витків. Експериментальним шляхом було встановлено величину перекриття для телескопічних ГРО і рекомендовані значення представлено в табл. 1. На величину перекриття значний вплив має термічне оброблення спіралей шнеків. Тому при виготовленні телескопічного ГК довжину перекриття слід також перевіряти експериментальним шляхом, виходячи із забезпечення надійної роботи ГК, бо жорсткості шнеків завжди різняться і не можуть бути чітко забезпеченими на одному рівні.

3. Допустимі крутильні моменти для конкретних конструктивних параметрів шнека рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО із Ст.3 (зовнішнього діаметра, ширини і товщини витка, довжини спіралі та її жорсткості), які приводять до їх руйнування, слід приймати з табличних даних, наведених у [2].

Таблиця 1

Величина перекриття витків шнеків телескопічного ГРО від його параметрів

D / L^*	Кількість витків перекриття, шт.
0,1	1
0,2	1,5
0,3	2
0,4	2,5
0,5	3
0,6	3,5
0,7	4
0,8	4,5
0,9	5
1,0	5,5

*де D / L - коефіцієнт довжини шнека; D - зовнішній діаметр шнека, мм; L - довжина шнека, мм

4. Кроки та зовнішні діаметри шнеків рухомої та нерухомої в осьовому напрямку секцій ГРО виходячи з конструктивних особливостей ТГК повинні бути однаковими.

5. Зазор між валом та шнеком рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО для забезпечення безперешкодного вигвинчування-загвинчування шнека рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО у шнек нерухомої в осьовому напрямку секцій ГРО повинен становити 1,1...1,3 товщини труби, на якій кріпиться шнек нерухомої в осьовому напрямку секцій ГРО при безззорному рухомому з'єднанні труб (виступають у якості валів) нерухомої та рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО.

6. Забезпечення необхідної відстані при розсуванні телескопічного ТГК можна забезпечувати при використанні зовнішніх обмежувачів різних типів (приклад представлено в експериментальній конструкції телескопічного ТГК у розділі 5 даного дисертаційного дослідження), або за допомогою різних внутрішніх конструкцій (гідро-, пневмо-, типу гвинт-гайка або іншого механічного типу). При цьому в першому випадку конструкція ТГК буде досить простою і обертальний момент від приводу на шнек рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО передаватиметься зі шнеку шнеком нерухомої в осьовому напрямку секцій ГРО напрями. В іншому випадку передача моменту на шнек рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО може здійснюватись з вала шнека нерухомої в осьовому напрямку секцій ГРО через внутрішню конструкцію на вал шнека рухомої в осьовому напрямку секцій ГРО, а з неї на її шнек.

7. Забезпечення необхідних кутів нахилу завантажувальних і/чи розвантажувальних віток виконують ТГК з допомогою відповідних фіксаторів, підвісок та натяжних пристроїв. Ці елементи конструкцій є широковідомі не потребують деталізації.

При виборі конструктивних параметрів елементів ТГК для забезпечення відповідної продуктивності слід використовувати відомі залежності і зважати на динамічні аспекти в їх роботі.

Література

1. Гевко Ів.Б., Гудь В.З., Шуст І.М., Мельничук А.Л. Синтез телескопічних гвинтових конвеєрів. // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» – 2016. – Випуск № 168, С. 85-91.

2. Гевко І.Б. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05. 02.02 «Машинознавство» / І. Б. Гевко. – Львів, 2013. – 42 с.

УДК 621.226.5; 62-822

Г.М. Данилишин, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОРЕАКТИВНИХ ПУСКО-ЗАПОБІЖНИХ СИЛОВИХ ПЕРЕДАЧ

G. Danylyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE HYDROREACTIVE START-AND-SAFETY POWER TRANSMISSIONS

Найпростіша гідрореактивна силова передача у вигляді симетричного або збалансованого насоса з реактивним дроселем передбачена для впровадження в приводи стаціонарних машин та трансмісії мобільних машин з двигунами малої потужності. Виконуючи функції пуско-запобіжної муфти аналогічно відцентровим чи гідродинамічним муфтам, зокрема об'єднаний розгін приводного електродвигуна, плавний пуск робочого органу та захист від перевантаження при заклинюванні робочих органів, запропонована передача забезпечує певну трансформацію обертового моменту приводного двигуна при пуску робочого органу (виході зі стопового режиму).

Основною характеристикою пуско-запобіжної силової передачі є обертовий момент, на передавання якого вона розрахована. Можливість трансформувати крутний момент приводного двигуна дає змогу використовувати електродвигуни меншої потужності та зменшити пусковий струм, для мобільних машин з тепловими двигунами – зменшити кількість передач.

Запропонована передача передбачає два способи компонування. При жорсткому з'єднанні вала насоса з приводним двигуном насос виконує функцію гідростатичної муфти на всіх режимах роботи, що забезпечується тиском масла

$$p = \frac{2\pi M_{\text{дв}}}{q \cdot \eta}, \quad (1)$$

де p – надлишковий тиск на виході насоса, МПа; $M_{\text{дв}}$ – крутний момент на приводному двигуні, Н·м; q – робочий об'єм насоса, м³/об; η – коефіцієнт втрат.

За розрахунком для заданого приводного двигуна та вибраного насоса тиском масла визначаємо площу отвору дроселя при пуску

$$S_o = \frac{q \cdot \eta \cdot \omega_n}{2\pi \cdot \mu} \sqrt{\frac{\rho}{2p}}, \quad (2)$$

де S_o – площа отвору дроселя, м²; ω_n – кутова швидкість насоса (вала насоса відносно корпусу насоса), с⁻¹; μ – коефіцієнт розходу; ρ – густина масла, кг/м³.

Обертовий момент на виході передачі $M_{\text{вих}}$ визначається як сума моменту гідростатичної муфти $M_n = M_{\text{дв}}$ та реактивного моменту M_R на корпусі насоса

$$M_R = \frac{\rho \cdot q \cdot \eta \cdot \omega_n \cdot r}{2\pi} \left(\varphi \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho}} - \omega_{\text{др}} \cdot r \right), \quad (3)$$

де r – радіус обертання дроселя, м; φ – коефіцієнт швидкості; $\omega_{\text{др}}$ – кутова швидкість обертання дроселя (корпусу насоса), с⁻¹.

При пуску двигуна (виході із стопового режиму) $\omega_n = \omega_{\text{дв}}$ та $\omega_{\text{др}} = 0$, звідки

$$M_R = \frac{\varphi \cdot q \cdot \eta \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot r}{2\pi} \sqrt{2 \cdot p \cdot \rho} = 2 \cdot \varphi \cdot \mu \cdot p \cdot S_o \cdot r. \quad (4)$$

У випадку компонування корпусу насоса на вході передачі $\omega_{\text{др}} = \omega_{\text{дв}}$ на всіх режимах роботи, що зменшує реактивний момент при виході із стопового режиму, відповідно коефіцієнт трансформації, ускладнює керування дроселем.

УДК 621.787

В. О. Дзюра, канд. техн. наук, доц., І. Г. Ткаченко, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**РОЗРАХУНОК КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЕФОРМУВАЛЬНОГО
ЕЛЕМЕНТА ПРИ ФОРМУВАННІ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ НА
ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХНЯХ ТІЛ ОБЕРТАННЯ**

V. Dzyura, Ph.D., Assoc. Prof., I. Tkachenko Ph.D., Assoc. Prof.
**CALCULATION OF KINEMATIC PARAMETERS OF A DEFORMING
ELEMENT MOTION AT REGULAR MICRORELIEF FORMATION ON
ROTATION BODIES END SURFACES**

Дослідженням впливу параметрів регулярного мікрорельєфу на експлуатаційні властивості робочих поверхонь деталей машин присвячені роботи Шнейдера Ю.Г. [1] Розробленням інструментів для формування РМР на робочих поверхнях деталей машин присвячені праці Киричика П.О. [2], Кривого П.Д. [3] та інших.

Формування РМР на торцевих поверхнях тіл обертання є складнішим з технологічної точки зору, ніж на внутрішніх чи зовнішніх циліндричних поверхнях, оскільки зі зміною радіусу, на якому формують РМР, кінематичні параметри процесу також змінюються.

Основними параметрами, що визначають форму мікрорельєфу на торцевій поверхні тіла обертання є частота обертання оброблюваної деталі навколо власної осі та закон руху деформувального елемента. Відносна швидкість останнього визначається як геометрична сума його лінійної швидкості і швидкості обертання торцевої поверхні V_n на радіусі R_{kc} формування мікрорельєфу.

Кутова швидкість торцевої поверхні тіла обертання визначається за формулою $\omega_n = \Delta\varphi/\Delta t$ і є постійною. Її лінійна швидкість залежить від радіусу R_{kt} формування мікрорельєфу (відстані від осі обертання оброблюваної деталі до центру плями контакту деформувального елемента із оброблюваною поверхнею) і є змінною (рис. 1). Вона визначається за формулою

$$V_{z.s.} = \omega_n \cdot R_{kt} = 2 \cdot \pi \cdot n_n \cdot R_{kt},$$

де R_{kt} – відстань від осі обертання оброблюваної деталі до центру плями контакту деформувального елемента із оброблюваною поверхнею, мм;
 n_n – частота обертання оброблюваної деталі, об/хв.

На виробництві використовують технологічні параметри формування ЧРМ, зокрема, вертикальну складову швидкості деформувального та амплітуду його коливань.

Центральний кут канавок визначається із залежності

$$\alpha_k = 2 \cdot \arctg \left[\frac{R_{kc} \sin(\varphi_k / 2)}{A_k} \right], \text{ град.}$$

де φ_k – кутовий крок канавок ЧРМ, град;

A_k – амплітуда коливань деформувального елемента, мм;

R_{kc} – середній радіус канавок ЧРМ, мм.

Звідси

$$\text{tg}(\alpha_k / 2) = \frac{R_{kc} \sin(\varphi_k / 2)}{A_k}, \text{ град.}$$

Значення вертикальної складової швидкості руху деформувального елемента визначається із залежності

$$V_{в.в.} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n \cdot R_{kt} \cdot A_k}{R_{kc} \sin(\varphi_k / 2)}, \text{ мм/хв.}$$

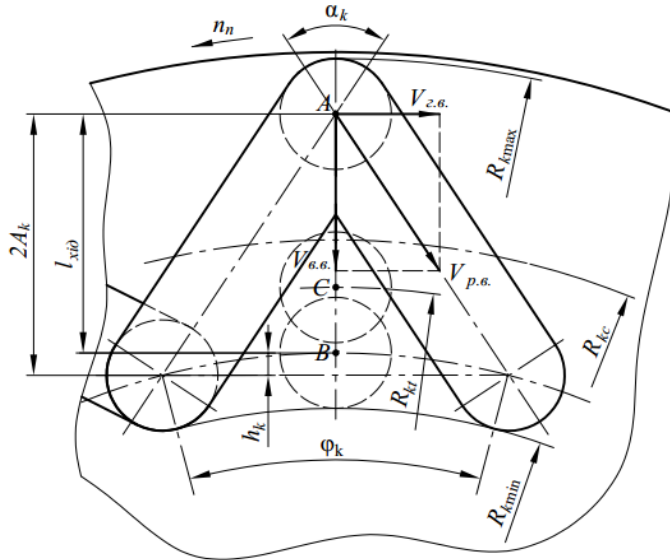


Рисунок 1. Схема руху деформувального елемента при формуванні ЧРМ на торцевій поверхні тіла обертання

Кутовий крок канавок визначається за формулою

$$\varphi_k = \frac{360^\circ}{N_{ел}},$$

де $N_{ел}$ – кількість елементів ЧРМ, шт.;

Кількість елементів ЧРМ на проміжку $0..2\pi$ визначається за формулою

$$N_{ел} = \frac{i_{н.х.}}{n_n}, \text{ шт.}$$

де $i_{н.х.}$ – частота коливань деформувального елемента, подв. ходів/хв.

$$\varphi_k = \frac{360^\circ \cdot n_n}{i}, \text{ град;}$$

$$V_{в.в.} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n \cdot R_{kt} \cdot A_k}{R_{kc} \sin\left(180^\circ \cdot n_n / i\right)}, \text{ мм/хв.}$$

Для того, щоб забезпечити відповідне значення амплітуди коливань A_k деформувального елемента він повинен здійснити переміщення на величину ходу l_x , яке буде меншим від A_k на величину h_k

$$l_x = A_k - h_k;$$

$$h_k = (R_{kc} - A_k) \left(1 - \cos(\varphi_k / 2)\right);$$

$$l_x = A_k - (R_{kc} - A_k) \left(1 - \cos\left(180^\circ \cdot n_n / i\right)\right).$$

Література

1. Шнейдер Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом : изд. 2-е, перераб. и доп. Ленинград : Машиностроение, 1982. 248 с.
2. Киричок П. О., Несхозиєвський А. В. Дослідження впливу параметрів микрорельєфу на якість обробки деталі та експлуатаційні характеристики поліграфічного обладнання. Технологічні комплекси. Луцьк : Вид-во Луцьк. нац. техн. ун-ту, 2007. № 3–4. С. 74–80.
3. Кривий П. Д., Дзюра В. О., Тимошенко Н. М. Прогресивна технологія формування регулярних микрорельєфів на довгомірних циліндричних поверхнях : тези доп. Дванадцятий Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові, Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2015. С. 85-86.

УДК 621.86і7

О.Р.Дмитрів, канд. техн. наук, доц., Л.Р. Рогатинська, М.В. Грубенюк,
П.О. Леськів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ ДЛЯ ПОДАЧІ НАСИПНОГО ПАЛИВА

О. Dmytriv, Ph.D., Assoc. Prof., L. Rogatynska, M. Grubenyuk, P. Les'kiv
SCREW CONVEYORS FOR BULK FUEL SUPPLY

Для транспортування насипного палива (торфу, вугілля подрібненої деревини та пелет чи гранул з них тощо) використовуються, як правило, тихохідні гвинтові конвеєри (ТГК), для яких ймовірність заклинювання робочого органу внаслідок неоднорідності вантажу нижче ніж для швидкохідних. Проте тихохідні конвеєри характеризуються підвищеними матеріало- та енергоємністю, низьким коефіцієнтом заповнення робочого простору. З метою встановлення шляхів покращення їх експлуатаційних характеристик розроблена уточнена модель переміщення ними вантажу.

При усталеному режимі вантаж транспортується робочим органом по осі конвеєра поступально з постійним параметром кута підйому θ . Для горизонтальних ТГК [1]

$$\theta = \arctg \{ (\pi D - \mu_1 T) / [\mu_2 (T + \mu_1 \pi D)] \},$$

де D , d та T - зовнішній та внутрішній діаметри та крок гвинтової стрічки; μ_1 та μ_2 - відповідно коефіцієнти тертя вантажу до поверхонь гвинта та кожуха. θ

Із зростанням кута підйому θ , при збільшенні кутової швидкості ω та коефіцієнта заповнення φ , зростає кількість вантажу, що не транспортується, а пересипається через вал ТГК. Вплив пересипання на продуктивність конвеєра визначається коефіцієнтом $\psi = \psi(\theta)$. При транспортуванні зв'язних вантажів (торф, подрібнена деревина тощо) із незначним зміщенням вантажів в потоці, він транспортується масивом без зміщень шарів. Тоді, від тіла волочиння (об'єму вантажу між витками) ΔV за час Δt буде пересипатись через вал елементарний об'єм вантажу $\Delta V_{\Pi} = (1 - \psi)\Delta V$. Але, із умови постійності об'ємної витрати, стільки ж вантажу буде додаватись від пересипання із попереднього тіла волочиння. Отже, за умови усталеного транспортування, $\theta = const$, таке поповнення втраченого вантажу призводить до циркуляційного руху тіла волочиння із тангенціальною складовою швидкості $v_{\theta} = \omega T(1 - \psi)/(2\pi)$. Для незв'язних сипких матеріалів, при значному куті відкосу, проходить також зрив частини вантажу із верхніх шарів тіла волочиння без пересипання через вал і втрати продуктивності. Це викликає збільшення циркуляції тангенціальної складової його швидкості, яка визначатиметься залежністю

$$v_{\theta} = \omega T(1 - \psi - \xi)/(2\pi),$$

де $\xi = \xi(\theta)$ - коефіцієнт, що враховує циркуляційний рух всередині тіла волочиння.

Встановлено, що підвищення стабільності транспортування та зменшення енерго- та матеріалоємності тихохідних гвинтових конвеєрів досягається зменшенням кутового параметру θ і, відповідно, зменшенням коефіцієнта тертя вантажу до кожуха μ_1 та кроку T , а також конструктивним виконанням ТГК, зокрема використанням спарених (двовальних) гвинтових конвеєрів. За результатами досліджень розроблено перспективні конструкції гвинтових конвеєрів для транспортування насипного палива.

Література

1. Гевко Б.М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин / Б.М. Гевко, Р.М. Рогатынский. – Львов: Вища школа, 1989. – 176 с.

УДК 614.894.23:612.014.464

В.Г. Дозорський, канд. техн. наук, доц., О.Ф. Дозорська, Є.Б. Яворська, канд. техн. наук, доц., Л.Є. Дедів, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19

V. Dozorskyi, Ph.D., Assoc. Prof., O.F. Dozorska, E.B. Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof., L.Ye. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.

THE INDIVIDUAL PROTECTION SYSTEM OF RESPIRATORY ORGANS OF MEDICAL WORKERS WITH REPEATED USE IN THE CONDITIONS OF THE COVID-19 PANDEMY

Відповідно до даних МОЗ та Центру громадського здоров'я станом на 11 травня на території України підтверджено 15648 випадків COVID-19, з яких 3026 припадають на медичних працівників (лікарі, медичний персонал тощо) [1]. Такий високий показник захворюваності серед медичних працівників може бути пов'язаний часто із нестачею або поганою якістю засобів індивідуального захисту органів дихання.

Сьогодні, основним способом захисту медичних працівників від ураження COVID-19 є використання різних типів респіраторів (фільтруючі напівмаски, респіратори патронні тощо із різними типами конструкцій), які захищають органи дихання від потрапляння аерозолів, що можуть містити вірус, та окулярів або щитків, які призначені для захисту слизових оболонок очей та шкіри обличчя. Вартість такої системи захисту є високою (вартість лише респіратора коливається від 50 до 2000 грн. і вище) а із зростанням кількості випадків зараження зростає і щоденна потреба в таких засобах захисту. Також важливим є питання дезінфекції респіраторів багаторазового використання після застосування їх в умовах можливої наявності аерозолів з вірусом COVID-19. Тому, розроблення системи індивідуального захисту органів дихання медичних працівників, що включає в себе респіратор багаторазового використання та засіб дезінфекції таких респіраторів (стерилізатор) є актуальним завданням.

Для зниження собівартості та підвищення ефективності захисту пропонується розробити конструкцію респіратора патронного типу із можливістю виготовлення його шляхом 3D друку із доступних матеріалів ABS, PLA, PETG, NYLON тощо. Такий підхід значно знизить кількість виконуваних операцій в процесі виготовлення респіратора в порівнянні із виготовленням тканинних респіраторів, що значно знизить собівартість останнього. Попереднє моделювання показало, що для виготовлення одного респіратора із матеріалу PLA необхідно в середньому 12 метрів цього наповнювача із діаметром нитки 1,75 мм. Враховуючи значення середньої вартості такого наповнювача собівартість одного респіратора становитиме наближено 12-24 грн. (без врахування вартості електроенергії, амортизаційних витрат тощо), а час виготовлення наближено становить 6 год. При цьому, в конструкції попередньо передбачено надійне прилягання респіратора до поверхні шкіри обличчя із застосуванням шару ущільнюючого матеріалу та можливість заміни фільтруючих елементів. Також стає можливим об'єднати в одній конструкції власне респіратор та захисний щиток із значно нижчою собівартістю в порівнянні із використанням таких елементів захисту окремо. При цьому, при належному очищенні та дезінфекції такого типу респіратора стає можливим його багаторазове використання.

Проведено аналіз резистентності COVID-19 до різних способів дезінфекції [2-8], зокрема із застосуванням жорсткого ультрафіолетового випромінювання (265 нм), термообробки, рідинних дезінфікуючих засобів та озону і проведено порівняння цих

способів за такими параметрами, як необхідний для дезінфекції час, відносна надійність методу, складність реалізації методу, можливість дезінфекції важкодоступних місць (що можуть бути місцем накопичення COVID-19) та можливість застосування його до обробки респіраторів, виготовлених шляхом 3D друку. Встановлено, що оптимальним є оброблення таких респіраторів озоно-кисневою сумішшю з концентрацією озону більше за гранично допустиму (0,2 мг/м³). При цьому можна досягти знищення більше 99% COVID-19 [8] за час 15-60 с. Цей спосіб характеризується підвищеною проникністю в важкодоступні для інших способів дезінфекції місця респіраторів, зокрема злами чи ділянки встановлення змінних фільтруючих елементів. Також такий спосіб дезінфекції має бути безпечним до обробки респіраторів, виготовлених із поширених ABS чи PLA матеріалів, для яких термообробка є недопустимою (призведе до деформації чи руйнування матеріалу).

Конструктивно, стерилізатор має включати в себе джерело озону (електроди, до яких прикладається висока напруга 8-10 кВ, між якими виникає електричний розряд, що руйнує молекулярний кисень повітря до атомарного із наступним формуванням озону), вентилятор (для забезпечення примусової конвекції озону всередині камери стерилізатора), вимірювач концентрації озону (максимум оптичної густини озону припадає на УФ випромінювання з довжиною хвилі 260-270 нм) та деструктора озону (для унеможливлення шкідливого впливу на обслуговуючий персонал). При цьому масо-габаритні показники стерилізатора будуть набагато меншими в порівнянні із такими ж показниками стерилізаторів повітряних, споживана потужність значно нижчою, час стерилізації значно нижчим (залежно від концентрації озону – декілька хвилин). Також основні конструктивні елементи стерилізатора (включаючи корпус) планується виготовляти методом 3D друку із матеріалів, які характеризуються кращими діелектричними властивостями, що унеможливить ураження електричним струмом високої напруги обслуговуючий персонал.

Використання запропонованої системи дасть можливість зниження собівартості засобів індивідуального захисту органів дихання медичних працівників, підвищення ефективності самого захисту та можливості багаторазового використання.

Література

1. Оперативна інформація про поширення коронавірусної інфекції COVID-19. Електронний ресурс: <https://moz.gov.ua>
2. Miriam E. R. Darnell, Kanta Subbarao, Stephen M. Feinstone, Deborah R. Taylor. Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV / Journal of Virological Methods, 2004, Vol. 121, Iss. 1. – P. 85-91.
3. Christopher M. Walker, GwangPyo Ko. Effect of Ultraviolet Germicidal Irradiation on Viral Aerosols. 2007. Електронний ресурс: <https://www.researchgate.net>
4. Alex Chin, Julie Chu, Mahen Perera, Kenrie Hui, Hui-Ling Yen. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions / The Lancet Microbe, 2020, Volume 1, Issue 1, P. e10.
5. Boris Pastorino, Franck Touret, Magali Gilles, Xavier de Lamballerie, Remi N. Charrel. Evaluation of heating and chemical protocols for inactivating SARS-CoV-2. 2020. Електронний ресурс: <https://www.researchgate.net>.
6. Хвисьюк М.І., Малахов В.О., Ганічев В.В. Озонотерапія. Харків, 2002, 189 с.
7. Possibility of Using ozone micro nano bubbles, ozone therapy & routine daily activities to cure and protect against corona virus infection. 6 February 2020. Електронний ресурс: <https://www.nanobble.com>.
8. Ozone: A powerful weapon to combat COVID-19 outbreak. China.org.cn. Електронний ресурс: http://www.china.org.cn/opinion/2020-02/26/content_75747237_4.htm.

УДК 621.81

А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., В.П. Михайлюк, І.В. Головатий
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

A. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof., V. Myhailiuk, I. Golovaty
THE STUDY OF FIXTURE PARAMETERS FOR COMBINED SPIRAL
BLANKS FORMING

Вихідними даними для розрахунку параметрів пристрою для формоутворення комбінованих гвинтових заготовок (КГЗ), що представлено в літературі [1] є матеріал стрічки заготовки, ширина стрічки B , товщина стрічки s , зовнішній радіус КГЗ R_3 , крок T_1 та висота H_2 гофр на зовнішньому радіусі КГЗ.

Кількість зубів k слід брати більше 8, радіус заокруглення при вершині зубів визначається необхідним радіусом при вершині гофр на зовнішньому радіусі КГЗ. Зовнішній радіус формувальних інструментів визначено за формулою:

$$R_1 = \frac{T_1 \cdot k}{2\pi}. \quad (1)$$

Відстань між центрами формувальних коліс:

$$L_1 = \frac{T_1}{2} \cdot \left(\frac{k}{\pi} + \sqrt{\frac{k^2}{\pi^2} - 1} \right) - H_2. \quad (2)$$

Встановлено допустиму товщину зуба формувального інструмента:

$$S_1 \geq \frac{s}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot B \cdot H_1 \cdot \sigma_T \cdot \sin\left(\beta_c + \frac{180}{k}\right)}{B_1 \cdot [\sigma]_{3z} \cdot \cos\beta_c \cdot \left(\frac{T_1}{2} - 2r_2 \cdot \sin\beta_c\right)}}, \quad (3)$$

де H_1 - висота зуба, яку вибирають на 5 - 10мм більшою від середньої висоти гофр H_c ; σ_T - границя текучості матеріалу стрічки заготовки; МПа, β_c - середній кут контакту стрічки з кромкою зуба, град; $[\sigma]_{3z}$ - допустиме напруження згину матеріалу зуба, МПа; r_2 - радіус заокруглення зубів, мм.

Необхідний крутильний момент M_k для обертання формувальних інструментів:

$$M_k = \frac{B \cdot s^2 \cdot \sigma_T}{4} \left(\frac{2 \cdot (\sin\alpha_1 + \mu_{np} \cdot \cos\alpha_1)}{L_2 - r \cdot \sin\alpha_1 + H_c} + \frac{\sin\left(\beta_c + \frac{\theta}{2}\right)}{2 \cdot \cos\beta_c \cdot \left(\frac{T_1}{2} - 2r_2 \cdot \sin\beta_c\right)} + \frac{\mu_1}{L_3 + H_c} + \frac{tg(\gamma + \varphi_T)}{L_4} \right), \quad (4)$$

де α_1 - кут контакту гофрованої стрічки із роликом; μ_{np} - приведений коефіцієнт тертя кочення між КГЗ і роликом; r - радіус КГЗ, L_2 - зміщення ролика відносно початку координат, мм; θ - кут розміщення зубів, град.; μ_1 - коефіцієнт тертя між стрічкою і напрямною, L_3 - відстань від вісі формувального колеса до напрямної, мм; γ - кут нахилу клина відносно горизонтальної площини, град; φ_T - кут тертя між стрічкою і клином, град; L_4 - відстань від зони деформації стрічки на крок до клина, мм.

Література

1. Дячун А.Є. Спосіб формоутворення гофрованих гвинтових поверхонь / А.Є. Дячун, В.С. Гандзій, В.П. Михайлюк // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі сучасних технологій", 28-29 листопада 2018 р. : тези доп. – Тернопіль, 2018. - С. 91.

УДК 621.914.5

А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., Ю.Є. Паливода, канд. техн. наук, доц.,
Я.В. Довбенко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВСТАНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ ВИТКА ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ДИСКОВОЇ ДЕТАЛІ ІЗ ЗАОКРУГЛЕНИМИ ЗУБАМИ

A. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof., Y. Palyvoda, Ph.D., Assoc. Prof., Y. Dovbenko
ESTABLISHMENT OF WORM MILLING CUTTER COIL PROFILE FOR
MILLING OF DISK PART WITH ROUNDED TEETH

В процесі виготовлення профільних дискових деталей, які подібні до зубчастих коліс із зубами, що мають заокруглення при вершині в умовах середньосерійного типу виробництва доцільно використовувати спеціальні черв'ячні фрези для фрезерування радісних поверхонь. При цьому виникають завдання, щодо проектування профілю таких фрез, що можна вирішити, задавши систему координат $y_1O_1x_1$, яка жорстко приєднана до центра дискової зубчастої деталі та фіксовану систему координат $z_3O_3x_3$, що жорстко приєднана до пристрою, на якому закріплено заготовку. Рухому систему координат $y_2O_2x_2$ жорстко приєднано до середньої лінії черв'ячної фрези, витки якої переміщуються паралельно вісі x_3 .

В загальному профіль одного витка черв'ячної фрези можна представити із двох кривих, що перетинаються: кола радіусом R_1 (крива 1), що дорівнює радіусу заокруглення при вершині зуба і визначено на проміжку $\pi/2 \geq \theta \geq 0$ і кривої 2, яка спряжена із траєкторією руху заокругленої частини зуба відносно витків черв'ячної фрези. Початок координат радіусної кривої 1 зафіксовано у системі координат $y_2O_2x_2$. Рівняння кривої 2 у системі координат $y_2O_2x_2$ визначено за формулою:

$$\vec{r}_2(\theta, \varphi) = \overline{M}_{23} \cdot \overline{M}_{31} \cdot \vec{r}_1, \quad (1)$$

де \overline{M}_{23} - матриця переміщення одного витка черв'ячної фрези вздовж вісі x_2 в системі координат $y_2O_2x_2$ відносно нерухомої системи координат $z_3O_3x_3$; \overline{M}_{31} - матриця обертання профільної дискової деталі із зубами навколо вісі z_3 з одиничним вектором; \vec{r}_1 - вектор профілю заокруглення радіусом R_1 при вершині зуба в системі координат $y_1O_1x_1$.

Після скорочень і перетворень матриці (1) одержано рівняння поверхні кривої 2 витка черв'ячної фрези у векторній формі:

$$\vec{r}_2(\theta, \varphi) = \begin{bmatrix} -R\varphi - \sin \varphi (-R - R_1 \cos \theta) - R_1 \cos \varphi \cdot \sin \theta \\ R - R_1 \sin \varphi \sin \theta - R \cos \varphi - R_1 \cos \varphi \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де R - радіус розміщення заокруглень радіусом R_1 при вершині зубів на дисковій деталі, мм;
 θ - кутовий параметр розміщення точок на поверхні заокруглень при вершині зубів, рад;
 φ - кут повороту профільної дискової деталі із зубами.

Після скорочень і перетворень матриці (2) одержано рівняння поверхні кривої 2 профілю витка черв'ячної фрези у параметричній формі:

$$\begin{aligned} x_2 &= -R_1 \sin(\theta - \varphi) - R(\varphi - \sin \varphi); \\ y_2 &= -R_1 \cos(\theta - \varphi) + R(1 - \cos \varphi). \end{aligned} \quad (3)$$

УДК 621.81

А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., Ю.Є. Паливода, канд. техн. наук, доц.,
В.І. Щербань

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ТРУБЧАСТИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

A. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof., Y. Palyvoda, Ph.D., Assoc. Prof., V. Shcherban
THE STUDY OF THE STRESS STATE OF TUBULAR SPIRAL BLANKS
FORMING PROCESS

Під час навивання на оправу трубчастих циліндричних гвинтових заготовок виникають зони розтягу та стиску матеріалу відповідно на зовнішній та внутрішніх сторонах труби, при цьому встановлюється вісесиметрична деформація, що дозволяє визначити напружений стан в місцях деформацій на основі напружених станів елементарних секторів з кутами в плані $d\gamma$ та $d\alpha$, на яких виникають головні напруження σ_θ в коловому напрямку поперечного січення труби та σ_α – в меридіальному напрямку в поперечному січенні оправу, на яку проходить навивання заготовки.

Проведено розгляд умови рівноваги елементарних секторів, що визначені кутами в плані $d\gamma$ та $d\alpha$ при малих переміщеннях заготовки в полярній системі координат. Спроековано усі сили на дотичні до секторів і прирівняно їх суму нулю. Сили, що діють на елементарні сектори, визначено як добуток напружень на відповідні площі елементів секторів. Напруження σ_θ діють на площі $f_1 = (R_1 + r \cdot \sin \gamma) d\alpha s$, $\sigma_\theta + d\sigma_\theta$ - на площі $f_2 = s(R_1 + r(\sin \gamma - d\gamma \cdot \cos \alpha))$, σ_α - на площі $f_3 = r \cdot d\gamma \cdot s \cdot \sin(d\alpha/2)$, де R_1 – середній радіус навивання трубчастої гвинтової заготовки, мм, r – середній радіус труби в поперечному січенні, мм, s – товщина стінки труби.

Складено диференціальні рівняння рівноваги для зони розтягу та стиску відповідно:

$$-\sigma_\theta (R_1 + r \cdot \sin \gamma) d\alpha \cdot s + (\sigma_\theta + d\sigma_\theta) (R_1 + r(\sin \gamma - d\gamma \cdot \cos \alpha)) s + 2\sigma_\alpha \cdot r \cdot d\gamma \cdot s \cdot \sin(d\alpha/2) = 0; \quad (1)$$

$$-\sigma_\theta \cdot s(R_1 + r(-\sin \gamma - d\gamma \cdot \cos \alpha)) + (\sigma_\theta + d\sigma_\theta) (R_1 - r \cdot \sin \gamma) s - 2\sigma_\alpha \cdot r \cdot d\gamma \cdot s \cdot \sin(d\alpha/2) = 0. \quad (2)$$

Рівняння прямої, що апроксимує криву зміцнення матеріалу навитої трубчастої гвинтової заготовки в координатах напруження - логарифмічні деформації записано у вигляді:

$$\sigma_s = \sigma_{T,0} + \Pi \ln(R_1 / (R_1 + r \sin \gamma)), \quad (3)$$

де $\sigma_{T,0}$ - екстрапольована границя текучості матеріалу заготовки, МПа; Π - лінійний модуль зміцнення матеріалу заготовки, МПа.

Після перетворення рівнянь (1) та (2) з врахуванням зміцнення матеріалу заготовки одержано диференціальне рівняння для зони розтягу та стиску відповідно:

$$-\sigma_\theta (1 + \cos \gamma) + \beta \cdot \left(\sigma_{T,0} + \Pi \ln \frac{R_1}{R_1 + r \sin \gamma} \right) + \frac{d\sigma_\theta (R_1 / r + \sin \gamma)}{d\gamma} = 0; \quad (4)$$

$$\sigma_\theta (\cos \gamma - 1) + \frac{d\sigma_\theta (R_1 / r - \sin \gamma)}{d\gamma} - \beta \cdot \left(\sigma_{T,0} + \Pi \ln \frac{R_1}{R_1 + r \sin \gamma} \right) = 0. \quad (5)$$

де β - коефіцієнт, що враховує вплив середнього головного напруження. Розв'язок рівнянь (4) та (5) проведено чисельним методом.

УДК 621.326

**І. Зелінський, канд. фіз.-мат. наук, доц., М. Паламар, д-р. техн. наук, проф.,
М. Яворська, канд. техн. наук, доц., В. Кругльов**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОНТРОЛЬ ПОВЕРХНІ РЕФЛЕКТОРА В РОБОЧОМУ РЕЖИМІ

**I. Zelinskiy, Ph.D, Assoc. Prof., M. Palamar, Dr., Prof., M. Yavorska, Ph.D, Assoc. Prof.,
V. Kruhlov**

TECHNIQUE OF THE REFLECTOR SURFACE MEASURING IN AN OPERATING MODE

Деформації поверхні дзеркала антени під дією як власної ваги, так і зовнішніх чинників можуть впливати на якість прийому сигналу і тому повинні компенсуватися, або, принаймні, враховуватися в експлуатаційних розрахунках. Однак подані в системі координат, прив'язаній до вимірювального пристрою, заміри контрольних позицій на поверхні рефлектора не дозволяють отримати безпосередню оцінку відхилень його форми від допустимої. Одним із варіантів є перерахунок вимірних значень до системи координат, прив'язаної до досліджуваної поверхні, як було показано в [1]. Проте даний підхід виходить із того, що наперед відомі координати чотирьох контрольних позицій, виміряні в системах координат вимірювального пристрою і поверхні відповідно. Його застосування доцільніше для контролю поверхні рефлектора під час виготовлення чи монтажу і може бути утруднено під час безпосередньої експлуатації для оцінки біжучих деформацій робочої поверхні.

В цьому випадку для оцінки відхилень форми рефлектора від параболоїда в робочому режимі запропоновано наступний алгоритм опрацювання даних вимірювання. Нехай в процесі контролю горизонтальна вісь тахеометра орієнтована паралельно до кутомісної осі z антени. (x_i, y_i, z_i) , $i = 1, 2, \dots, N$ - координати контрольних позицій на поверхні рефлектора в декартовій системі координат, прив'язаній до вимірювального пристрою. В загальному випадку оптимально наближеною до них параболічною поверхнею буде поверхня, апроксимована за методом найменших квадратів за формулою

$$z = a_{20}x^2 + a_{02}y^2 + a_{11}xy + a_{10}x + a_{01}y + a_{00}. \quad (1)$$

Вектор коефіцієнтів $C = [a_{20}, a_{02}, a_{11}, a_{10}, a_{01}, a_{00}]'$ знаходимо як $C = A^{-1}B$, де

$$A = \begin{bmatrix} \sum_1^N x_i^4 & \sum_1^N x_i^2 y_i^2 & \sum_1^N x_i^3 y_i & \sum_1^N x_i^3 & \sum_1^N x_i^2 y_i & \sum_1^N x_i^2 \\ \sum_1^N x_i^2 y_i^2 & \sum_1^N y_i^4 & \sum_1^N x_i y_i^3 & \sum_1^N x_i y_i^2 & \sum_1^N y_i^3 & \sum_1^N y_i^2 \\ \sum_1^N x_i^3 y_i & \sum_1^N x_i y_i^3 & \sum_1^N x_i^2 y_i^2 & \sum_1^N x_i^2 y_i & \sum_1^N x_i y_i^2 & \sum_1^N x_i y_i \\ \sum_1^N x_i^3 & \sum_1^N x_i y_i^2 & \sum_1^N x_i^2 y_i & \sum_1^N x_i^2 & \sum_1^N x_i y_i & \sum_1^N x_i \\ \sum_1^N x_i^2 y_i & \sum_1^N y_i^3 & \sum_1^N x_i y_i^2 & \sum_1^N x_i y_i & \sum_1^N y_i^2 & \sum_1^N y_i \\ \sum_1^N x_i^2 & \sum_1^N y_i^2 & \sum_1^N x_i y_i & \sum_1^N x_i & \sum_1^N y_i & N \end{bmatrix},$$

$$B' = \left[\sum_1^N x_i^2 z_i, \sum_1^N y_i^2 z_i, \sum_1^N x_i y_i z_i, \sum_1^N x_i z_i, \sum_1^N y_i z_i, \sum_1^N z_i \right]$$

Через послідовні заміни змінних: $x' = x - x_0, y' = y - y_0$,

$$x_0 = \frac{2a_{02}a_{10} - a_{11}a_{01}}{4a_{20}a_{02} - a_{11}^2}, y_0 = \frac{2a_{20}a_{01} - a_{11}a_{10}}{4a_{20}a_{02} - a_{11}^2},$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}, \text{ де } \varphi = 0.5 \tan^{-1} \frac{a_{11}}{a_{02} - a_{20}},$$

приведемо (1) до канонічної форми:

$$Z = aX^2 + bY^2 + q_0.$$

за якою можемо оцінити відхилення поверхні рефлектора та його функціональних характеристик в робочому стані від теоретично розрахованих.

На рис.1 приведено дві поверхні рефлектора: апроксимована за координатами семи вимірюваних позицій безпосередньо на дзеркалі (нижня) і дистанційно в системі координат вимірювального пристрою з подальшим перерахунком в канонічну систему координат (верхня), отримані при допомозі розробленого за даним алгоритмом програмного забезпечення. Вимірювання проводилися з використанням оптико-електронного тахеометра серії TPS800.

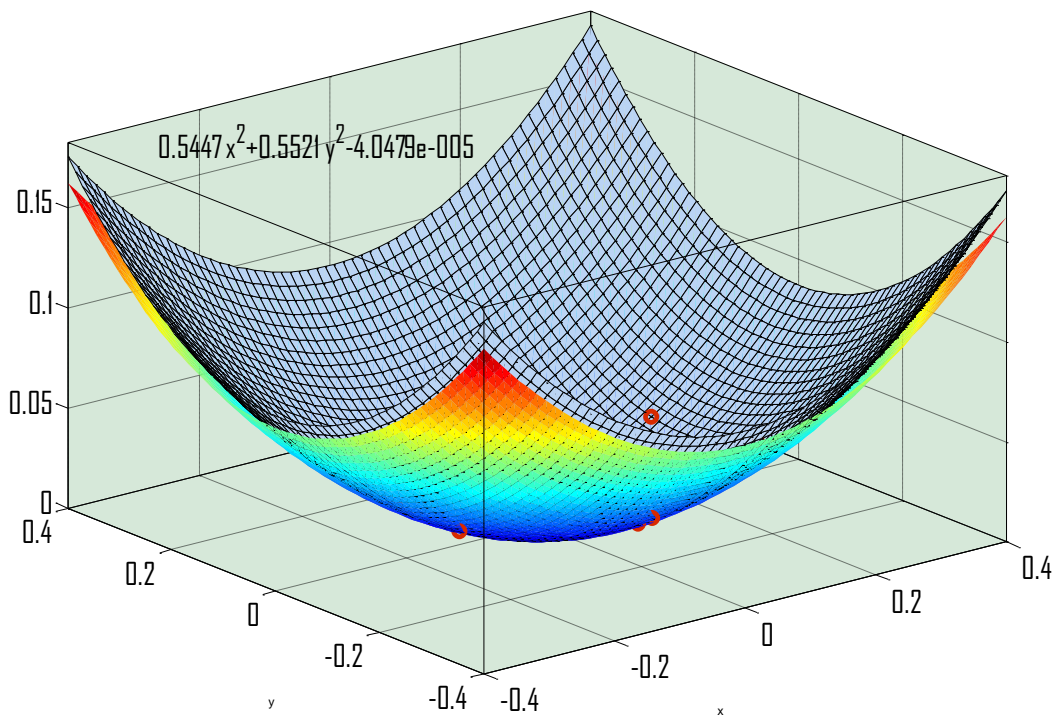


Рис. 1. Накладання поверхонь дзеркала антени за різними варіантами реконструкції

Література

1. Зелінський І.М.; Яворська М.І. Алгоритм обробки даних в системі дистанційного вимірювання просторових координат. Матеріали XVIII наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. С. 33.

УДК 621.86

В.М. Клендій, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОБОЧИЙ ОРГАН ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

V. Klendii, Ph.d

WORKING BODY OF THE FLEXIBLE SCREW CONVEYOR

Транспортування сипких вантажів криволінійними і комбінованими трасами за допомогою гнучких шнекових робочих органів, замкнених в еластичні кожухи, забезпечує високу мобільність при виконанні завантажувально-розвантажувальних технологічних процесів і відповідно розширює їх технологічні можливості.

Однак, існуючі гнучкі гвинтові робочі органи в повній мірі не задовольняють експлуатаційним вимогам, які висуваються до таких типів конвеєрів. Секційні робочі органи характеризуються складністю конструкції і технологією їх виготовлення, високою матеріаломісткістю, що призводить до підвищених енерговитрат, пошкодження транспортованого матеріалу та внутрішньої поверхні гнучких рукавів.

Тому, актуальним є завдання розробки нових конструкцій гнучких секційних гвинтових робочих органів з розширеними технологічними можливостями, які забезпечують зменшення радіуса кривизни технологічної магістралі конвеєра за рахунок збільшення кута розхилу осей між секціями, підвищення їх продуктивності у порівнянні з відомими, зменшення енерговитрат і збільшення висоти підйому транспортування сипкого матеріалу.

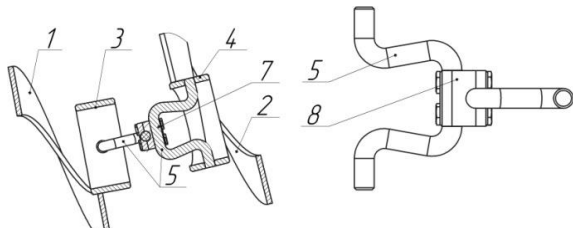
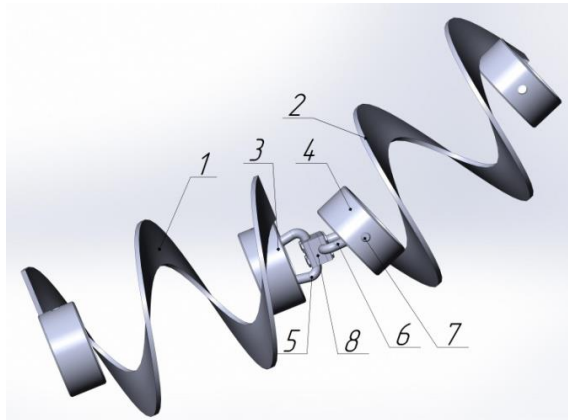


Рис. 1. Робочий орган гнучкого гвинтового конвеєра

Робочий орган гнучкого гвинтового конвеєра рис. 1 виконано з лівої 1 і правої 2 гвинтових секцій однакових розмірів і довжин одного гвинтового напрямку, кінці яких жорстко з'єднані з фланцевими втулками відповідно лівої 3 і правої 4. Фланцеві втулки через отвори 5 з'єднані з П-подібними пружними елементами 6 з опорними шийками 7 з можливістю відносного повертання. Причому пружні з'єднувальні елементи 6 на сусідніх фланцевих втулках 3 і 4 встановлені під кутом 45° один до одного і вони з'єднані між собою профільними скобами 8 з можливістю відносного повертання. Секції гнучкого гвинтового конвеєра 1 і 2 приводяться в рух від приводу, який на кресленні не показано. Робота секцій гнучкого гвинтового конвеєра здійснюється наступним чином. Обертний рух від 1 секції на секцію 2 здійснюється через з'єднувальні П-подібні пружні з'єднувальні елементи 6 під необхідним кутом через скобу 8 по криволінійній трасі.

До переваг конструкції належить розширення технологічних можливостей і зменшення радіусів згину трас транспортування.

УДК 621.86.067

І.Р. Козбур, О.П. Шовкун

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЖ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ ВІБРОПРИВОДУ ЖИВИЛЬНИКА З АВТОНАЛАГОДЖУВАНОЮ ЧАСТОТОЮ ЗБУДЖЕННЯ

I. Kozbur, O. Shovkun.

RESEARCH OF STABILITY LIMITS VIBRODRIVE FEEDER SYSTEM WITH AUTOCONFIG FREQUENCY EXCITATION

При проектуванні вібраційних живильників поштучної видачі заготовок необхідно гарантувати їх максимальну продуктивність, що забезпечується резонансними режимами збудження та руху заготовок. Запропоновано електромагнітний вібропривід живильника з автоналагоджуваною частотою збудження [1, 2], який задовольняє виконання умови резонансу, за рахунок введення в систему електромеханічного зворотного зв'язку.

Згідно функціональної схеми електромагнітного віброприводу живильника, представленої в [1, 2], побудуємо структурну схему [3]. Побудову структурної схеми здійснюємо через заміну функціональних елементів на відповідні динамічні ланки з визначеними передавальними функціями при збереженні форми і напрямів зв'язків у системі (рис.1). Для отриманої структурної схеми визначимо фізичний зміст вихідного сигналу та сигналів у каналі збудження. Для даної схеми вихідним сигналом є амплітуда коливань віброприводу $A_{вих}(t)$, відповідно, пріоритетним збуджуючим параметром – зміна маси коливальної системи $\Delta m_{вжс}(t)$, яка відбувається через донавантаження живильника заготовками чи його розвантаження при поштучній їх видачі. Відповідна структурна схема якого зображена на рис. 1.

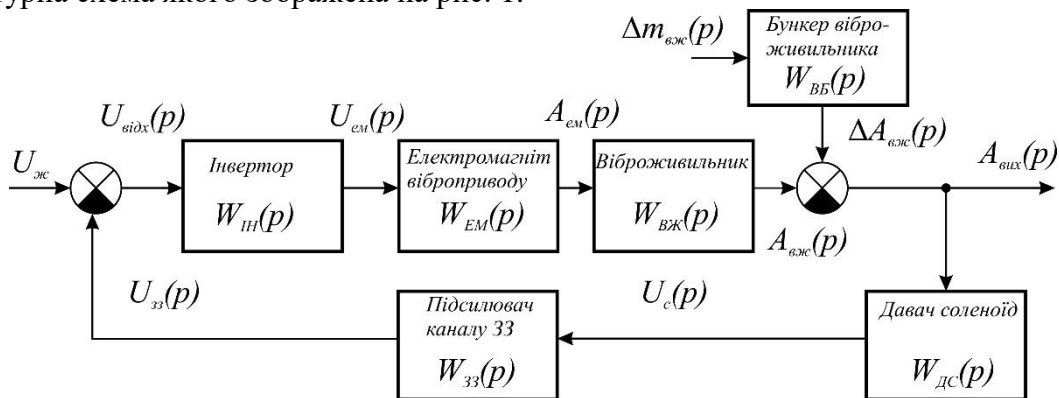


Рис. 1 Структурна схема електромагнітного віброприводу живильника з автоналагоджуваною частотою збудження

Для даної структурної схеми доцільно провести аналіз стійкості та визначити межі стійкості системи при врахуванні зовнішнього збуджуючого впливу, а саме, ступеня завантаження віброживильника транспортованими заготовками, використовуючи відомі частотні та графоаналітичні критерії Найквіста і Михайлова, відповідно.

Для цього необхідно знайти передавальну функцію системи по збудженню $W_{зб}(p) = A_{вих}(p) / \Delta m_{вжс}(p)$, вважаючи вхідний опорний сигнал постійним,

$U_{ж}(p) = const$. При виконанні цих умов, передавальна функція замкнутої системи

$$\text{набуває вигляду } W_{зб}(p) = \frac{A_{вих}(p)}{\Delta m_{вжс}(p)} = \frac{W_{ВБ}(p)}{1 + W_{ВБ}(p) \cdot W_{ДС}(p) W_{ЗЗ}(p) W_{ИИ}(p) \cdot W_{ЕМ}(p) W_{ВЖ}(p)}.$$

Де відповідно $W_{ВБ}(p)$, $W_{ДС}(p)$, $W_{ЗЗ}(p)$, $W_{ИИ}(p)$, $W_{ЕМ}(p)$, $W_{ВЖ}(p)$, – передавальні функції вібробункера, давача соленоїда, підсилювача зворотного зв'язку, інвертора, електромагнітного приводу, віброживильника.

Передавальну функцію навантаженого віброживильника отримуємо з відповідного рівняння руху [3]. Рівняння динаміки отримуємо при врахуванні загальної маси навантаженого віброживильника $m + \Delta m_{вжс}(t)$, закріпленого на пружному елементі з коефіцієнтом $k_{пр}$, можна представити як

$$\left[m + \Delta m_{вжс}(t) \right] \frac{d^2 A_{вих}(t)}{dt^2} + k_{\theta} \frac{dA_{вих}(t)}{dt} + k_{пр} A_{вих}(t) = F_{ем}(t) \quad (1)$$

де: m – маса коливної системи віброживильника, $\Delta m_{вжс}(t)$ – змінна маса деталей у бункері, k_{θ} – коефіцієнт демпфування системи, $F_{ем}(t)$ – сила, котру створює електромагнітний привід.

Виходячи з рівняння динаміки руху (1), передавальну функцію навантаженого віброживильника отримаємо у вигляді коливної ланки:

$$W_{ж}(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}, \quad (2)$$

Де відповідно: стала часу – $T = \sqrt{[m + \Delta m_{вжс}(t)]/k_{пр}}$, коефіцієнт передачі по амплітуді – $k = [m + \Delta m_{вжс}(t)]/k_{пр}$. Сталу в'язкого тертя ζ знаходимо з умови $2\zeta T = k_{\theta}/k_{пр}$. Відповідно, врахувавши значення сталої часу, стала в'язкого тертя буде

$$\text{представлена у вигляді } \zeta = \frac{k_{\theta}}{2 \cdot \sqrt{k_{пр} [m + \Delta m_{вжс}(t)]}}.$$

Отримавши відповідні передавальні функції функціональних елементів схеми електромагнітного вібропривода живильника з автоналагоджуваною частотою збудження $W_{ВБ}(p)$, $W_{ДС}(p)$, $W_{ЗЗ}(p)$, $W_{ИИ}(p)$, $W_{ЕМ}(p)$, $W_{ВЖ}(p)$ можна здійснити детальний аналіз його динамічних та частотних характеристик, визначити межі стійкості системи, провести відповідне коригування отриманих характеристик з метою покращення якісних параметрів системи.

Література

1. Электромагнитный вибропривод питателя. Авторское свидетельство №776961 СССР, М.Кл В65G 27/24. Опублик. 07.11.1980 г. Бюллет.№41. Л.П. Рыбак, А.П.Шовкун
 2. Электромагнитный вибропривод живильника / Шовкун Олександр, Козбур Ігор, Козбур Галина // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – с. 194-195.
- Шовкун О. Визначення передавальної функції електромагнітного віброприводу живильника з автоналагоджуваною частотою збудження / О. Шовкун, І. Козбур // Матеріали наукової конференції ТДТУ ім. Ів. Пулюя, 14-15 травня 2008 року — Тернопіль: ТДТУ, 2008 — С. 75

УДК 621.9.048

**О.М. Кондратюк¹, канд. техн. наук, доц., Р.Я. Лещук², канд. техн. наук, доц.,
П.В. Босюк², Ю.Я. Галан²**

¹Національний університет водного господарства та природокористування

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

**O. Kondratiuk, Ph. D., Assoc. Prof., R. Leshchuk, Ph.D., Assoc. Prof.,
P. Bosiuk, Y. Galan**

EXPERIMENTAL RESEARCHES PROCESSING OF MACHINE PARTS

При розробці і впровадженні нової високопродуктивної фінішної обробки, використовують вібраційний метод обробки деталей складної форми в сипучому абразивному середовищі. Процес вібраційного оброблення (BiO) супроводжується взаємодією на деталь, яка обробляється, сукупністю факторів: великою кількістю мікроударів частинок робочого середовища, яка забезпечує пластичну деформацію, зняття металу і його окислів, змінних прискорень, які забезпечують високу рухомість і ударний характер взаємодії частинок робочого середовища і деталей. Велика кількість різновидностей цього методу потребує досконального його вивчення і дослідження.

Для виявлення закономірностей зміни мікрогеометрії і фізико-механічних властивостей поверхневого шару оброблюваних поверхонь проведено експериментальні дослідження обробки деталей в вібраційно-відцентровій установці з робочою камерою в карданному підвісі, кінематика якої забезпечує складні кутові коливання поверхневих точок робочої камери, що відповідає одному із найбільш інтенсивних видів вібраційної обробки в сипучому абразивному середовищі.

Процес обробки деталей проводиться за допомогою експериментальної вібраційно-відцентрової установки (рис. 1), яка складається закритого корпуса 1, зрізаного зверху спереду 2 під кутом 30° до горизонту в зоні якого на пустотілому валу 3 встановлена робоча камера 4 конічно-сферичної форми, яка встановлена в рухоме кільце 5, яке при допомозі підшипникового вузла 6 зв'язано з ведучою вилкою 7 і жорстко з'єднано з пустотілим валом 3 під кутом 30° до горизонту. Останній жорстко встановлений на підставці 8 в середині закритого корпуса 1 і при допомозі підшипникових вузлів зв'язано з ведучою вилкою 7, а в середині пустотілого вала 3 вільно встановлено другий вал 9 з можливістю кругового провертання. Останній має привід окремого двигуна 10 через ремінну передачу 11 і цей вал є приводом кривошипного механізму зі складними кутовими коливаннями робочої камери 4. Пустотілий вал 3 жорстко встановлений в опори 12 і за допомогою пасової передачі 13 жорстко під'єднана до другого електродвигуна 14. У верхній частині камери встановлено пульт керування 15, який підключений до електричного поля.

Вібраційне оброблення деталей в середовищі вільноколивних тіл являє собою багатофакторний процес, інтенсивність якого залежить від амплітуди і частоти коливань робочої камери, траєкторії її руху, тривалості оброблення, марки оброблюваного матеріалу, характеристики і розмірів частинок робочого середовища, об'єму робочої камери та степені її заповнення, механічних властивостей матеріалу оброблюваних деталей та інших факторів.

Дослідження в області вібраційного оброблення [1, 2] дають обґрунтування при дослідженні таких основних закономірностей вібраційно-відцентрового методу оброблення як продуктивність і якість обробленої поверхні, незалежними перемінними прийняли: амплітуду кутових коливань A , (град.); частоту коливань ω , Гц; термін оброблення T , хв.; ступінь заповнення робочої камери K , %.

В якості робочих середовищ використовували відходи битих абразивних кругів,

абразивні призми ПТС-8 Волзького абразивного заводу та природний байкаліт рис.2. При цьому абразивні частинки попередньо галтувалися і розділялися на фракції за величиною гранул: 5...10 мм, 15...20 мм, 25...30 мм.

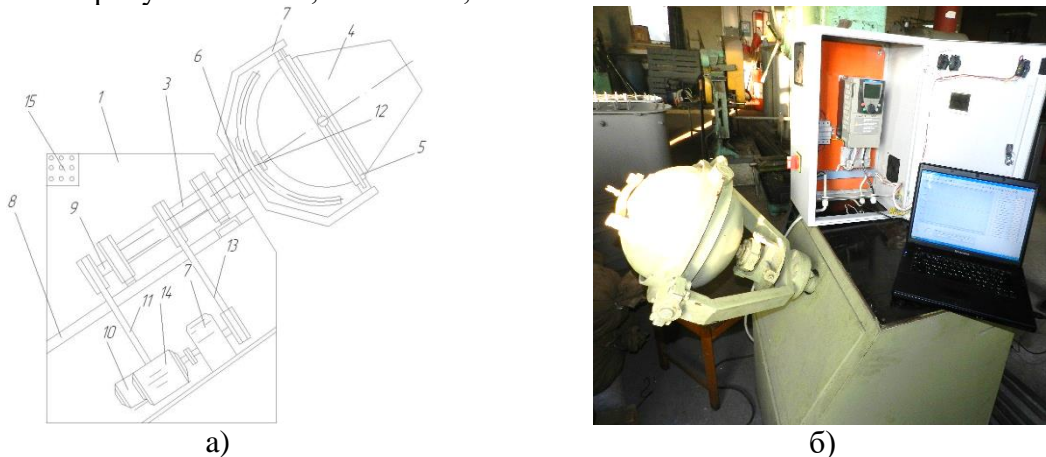


Рис. 1. Конструктивна схема вібраційно-відцентрової установки а)
експериментальна установка б)

Об'єм деталей, робочого середовища і вільного незаповненого простору в % від робочої камери становить 20:50:30, амплітуда кутових коливань A° (2...10 град.), частота коливань ω (15 Гц), час обробки T (90 хв.). Робочим середовищем вибрано битий круг марки 24А, 40НСТ і грануляцією 10...30 мм.

Для кожного з незмінних факторів експеримент проводився не менше 3 разів, після чого визначалося середнє значення результату, яке використовувалось для подальшого статистичного оброблення експерименту.

$$Ra_{(\omega, T, K)} = 13,28 + 0,29\omega - 0,54T + 0,0097\omega T + 0,00495T^2; \quad (1)$$

На основі рівняння регресії побудовано залежності шорсткості Ra , одержані з використанням «Statistica 6.0» на рис. 2

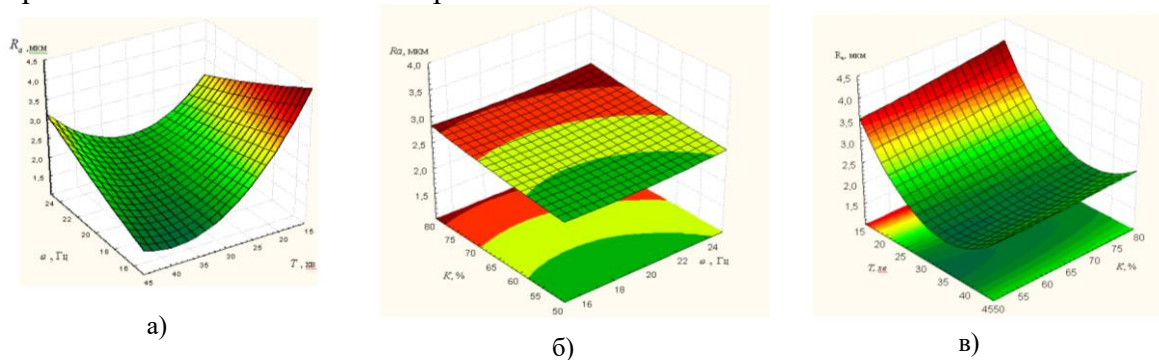


Рис. 2. Поверхні відгуку залежностей: а) – $Ra_{(\omega, T)}$; б) – $Ra_{(\omega, K)}$; в) – $Ra_{(T, K)}$

Факторне поле визначалось таким діапазоном зміни параметрів: $15 \leq \omega \leq 25$ (Гц); $15 \leq T \leq 45$ (хв); $50 \leq K \leq 80$ (%).

Література

1. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии. Ростов-н/Д.: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.

2. Кондратюк О.М., Ромейко І.В. Аналіз циркуляції робочого середовища при вібраційно-відцентровій обробці деталей // Вісник НУВГП. Випуск 2(34) – Рівне: 2006. – С. 253-271.

3. Kondratiuk O., Teslia V., Kuchvara I., Bosiuk P., Galan Yu. Theoretical substantiation of vibration-centrifugal finishing of parts by loose abrasives. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. - Lublin–Rzeszów, 2018. Vol.20. No.1. – P. 73-78.

УДК 621.91.02

П.Д. Кривий¹, канд. техн. наук, доц., В.Р. Кобельник¹, канд. техн. наук,
О.В. Литвин², канд. техн. наук, доц., І.Р.Петречко¹

¹ Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

² Національний технічний університет України «Київська політехніка імені Ігоря Сікорського», Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ ДЛЯ НАПІВЧИСТОВОГО ОБРОБЛЕННЯ АРХІМЕДОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ ВЕЛИКИХ МОДУЛІВ

P. Kryvyy, Ph.D., Assoc. Prof., V. Kobelnyk, Ph.D., O. Lytvyn, Ph.D., Assoc. Prof.,
I. Petrechko

INTERPRETING OF GEOMETRIC PARAMETERS OF TURNING CUTTERS FOR SEMI-FINISHING CUTTING OF THE ARCHIMEDES WORMS OF GREAT MODULES

Проаналізовано існуючі технології та їх інструментальне забезпечення [1, 2, 6] формування гвинтових поверхонь, зокрема Архімедових черв'яків великих модулів ($m \geq 10$).

Відзначено, що одним із найефективніших методів формування гвинтової поверхні є метод вихрового нарізання різьб.

Разом з тим встановлено, що в результаті використання багаторізцевих вихрових головок при чорновому формуванні гвинтових поверхонь, зокрема Архімедових черв'яків, на цих поверхнях, внаслідок похибок встановлення різців і не співпадання траєкторій вершин кожного із комплекту різців утворюються певні дефекти, як виступи, риски, тощо (рис. 1).

З метою забезпечення мінімально-допустимих припусків на фінішній операції шліфування і ефективності самого технологічного процесу виготовлення таких черв'яків і здійснюють напівчистове оброблення гвинтової поверхні.

Здійснено огляд і аналіз конструкцій токарних різьбових різців та їх геометричних параметрів [4, 5], які показали відсутність врахування зміни головного заднього кута вздовж головної різальної кромки.

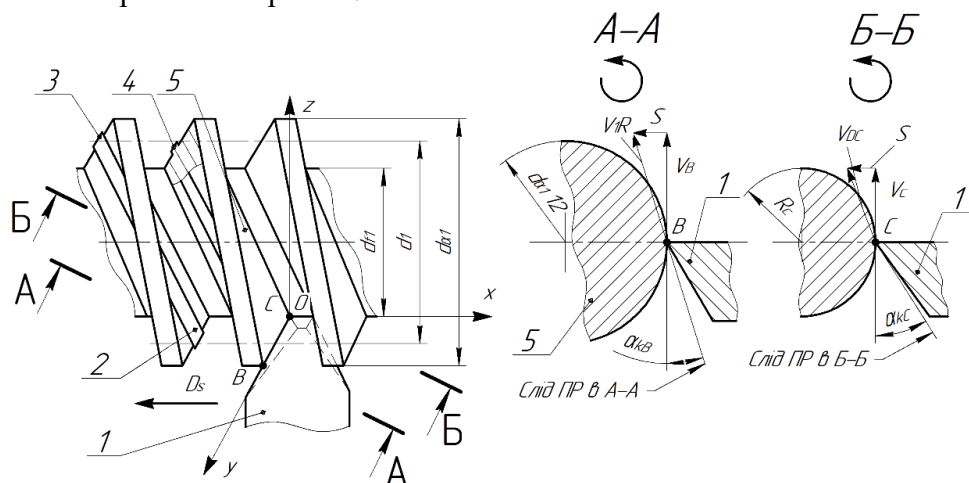


Рисунок 1. Схема напівчистового формування гвинтової поверхні фасонним різцем і зміни величини кінематичного головного заднього кута α : 1 – фасонний різець, 2,3,4 – дефекти, утворені вихровим формуванням гвинтової поверхні черв'яка, 5 – Архімедовий черв'як

Запропоновано в основу формування обґрунтування геометричних параметрів різьбонарізних токарних різців для напівчистового оброблення гвинтових поверхонь методом копіювання, покласти закономірність зміни положення площини різання вздовж головних різальних кромки, яке забезпечується при постійній подачі і частоті обертання шпинделя, зміною швидкості різання вздовж головної і допоміжної різальних кромки і це положення визначається кутом змінної величини $\alpha_{кзм} = \frac{\arctg S}{V_{Dry}}$, де S – хвилинна подача (м/хв), V_{Dry} – змінна величина швидкості різання за головним рухом вздовж головної різальної кромки в задній точці з абсцисою «у», (м/хв).

Отримано залежності для визначення мінімального $\alpha_{кmin}$ і максимального $\alpha_{кmax}$ значень $\alpha_{ст.г} = \alpha_{ст.д}$ головного і допоміжного кутів, а також статистичних значень цих кутів виражені через певні параметри черв'яка, відповідно

$$\alpha_{кmin} = \arctg \frac{1}{q - 2h_{\alpha}^*};$$
$$\alpha_{кmax} = \arctg \frac{1}{q - 2(h_{\alpha}^* - C^*)};$$
$$\alpha_{ст.г} = \alpha_{ст.д} = \arctg \frac{P_{z1}}{\pi(d_{f1} + 2y \cos \alpha)} + \alpha_p,$$

де $q = d_1/m$ – коефіцієнт діаметра черв'яка; d_1 – діаметр ділильного циліндра черв'яка; m – модуль черв'яка; h_{α}^* – висота головки витка; C^* – коефіцієнт висоти ніжки витка; P_{z1} – хід витка – відстань між одноіменними осьовими профілями одного витка твірної ділильного циліндра ($P_{z1} = S_{об}$), тут $S_{об}$ – подача на один оберт (мм/об); d_{f1} – діаметр западин черв'яка; y – біжуча координата точки вздовж різальних кромки (для головної різальної кромки на осі OY); α_p – рекомендоване стандартом значення головного заднього кута; α – кут профілю вихідного контура.

Враховуючи, що формоутворення профілю здійснюється методом копіювання, то головний та допоміжний кути в плані рівні і дорівнюють $\varphi = \varphi' = \frac{\pi}{2} - \alpha$.

Реалізація запропонованого обґрунтування геометричних параметрів таких різців забезпечить підвищення ефективності і якості виготовлення Архімедових черв'яків.

Література

1. А.с. 841823 СССР, В23G3/08. Головка для вихрового нарезания резьбы / С.Г. Нагорняк, П.Д. Кривый (СССР). - №2804381/25-27; заяв. 03.08.1979; опубл. 30.06.1981. Бюл.№11.
2. А.с. 1593804 СССР, В23G3/08. Головка для нарезания резьбы / С.Г. Нагорняк, П.Д. Кривый (СССР). - №4396488/31-08; заяв. 22.03.1988; опубл. 23.09.1990. Бюл.№ 35.
3. Кошарновський В. П. Проблеми розвитку науки про різання металів / В. П. Кошарновський. – Харків, : Видавництво ДХУ, 1967. – 204 с.
4. Резцы токарные резьбовые из быстрорежущей стали. Конструкции и размеры: ГОСТ18876-73. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 13 с.
5. Резцы токарные резьбовые с пластинками из твердого сплава. Конструкции и размеры: ГОСТ18885-73. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 8 с.
6. Технология машиностроения / [Егоров М.Е., Дементьев В.И., Тишин В.Л., Дмитрив В.Л.]. – М.: Высшая школа, 1965. – 560 с.

УДК 621.95

В.В. Крупа, канд. техн. наук, Я.М. Косів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОНСТРУКЦІЯ ТРИРІЗЦЕВОЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ З АСИМЕТРИЧНИМ РОЗМІЩЕННЯМ РІЗЦІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

P. Kryvyi, Ph.D., Assoc. Prof., V.V. Krupa, Ph.D., Ya. Kosiv

CONSTRUCTION OF THE INCREASED PRODUCTIVITY THREE-CUTTER BORING HEAD WITH ASYMMETRIC CUTTER POSITION

Проаналізовано схеми роботи та конструкції багаторізцевих розточувальних головок [1, 2]. Встановлено, що найбільша продуктивність обробки досягається при обробленні розточувальними головками, що працюють за методом поділу припуску та подачі. У роботах [3, 4] запропоновано конструкції розточувальних головок з використанням як чорнових так і чистових різців з спеціальним асиметричним їх розміщенням, що дозволяє забезпечити підвищену продуктивність обробки у порівнянні із аналогічними інструментами з рівномірним по колу розміщенням різців. Проте в конструкціях цих інструментів відсутня можливість кутового регулювання різців для забезпечення інших.

Запропоновано конструкцію трирізцевої розточувальної головки (рис. 1.) складається з корпусу 1 на якому виконані хвостовик 2 і робоча частина 3. На робочій частині корпусу встановлені послідовно перша спеціальна втулка 4, передній диск 5 та перехідна втулка 6 на якій розташовані середній диск 7 та друга спеціальна втулка 8. На різьбовій частині 9 корпусу 1 співвісно встановлена гайка 10, яка забезпечує притискання втулок та дисків до бортика корпусу. На зовнішній циліндричній поверхні першої спеціальної втулки 4 виконані три пари поздовжніх пазів 11, в яких розміщені пружні напрямні 12, а також поздовжні стружкові канавки 13. На передньому торці першої спеціальної втулки виконаний радіальний паз, в який встановлений перший чистовий різець 14 та радіальний проріз у вигляді сектору із кутом $\mu=20^{\circ}-45^{\circ}$, у який встановлений з можливістю кутового регулювання другий чистовий різець 15. Кут між слідом основних площин другого і першого чистового різців в площині, перпендикулярній до осі корпусу визначається за формулою [5]:

$$\theta_1 = 2\pi / (1 + \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \varphi'), \quad (1)$$

Центральний кут між першим чистовим 14 та чорновим різцем 16 визначається за формулою [5]:

$$\theta_2 = \operatorname{arctg} [(1 - \cos \theta_1) / \sin \theta_1] + \pi/2. \quad (2)$$

де φ – головний кут в плані на першому чистовому різці, *град*; φ' – допоміжний кут в плані на першому та другому чистових різцях, *град*;

Головний кут в плані на другому чистовому різці φ_{2K} – корегований та отримується із залежності [5]:

$$\varphi_{2K} = \operatorname{arccctg} (\operatorname{ctg} \varphi / (\operatorname{tg} \varphi')^2). \quad (3)$$

Чистові різці 14 та 15 контактують з середнім диском 7, який співвісно встановлений, з можливістю провороту, на перехідній втулці 6, що розміщена на шліцах робочої частини корпусу 1. Рифлення на торці прорізу першої спеціальної втулки 4 унеможливають прокручування другого чистового 15 різця в процесі роботи.

Радіальний виліт чистових різців більший від радіального вильоту чорнового різця на величину, що визначається з умови зрівноваження радіальних складових сил різання: В корпусі, дисках та втулках виконані отвори та пази для підводу змащувально-охолоджувальної рідини в зону різання кожного різця.

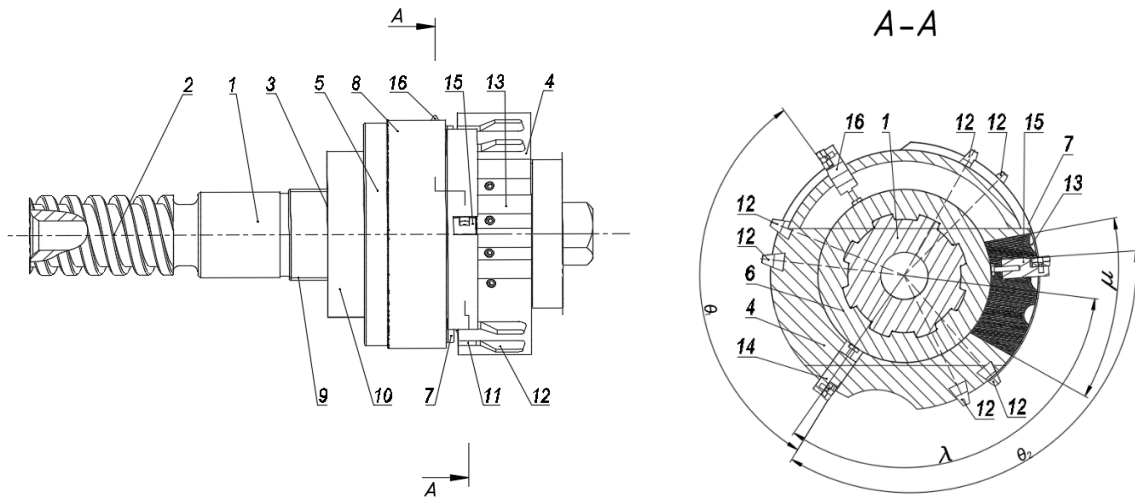


Рис. 1. Трирізцева розточувальна головка

Перед початком обробки здійснюють налаштування інструменту. Налаштування відбувається наступним чином. Визначають необхідні кути θ_1 і θ_2 . На корпус 1 надівають першу спеціальну втулку 4, далі перехідну втулку 6 та середній диск 7. Встановлюють перший та другий чистові різці у відповідні пази, забезпечуючи кут θ_1 . У відповідне положення встановлюють середній диск, далі другу спеціальну втулку 8 та передній диск 5. Прокручуючи другу спеціальну втулку 8 навколо осі виставляють кут θ_2 . Далі все затискають гайкою 10 і здійснюють регулювання радіального вильоту за рахунок конструкції державок різців. До початку обробки заготовку у вигляді труби надівають на оправку, що з'єднана з пристроєм осьової подачі верстату. На кінець оправки, закріплюють інструмент за допомогою хвостовика і заводять разом з заготовкою в патрон. Заготовку закріплюють в патроні і надають їй обертовий рух, а інструменту – осьову подачу.

Використання даної конструкції інструменту дасть можливість забезпечувати обробку з підвищеною продуктивністю, а також забезпечувати регулювання центральних кутів між різцями в залежності від змінюваних умов обробки

Література

1. Уткін Н. Ф., Кижняев Ю. Н., Плужников С. К. Обработка глубоких отверстий / под общ. ред Н. Ф. Уткина. Л. : Машиностроение. 1988. 269 с.
2. Кирсанов С. В., Гречишников В. А., Григорьев С. Н., Схиртладзе А. Г. Обработка глубоких отверстий в машиностроении. Справочник. М.:Машиностроение. 2010. 344с.
3. Крупа В. В. Металорізальні інструменти з асиметричним розміщенням лез для оброблення глибоких отворів циліндрів : дис. канд. техн. наук, спец. 05.03.01. Тернопіль, 2015. 185 с.
4. Кривий П. Д. Крупа В.В. Інструментальне забезпечення процесу розточування глибоких отворів тонкостінних циліндрів. Вісник ЖДТУ. 2012. №2. С. 23-34.
5. Substantiation of parameters for three-cutter boring head with allowance and feed distribution and asymmetric cutter position / Petro Kryvyi; Volodymyr Krupa; Volodymyr Kobelnyk; Yaroslav Kosiv / Scientific Journal of TNTU. – Tern. : TNTU, 2019.– Vol. 96. – No 4. – P. 57–69.

УДК 621.86

І. М. Кучвара, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАРІЗАННЯ ЗОВНІШНІХ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ КАНАВОК

I. M. Kuchvara, Ph.D.

DEVICE FOR EXTERNAL SCREW PROFILE GROOVES CUTTING

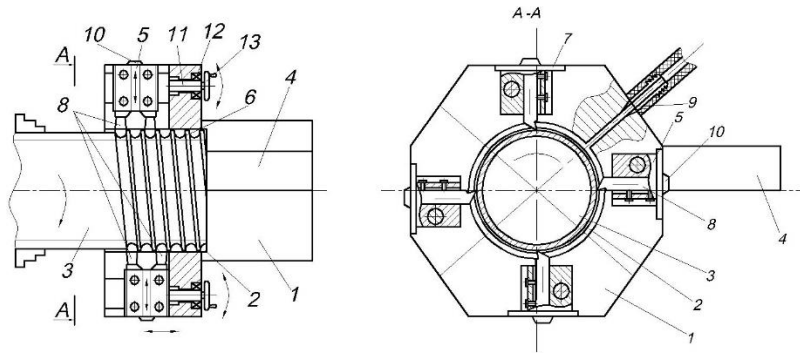


Рис. 1. Пристрій для нарізання зовнішніх профільних гвинтових канавок

Пристрій для нарізання зовнішніх профільних гвинтових канавок виконано у вигляді корпусу 1 з центральним наскрізним отвором 2 діаметром більшим зовнішнього діаметра заготовки 3 з можливістю відносного переміщення. Корпус 1 жорстко закріплений за допомогою оправки 4 в поздовжньому супорті верстату (на кресленні не показано) з можливістю осевого переміщення. Причому корпус 1 оснащений різальними блоками 5, що розміщені рівномірно по колу у вертикальній і горизонтальній взаємно перпендикулярних площинах і встановлені, наприклад, чотири по гвинтовій лінії гвинтової канавки 6 заготовки 3 по два в кожній площині з можливістю їх радіального переміщення. Різальні блоки 5 виконані у вигляді циліндричних оправок, вільний торець яких жорстко закритий кришкою 7 на корпусі 1 відомим способом. В різальних блоках 5 в діаметральній площині паралельно встановлено по два різці 8 – різальні і калібрувальні, крім цього до кожної пари різців підведена охолоджуюча рідина через штуцери 9, які жорстко закріплені до всіх зовнішніх граней корпусу. Профіль різальних інструментів 8 є рівним профілю канавок. Крім того до різальних інструментів 8 приєднано мікрометричні регульовальні пристрої 10 вильоту різців зі шкалою ноніуса. Регулювання різальних інструментів 8 на крок здійснюється переміщенням різальних блоків 5 разом з відрегульованим на певний виліт різальних інструментів 8 по передачі гвинт-гайка відомим способом. В якості гайки використовуються різальні блоки 5, які є в зачепленні з гвинтом 11, що жорстко закріплений в корпусі 1 з можливістю осевого обертання через підшипник 12 за допомогою маховика 13 з рукояткою відомої конструкції. Робота пристрою для нарізання зовнішніх гвинтових профільних канавок здійснюється наступним чином. Виставляють різальні інструменти 8 по два, один різальний другий калібруючий, у кожен з різальних блоках 5 на необхідну величину вильоту за допомогою мікрометричних регульовальних пристроїв 8 на стендах (на кресленні не показано). Потім встановлюють різцеві блоки 5 з виставленими різальними інструментами 8 в корпус 1 пристрою і вводять в зачеплення з гвинтом 11. Потім встановлюють пристрій на супорті верстату і закріплюють. Різальні інструменти 8 регулюються на крок за допомогою передачі гвинт-гайка по шаблону. Після налагодження пристрою на супорті верстату, вмикають верстат і проводять процес канавко утворення.

Література

1. Пат № 40197, Україна. Пристрій для нарізання зовнішніх гвинтових профільних канавок. Заявл: Івасечко Р.Р., Пономаренко С.В., Палюх А.Я., Гевко І.Б., власник: ТНТУ ім. І.Пулюя. Заявл. 13.11.2008, опубл. 25.03.2009. Бюл. № 6, 2009 р.

УДК 621.941-229.3

І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф., В.Н. Волошин, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАТИСКНІ КУЛАЧКИ З АДАПТИВНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ЗАТИСКУ ТОНКОСТІННИХ ДЕТАЛЕЙ

I. Lutsiv, Dr., Prof., V. Voloshyn, Ph.D, Assoc. Prof.
**CLAMPING JAWS WITH ADAPTIVE PROPERTIES FOR CLAMPING
OF THIN-WALLED PARTS**

Точність форми тонкостінних деталей після токарної обробки в значній мірі визначатиметься параметрами системи затиску. Найчастіше для базування і закріплення тонкостінних заготовок при токарних операціях використовуються кулачкові патрони, які дозволяють затискати тонкостінні заготовки різних розмірів та є вигідними щодо собівартості обробки і часу переналагодження. Точіння тонкостінних деталей, затиснутих в кулачкових патронах, пов'язане із рядом складнощів, один з яких – деформація деталі при закріпленні, зумовлена дією сил затиску. Для зменшення впливу сили затиску на точність обробки тонкостінних деталей існують такі шляхи вирішення цієї проблеми: розподіл затискного зусилля за рахунок збільшення кількості точок його прикладання в зоні контакту; розподіл затискного зусилля за рахунок збільшення зони контакту; регулювання затискного зусилля [1-4].

Затиск тонкостінних заготовок з циліндричними базовими поверхнями різних діаметрів кулачками із фіксованою геометрією їх затискної поверхні призводить до різних умов контактування. При затиску таких заготовок за допомогою наявних у продажі токарних патронів з силовим приводом іноді виникає проблема, яка полягає в тому, що точність центрування недостатня, незважаючи на попередню тонку обробку «м'яких» затискних кулачків. Тому розробка та дослідження затискних кулачків, які володіють властивостями адаптації до поверхонь затиску тонкостінних деталей та забезпечують точність їх центрування є актуальною науково-технічною задачею.

Одним із принципів підходу створення затискних кулачків із набуттям форми, який пропонується використати, є навмисне введення в їх конструкцію зон деформації [5, 6]. Така пропозиція дозволяє забезпечити прилягання контактуючої поверхні затискних кулачків до поверхні затиску тонкостінної заготовки.

З використанням цього підходу синтезована конструкція затискного кулачка з адаптивними властивостями для затиску тонкостінних деталей (рис.1), який містить гідравлічне середовище. Його особливістю є забезпечення рівномірного розподілу тиску по поверхні затиску завдяки пружному з'єднанню затискної секції 1 із його базовою секцією 2. Порожнина 3 виконана майже по всій ширині затискного кулачка і є тангенціальною по відношенню до його радіального переміщення. Затискна секція 1 приєднана до базової секції 2 за допомогою твердотільних шарнірів 4, що надає їй пружні властивості в радіальному напрямку та сприятливо впливає на забезпечення рівномірного розподілу тиску на тонкостінну заготовку. Привід переміщення затискної секції 1 виконаний гідравлічним, завдяки чому між секціями затискного кулачка створюється постійний натяг. Приведення в дію затискної секції 1 здійснюється плунжерами 5 під тиском рідини, який створюється за допомогою гвинта 6, розташованого з торця затискного кулачка. Це дозволяє отримати безпроблемний доступ до затискного кулачка навіть при затиснутій заготовці. Точне гідравлічне регулювання забезпечується поворотом гвинта 6 за допомогою ключа. Повертаючи гвинт, гідравлічна рідина витісняється в канали 7 та діє на плунжери 5. Плунжери 5 тиснуть на внутрішню область затискної секції 1.

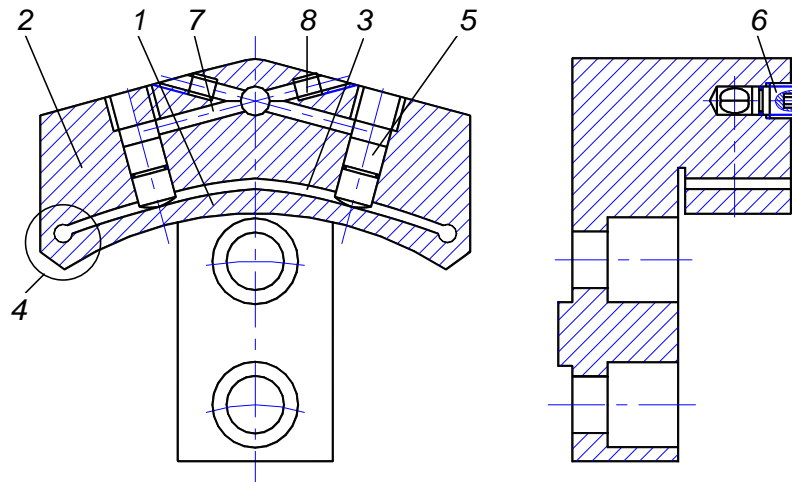


Рис. 1. Кулачок з адаптивними властивостями для затиску тонкостінних деталей

Хід плунжерів призводить до бажаного розширення радіусу затиску затискною секцією на незначну величину. Гідравлічна система переміщення затискної секції 1 дозволяє забезпечувати її точне налагодження, чим забезпечується точне центрування тонкостінної заготовки, а також прилягання контактуючої поверхні затискних кулачків до її поверхні затиску. Гвинтові заглушки 8 гідравлічних каналів 7 служать для заповнення і прокачування гідравлічної системи.

В рамках даної роботи проведені теоретичні дослідження напружено-деформованого стану затискної секції затискного кулачка з адаптивними властивостями з використанням методу скінченних елементів. Визначено вплив конструктивних та силових параметрів на величину переміщень затискної секції та напруження, які при цьому виникають. Встановлені місця концентрації максимальних напружень у затискному кулачку з адаптивними властивостями та їх величину.

Література

1. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки: Монография/ [Кузнецов Ю.Н., Драчев О.И., Луцив И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 480 с.
2. Принципы создания станочно-инструментальной оснастки для высокоэффективной токарной обработки: Монография / [Кузнецов Ю.Н., Драчев О.И., Волошин В.Н.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 336 с.
3. Луців І.В. Системи затиску та багатолезової токарної обробки з адаптивними властивостями/ І.В.Луців, В.Н. Волошин, В.М. Буховець// Збірник наукових праць ІХ Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні». – Львів, 2020.– С. 117-120.
4. Sölter J. Influence of clamping strategies on roundness deviations of turned rings / J. Sölter, C. Grote, E. Brinksmeier // *Machining Science and Technology: An International Journal*. – 2011. – 15:3. – pp. 338-355.
5. Луців І.В. Конструктивно-функціональний синтез токарних патронів з адаптацією затискних елементів до поверхні затиску/ І.В. Луців, В.Н. Волошин, Р.О. Бица// Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2017): матеріали тез доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції. – Чернівці: ЧНТУ, 2017. – Т1. – С. 79-80.
6. Lutsiv I. Adaptation of lathe chucks clamping elements to the clamping surface/ Lutsiv I., Voloshyn V., Bytsa R.// *Machines, Technologies, Materials. International journal*. – Issue 12/2015 – pp. 64-67.

УДК 629.017

О.Л. Ляшук, д-р. техн. наук, Р.В. Хорошун, Пиндус Ю.І. канд. техн. наук,
Пиндус Т.Б.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДИНАМІКИ ПІДРЕСОРЕНОЇ ЧАСТИНИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ЇХ КЕРОВАНІСТЬ

О

. DYNAMIC PART OF WHEELED VEHICLES ON THEIR STEERABILITY

Л Однією із експлуатаційних характеристик колісних транспортних засобів (КТЗ) є керованість [1-2]. Вона характеризує здатність змінювати напрям руху автомобіля і утримувати заданий напрям руху за рахунок дії водія на кермове колесо, що в кінцевому випадку приводить до зміни кута між вектором швидкості руху КТЗ і площиною кермованих коліс. Керованість автомобіля залежить як від зовнішніх, так і внутрішніх чинників, які є в певній мірі взаємопов'язаними.

к Питання керованості слід розглядати у комплексі із урахуванням динаміки ПЧ. Питання впливу динаміки відносного та переносного рухів ПЧ КТЗ на величину динамічної сили тиску кермованих коліс, а значить моменту опору повороту шини (керованості КТЗ) дозволить аналітично оцінити стійкість до руху транспортного засобу для опису деяких якісних особливостей поведінки автомобіля [3-4].

Для плоскої розрахункової моделі КТЗ, яка представлена на рис. 1. необхідно визначити динамічну силу тиску кермованих коліс на опорну поверхню (дорогу) у залежності від основних внутрішніх чинників системи не підресорена-підресорена частини. Саме динамічна сила тиску відіграє домінуючу роль у визначенні моменту опору повороту шин. Система підвіски характеризується пружними силами та силами опору, які описуються залежностями [6-7] $F_{i\delta} = \tilde{n}_3 \Delta_3^{v+1}$, $R_{ii} = \alpha_3 \Delta_3^{v+1}$, де c_i, α_3, s - сталі, Δ_3 та s_{i3} відповідно деформація пружних амортизаторів та її швидкість ($i=1$ - для передньої підвіски та $i=2$ - для задньої підвіски); максимальне значення пружної сили СП під час уздовжньо-кутових коливань ПЧ є значно більшою величиною від максимального значення сили опору демпферних пристроїв; цент ваги ПЧ по відношенню до бази автомобіля визначається параметрами a, b, c (див.рис.1).

У

.

Р

у

п

н

д

у

с

,

ПЧ в процесі руху здійснює малі коливання навколо центру мас (O) і її відносне положення однозначно визначається параметром φ (відносним кутом повороту навколо

казаного центру по відношенню до рівноважного положення); пружними властивостями коліс можна знехтувати або $F_{i\delta} = \tilde{n}_3 \Delta_3^{v+1}$ можна вважати рівнодійною силою сили пружності амортизаторів та пружної сили коліс.

Для механічної системи не підресорена - підресорена частина (ПЧ) які впливають із принципу Д'Аламбера [5] із них впливає

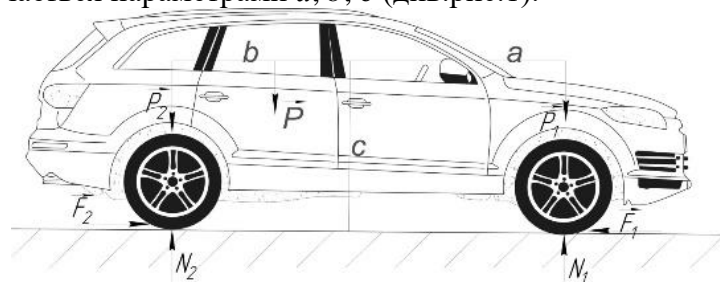


Рис 1. Розрахункова модель та розподіл зовнішніх сил, які діють на КТЗ.

$$\begin{aligned} P_1 + P_2 + P - N_1 - N_2 = 0, F_2 - F_{\text{іо.}} = 0, \\ (N_2 - P_2)(a + b) - Pa + M_A^0 = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

де P, P_1, P_2 - відповідно вага ПЧ, заднього (привідного) та переднього мостів, $F_2, F_{\text{іпр}}$ - рушійна та сила опору, N_1, N_2 - нормальні складові реакцій дороги і $\dot{\varphi}$ - момент сил інерції ПЧ відносно точки контакту (дотику) керованого колеса та дорожнього покриття (т. А) Система алгебраїчних рівнянь (1) визначає невідомі реакції

$$N_1 = P_1 + P - \frac{Pa - M_A^0}{a + b}, N_2 = P_2 + \frac{Pa - M_A^0}{a + b}, F_2 = F_{\text{іо.}} \quad (2)$$

Базою для його визначення може служити диференціальне рівняння відносних поздовжньо - кутових коливань ПЧ

$$I_o \ddot{\varphi} = -a(F_{\text{іпр.}} + R_{\text{іон.}}) - b(F_{\text{2пр.}} + R_{\text{іон.}}) \quad (3)$$

де I_o - момент інерції ПЧ відносно горизонтальної осі, яка проходить через центр ваги її і перпендикулярна до вектора швидкості переносного руху КТЗ, тобто,

$I_o = P/(3g)(a^2 + b^2 + c^2/4)$, $\varphi(t)$ - відхилення в довільний момент часу від рівноважного положення ПЧ. Як наголошувалось вище, метою роботи є дослідити вплив поздовжньо – кутових коливань на керованість КТЗ. У випадку вказаних коливань ПЧ з точністю до величин другого порядку малини пружні сили можна записати у вигляді

$$F_{\text{іпр.}} = c_1(\varphi a - \Delta_{\text{ст.}})^{\nu+1}, F_{\text{2пр.}} = c_2(\varphi b + \Delta_{\text{ст.}})^{\nu+1} \quad (4)$$

де $\Delta_{\text{ст.}}$ - статична деформація пружних елементів. Це дозволяє диференціальне рівняння (4) записати у вигляді

$$I_o \ddot{\varphi} + (c_1 a^{\nu+2} + c_2 b^{\nu+2}) \varphi^{\nu+1} = (\nu+1) \Delta_{\text{ст.}} (c_1 a^{\nu+1} - c_2 b^{\nu+1}) \varphi^{\nu} - [\alpha_1 a^{s+2} + \alpha_2 b^{s+2}] \dot{\varphi}^{s+1} \quad (5)$$

Ефективність їх використання у значній мірі залежить від можливості побудови розв'язку незбуреного аналогу рівняння (5), тобто рівняння

$$I_o \ddot{\varphi}_0 + (c_1 a^{\nu+2} + c_2 b^{\nu+2}) \varphi_0^{\nu+1} = 0 \quad (6)$$

Рівняння (6) та рівняння (5) будуть описувати коливальний процес ПЧ, якщо параметр $\nu+1$ у них визначається співвідношенням $\nu+1 = (2m+1)/(2n+1)$. ($m, n = 0, 1, 2, \dots$). До того ж, періодичний розв'язок рівняння (6) у вказаному випадку виражається через періодичні Атеб-функції у вигляді [7]

$$\varphi_0(t) = a_{\varphi} \text{ca}(\nu+1, 1, \omega(a_{\varphi})t + \theta) \quad (7)$$

де a_{φ} , $\omega(a_{\varphi}) = \sqrt{(c_1 a^{\nu+2} + c_2 b^{\nu+2})(\nu+2)/(2I_o) a_{\varphi}^2}$ - відповідно амплітуда та частота власних поздовжньо-кутових коливань ПЧ, $\omega(a_{\varphi})t + \theta$ - фаза. Часту власних коливань можна замінити більш зручною залежністю виходячи із наступних міркувань: якщо параметри “жорсткості” пружних амортизаторів СП КТЗ c_1, c_2 зв'язані співвідношенням $c_2 = \kappa c_1$ (κ - відома стала), то більш доцільно використати поняття статичної деформації пружних амортизаторів - $\Delta_{\text{ст.}}$. В такому разі $c_1 = P/((1+\kappa)\Delta_{\text{ст.}}^{\nu+1})$, а частота власних коливань приймає значення

$$\omega(a_{\varphi}) = \sqrt{P(a^{\nu+2} + \kappa b^{\nu+2})(\nu+2)/(2(1+\kappa)I_o \Delta_{\text{ст.}}^{\nu+1})} a_{\varphi}^{\frac{\nu}{2}} \quad (8)$$

Представлені співвідношення та побудовані на їх базі графічні залежності показують одну із принципів різниць коливань ПЧ КТЗ із нелінійною характеристикою СП у порівнянні із лінійним її аналогом – частота власних коливань

ПЧ КТЗ залежить від амплітуди, до того ж, для СП із прогресивною характеристикою пружних амортизаторів більшим значенням амплітуди поздовжньо-кутових коливань відповідає більше значення власної частоти, для регресивної – навпаки: більшим значенням амплітуди відповідає менше значення власної частоти. На рис.2 за різних значень силових характеристик СП подано залежність власної частоти коливань від амплітуди за таких значень параметрів $P = 10^5 \text{ Н}$, $P_1 = 10^4 \text{ Н}$, $a = c = 1 \text{ м}$, $b = 1,1 \text{ м}$, $\kappa = 1,2$.

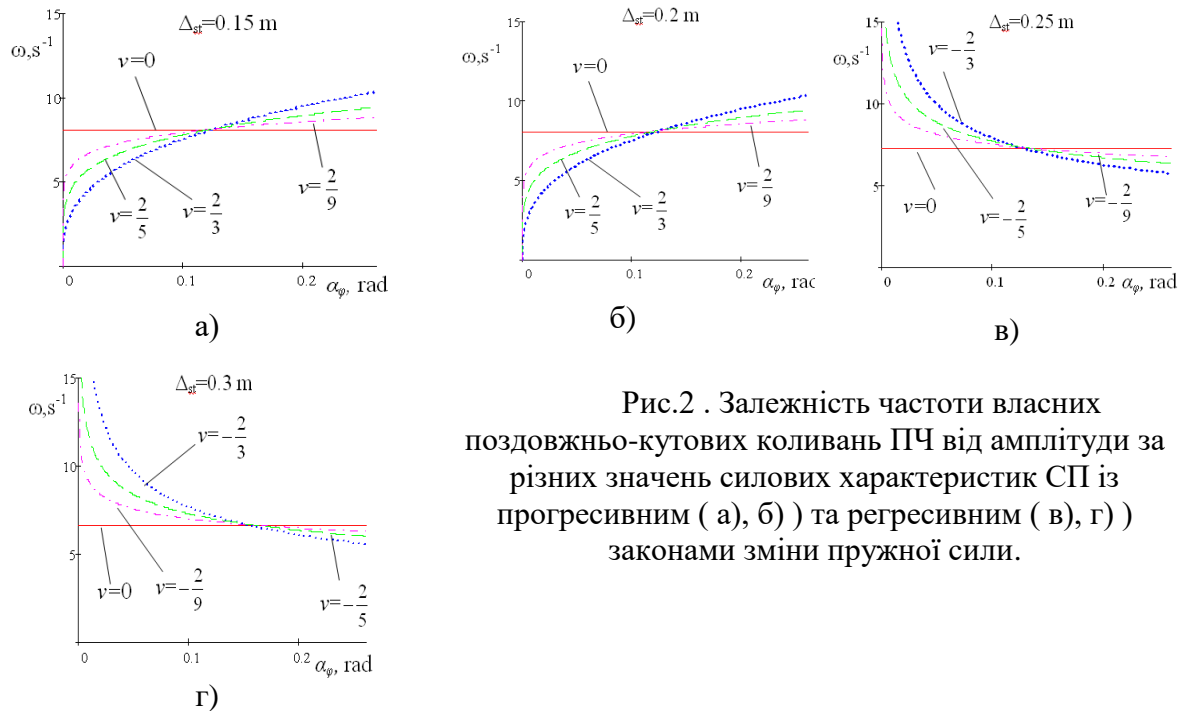


Рис.2 . Залежність частоти власних поздовжньо-кутових коливань ПЧ від амплітуди за різних значень силових характеристик СП із прогресивним (а, б) та регресивним (в, г) законами зміни пружної сили.

Література

1. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Арістей, 2010. –155 с.
2. Грубель М.Г. Вплив відновлювальної сили пружної підвіски на коливання та стійкість руху колісних транспортних засобів/ М.Г. Грубель, Р.А. Нанівський, М.Б. Сокіл. // Перспективи розвитку озброєння і військової техніки СВ: тези доповідей Міжнародної НТК. – Львів: АСВ, 2014. – С. 35.
3. Sokil B, Lyashuk O, Sokil M, Popovich P, Vovk Y, Perenchuk O. Dynamic Effect of Cushion Part of Wheeled Vehicles on Their Steerability International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. 2018;15(1): 4880-4892.
4. Кузьо І.В. Вплив параметрів підвіски на нелінійні коливання транспортних засобів / І.В. Кузьо, Б.І. Сокіл, В.М. Палюх // Вісник НУ “ЛП” “Динаміка, міцність та проектування машин і приладів”. – 2007. №588 – С. 49-52.
5. Коул Дж. Методы возмущений в прикладной математике / Джулиан Коул ; [пер. с англ. А. И. Державиной и В. Н. Диесперова, под ред. О. С. Рыжова]. // – М. : Мир, 1972. – 276 с.
6. Боголюбов Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М.: Наука, 1974 – 504 с.
7. Сенік П. М. Обернення неповної Beta-функції / П.М. Сенік // Укр. мат. журн. – К., 1969. – 21, № 3. – С. 325-333.

УДК 621.86

О.П. Маруніч, О.Л. Ляшук, д-р. техн. наук, проф., Т.Д. Навроцька
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КРУТИЛЬНІ КОЛИВАННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА

О. Marunych, O. Lyashuk, Dr., Prof., T. Navrotska
TORSIONAL OSCILLATIONS OF AN AUGER MULTIFUNCTIONAL
CONVEYOR'S WORKING BODY

Експериментальні та окремі теоретичні дослідження динаміки робочих органів шнекових транспортерів [1-3], переміщення оброблювального середовища вздовж останніх впливає на кількісні, а в окремих випадках і на якісні характеристики їх коливань. Причому, вплив динаміки середовища зростає із збільшенням кількості відносного його руху по відношенні до гвинтового робочого органу транспортера який здійснює складні коливання: поєднання крутильних, поздовжніх та поперечних. Інтенсивні коливання гвинтового робочого органу призводять до значного росту динамічних напружень, а від так – зменшення експлуатаційного терміну роботи машини. Крім цього, за певних умов експлуатації гвинтових шнекових транспортерів можуть мати місце як внутрішні, так і “зовнішні” резонанси. Їх передбачити можна тільки на базі аналізу розв’язків математичних моделей адекватних динамічному процесу.

В такому разі сила інерції [4] умовно виділеного елемента гвинта разом із оброблювальним середовищем довжиною dx та її момент відносно осі обертання визначається відповідно до залежностей

$$\vec{O}_{\partial} = 2(m + m_1)\Omega\left(\frac{\partial w}{\partial t}\vec{j} - \frac{\partial u}{\partial t}\vec{k}\right)dx, \quad (1)$$

$$M_{\partial}^{\vec{i}} = (u\vec{j} + w\vec{k}) \times \vec{O}_{\partial} = -2(m + m_1)\Omega\left(u\frac{\partial u}{\partial t} + w\frac{\partial w}{\partial t}\right)\vec{i}dx, \quad (2)$$

де $m_1 = m_1(x)$ - погонна маса гвинта шнекового транспортера.

Подібним чином знаходиться сила інерції оброблювального середовища та її момент відносно осі обертання із урахуванням руху середовища вздовж zdeформованого шнеку

$$\vec{O}_{\partial\partial} = 2m\Omega V\left(\frac{\partial w}{\partial x}\vec{j} - \frac{\partial u}{\partial x}\vec{k}\right)dx. \quad (3)$$

$$M_{\partial\partial}^{\vec{i}} = (u\vec{j} + w\vec{k}) \times \vec{O}_{\partial\partial} = -2m\Omega V\left(u\frac{\partial u}{\partial x} + w\frac{\partial w}{\partial x}\right)\vec{i}dx. \quad (4)$$

Таким чином, резонансні коливання за виконання будь-якої із умов а), б), в) описуються залежністю $T_i(t) = \bar{a}_i(t)\cos(\bar{\omega}_i t + \mathcal{G}_i(t))$ якій $\bar{\omega}_i$ одна із частот на якій розглядаються резонансні коливання, а параметри $\bar{a}_i(t)$ та $\mathcal{G}_i(t)$ (амплітуда та різниця фаз резонансних коливань) визначаються диференціальними рівняннями:

а) для резонансу на першій кутовій швидкості обертання гвинтового робочого органу

$$\frac{da_1}{dt} = \frac{1}{2\pi^2\bar{\omega}_1 I_0} \int_0^l \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} Q\left(x, \bar{a}_1 \sin \frac{\pi}{l} x \cos \psi, \dots, \phi\right) \sin \frac{\pi}{l} x \sin \phi dx d\psi d\phi - \frac{16l}{3\bar{\omega}_1 I_0} \Omega_1 a^2 (m + m_1) \omega_1 \tilde{n} s \gamma_1, \quad (5)$$

б) для резонансу на другій кутовій швидкості обертання гвинтового робочого органу

$$\frac{da_2}{dt} = \frac{1}{2\pi^2\bar{\omega}_2 I_0} \int_0^l \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} Q\left(x, a_1 \sin \frac{2\pi}{l} x \cos \psi, \dots, \phi\right) \sin \frac{2\pi}{l} x \sin \phi dx d\psi d\phi + \frac{2\Omega_2 a^2 V l m \pi}{\bar{\omega}_2 I_0} \sin \gamma_2, \quad (6)$$

Відповідно до рівнянь (5) та (6) на рис. 2 та рис. 3 представлено за умови $Q = Q\left(x, \theta, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \phi\right) = \delta \left(\frac{\partial \theta}{\partial t}\right)^s$ (δ, s - сталі) амплітуди крутильних коливань робочого гвинта при переході через резонанс для різних довжин робочого гвинта і різних значень його густин (рис.1) та різних значень погонної маси оброблювального середовища та швидкості її руху (рис. 2).

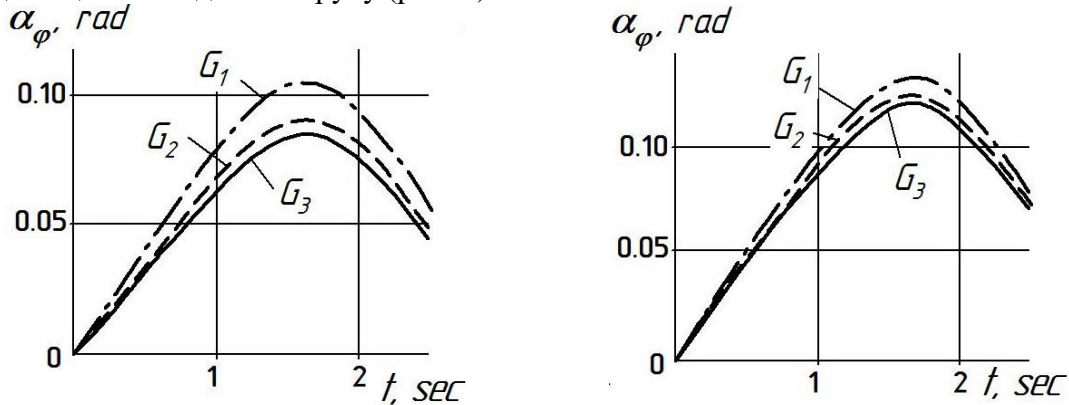


Рис. 1. Зміна амплітуди крутильних коливань робочого гвинта при переході через резонанс на першій частоті поперечних коливань

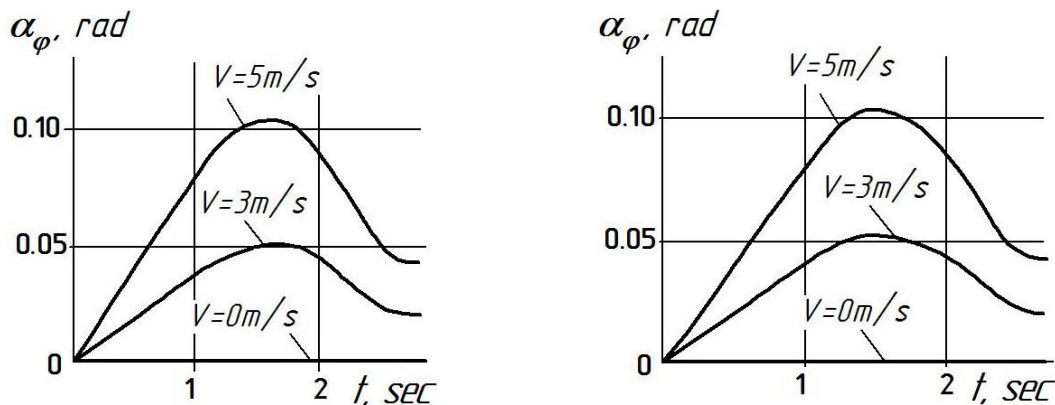


Рис. 2. Зміна амплітуди крутильних коливань робочого гвинта при переході через резонанс на другій частоті поперечних коливань

Література

1. Гевко І. Експериментальні дослідження змішування сипких матеріалів змішувачем з пересипом/ І. Гевко, Р. Любачівський, А. Дячун// Міжвузівський зб.(за напрямом “Інженерна механіка”) “Наукові нотатки” ЛНТУ. – Луцьк, 2011. – Вип. 5. – С. 51–55.
2. Oleg Lyashuk Longitudinal-angular oscillation of wheeled vehicles with non-linear power characteristics of absorber system// Oleg Lyashuk, Tetyana Pyndus, Olexandr Marunych Maria Sokil. Вісник Тернопільського національного технічного університету. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University. – 2016. № 2 (83). – 82–89 с.
3. Рогатинський Р.М. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів. – Тернопіль: Вид.-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2014. – 280 с.
4. Павловский М.А. Теоретическая механика: для студ. вузів / М.А. Павловский, Т.В. Путята. – К.: Вища школа, 1985. – 328 с.

УДК 621.311

П. М. Микулик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ РІЗКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

P. Mykulyk

APPLICATION OF DISCRETE FOURIER TRANSFORM FOR CONTROL OF ELECTRIC POWER QUALITY PARAMETERS AT SHARPLY VARIABLE LOADS

На сьогоднішній день важко уявити таку галузь промисловості, де б при обробці дискретних сигналів не використовувався метод спектрального аналізу, наприклад, для інтерполяції сигналів, лінійної нерекурсивної фільтрації сигналів, стискання сигналів та моделювання спектрів [1,2] і т. ін.

Такі процедури використовуються: при дослідженні автоматизованих систем управління технологічними процесами [3], в задачах медичної діагностики, наприклад, при дослідженні стану хворого, – визначення головної частоти біострумів мозку, при дослідженні різних біологічних сигналів: електрокардіограм, електроенцефалограм, в задачах інтерполяції функцій, для визначення втрат та кількості транспортованого газу та нафти на основі зміни спектральних характеристик процесів, які генеруються вимірним середовищем [4], у вимірювальній техніці для оцінки електричних і неелектричних величин, для ранньої діагностики та виявлення дефектів машин, що обертаються (турбіни, генератори та насоси) [5], для цифрової обробки звукових сигналів, обробки мовних сигналів, обробки зображень, обробки сигналів у радіолокації, гідролокації, обробки сигналів в геофізиці [6] та багатьох інших.

Відомо, що значення живильної напруги при несинусоїдних режимах і незмінному навантаженні може бути представлено наступним виразом:

$$u(t) = \sum_{k=1}^K U_k \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t + \psi_k), \quad (1)$$

де U_k , ψ_k – відповідно амплітуда та фазовий кут k -ої гармоніки.

За допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) вираз (1) перетворюється в дискретний код, тобто [7]:

$$u(n) = \sum_{k=1}^K U_{mk} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f_k \cdot n}{N} + \psi_k\right), \quad (2)$$

де n – інтервал квантування за часом;

N – число вибірок за період T .

З врахуванням останнього для сигналу $u(n)$, що представлений дискретними вибірками, пряме перетворення Фур'є має вигляд [5]:

$$S(k) = \sum_{n=0}^{N-1} u(n) \cdot \exp\left(-j \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot k}{N}\right), \quad (3)$$

або в тригонометричній формі:

$$S(k) = \sum_{n=0}^{N-1} \left[U(n) \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot k}{N}\right) \right] - j \left[U(n) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot k}{N}\right) \right] = A_k - jB_k,$$

$$\text{де } A_k = \sum_{n=0}^{N-1} \left[U(n) \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot k}{N}\right) \right], \quad B_k = \sum_{n=0}^{N-1} \left[U(n) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot k}{N}\right) \right].$$

Використаємо тригонометричну інтерпретацію для апроксимації виразу (3). Розділення на уявну та дійсну частини апроксимованого перетворення Фур'є приводить до виразу, який для різних значень k можна записати у вигляді матриці:

$$\overline{S}(k)^T = (\overline{X}_k - j\overline{Y}_k)^T \overline{U}^T, \quad (4)$$

де $\overline{U}^T = [U_0, U_1, \dots, U_{N-1}]^T$ – вхідні вибірки живильної напруги;

$$\overline{X}_k = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \dots & x_{0k} \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{(N-1)1} & x_{(N-1)2} & \dots & x_{(N-1)k} \end{bmatrix}, \quad \overline{Y}_k = \begin{bmatrix} y_{01} & y_{02} & \dots & y_{0k} \\ y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{(N-1)1} & y_{(N-1)2} & \dots & y_{(N-1)k} \end{bmatrix} \quad \text{– матриці}$$

дійсних та уявних значень спектральних щільностей розміром $(N-1) \cdot k$;

$$x_{ij} = \cos\left(\frac{2\pi \cdot n_i \cdot k_j}{N}\right), \quad y_{ij} = \sin\left(\frac{2\pi \cdot n_i \cdot k_j}{N}\right) \quad \text{– елементи матриць } i = \overline{(0, (N-1))},$$

$$j = \overline{(1, k)}.$$

Модуль спектральної щільності k -ої гармоніки визначається із наступної формули:

$$|S(k)| = \sqrt{A_k^2 + B_k^2}. \quad (5)$$

Використавши співвідношення (4) та (5) визначимо для складного сигналу спектральну щільність перетворення Фур'є, значення якої для відповідних гармонік апроксимується аналітичним виразом вигляду:

$$|S(k)| = \frac{0,5 \cdot U_m}{\pi \cdot \gamma / N} |\sin \pi \cdot \gamma|, \quad (6)$$

де γ – відносна зміна значення $|S(k+1)|$ по відношенню $|S(k)|$ для k -ої гармоніки.

Якщо $\Delta N = N_j - N_{j-1}$ – наближається до нуля, формула (6) приймає вигляд:

$$|S(k)| = 0,5 \cdot U_m \cdot N. \quad (7)$$

Із співвідношення (7) визначаємо амплітудне значення відповідної гармоніки, яке рівне:

$$U_m = \frac{2|S(k)|}{N}. \quad (8)$$

Фаза спектральної щільності визначається з виразу:

$$\Phi_k = \arctg \frac{B_k}{A_k}. \quad (9)$$

Початкова фаза k -ої гармоніки визначається з виразу:

$$\varphi_k = |\Phi_k| - \frac{\pi}{2}. \quad (10)$$

Слід відмітити, що властивості дискретного перетворення Фур'є мають широкий спектр практичного застосування в питаннях обробки сигналів.

Література

1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / Р. Блейхут. – М. : Мир, 1989. – 448 с.
2. Пономарев В. А. Временные окна при оценке энергетических спектров дискретного преобразования Фурье / В. А. Пономарев, О. В. Пономарева // Автотометрия. – 1983. – № 4. – С. 39-45.
3. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М. : Мир, 1986. – 95 с.
4. Пашкевич О. П. Вплив форми кореляційного вікна на згладжування оцінки спектру шумів вимірною середовища / О. П. Пашкевич // Методи та прилади контролю якості. – 2004. – № 12. – С. 57-60.
5. Бабак В. П. Обробка сигналів / В. П. Бабак, В. С. Хандецький, Е. Шлюфер. – К. : Либідь, 1996. – 392 с. – ISBN 5-325-00631-2.
6. Оппенгейм А. В. Применение цифровой обработки сигналов / А. В. Оппенгейм. – М. : Мир, 1980. – 545 с.
7. Основы цифровой обработки сигналов / А. И. Солонина и др. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 768 с. – ISBN 5-94157-604-8

УДК 621.865

Р. Михайлишин, канд. техн. наук, В. Савків, канд. техн. наук, доц., Ф. Духон канд. техн. наук, проф., Л. Хованец, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна
Словацький технологічний університет в Братиславі, Словацька Республіка

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВЗАЄМОДІЇ СТРУМИННОГО ЗАХОПЛЮВАЧА З ОБ'ЄКТОМ МАНІПУЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ЙОГО ЗАХОПЛЕННЯ

**R. Mykhailyshyn, Ph.D., V. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., F. Duchon, Ph.D., Prof.,
L. Chovanec, Ph.D.**

EXPERIMENTAL STUDY OF THE DYNAMICS INTERACTION OF THE BERNOULLI GRIPPERS WITH THE OBJECT OF MANIPULATION DURING ITS GRIPPING

При роботизації вантажно-розвантажувальних операцій широкого застосування набувають струминні захоплювальні пристрої (СЗП), що використовують аеродинамічний ефект притягання (ефект Бернуллі) [1-5].

Струминні захоплювальні пристрої здатні утримувати об'єкти транспортування як контактно, із використанням базуючих фрикційних елементів, так і безконтактно, що значно розширює сферу їх застосування на виробництві. Безконтактний спосіб утримування найчастіше застосовують при транспортуванні крихких об'єктів, так як він дозволяє знизити динамічну дію на об'єкт під час його захоплення та транспортування. Отже, завдання дослідження динаміки взаємодії контактної та безконтактної СЗП з об'єктом транспортування під час його захоплення є достатньо актуальним.

Для дослідження динаміки процесу захоплення розроблено експериментальну установку (Рис. 1).



Рис. 1. Експериментальна установка

На фланці промислового робота монтувались струминні захоплювальні пристрої контактної та безконтактної типу. Для вимірювання прискорень, що діють на об'єкт маніпулювання у процесі його захоплення, використано акселерометр. Акселерометр монтувався у точці, що відповідає центру мас об'єкта транспортування і під'єднувався до контролера Raspberry Pi 3В. Контролер аналізує дані отримані із акселерометра та виводить на екран дані за допомогою розробленої програми. В результаті досліджень

отримано графіки зміни прискорення об'єкта транспортування в процесі його захоплення контактним (з трьома базуючими фрикційними елементами) та безконтактним СЗП (рис. 2). Дослідження проводились при наступних параметрах: маса об'єкта – 0,5 кг; відстань до об'єкта захоплення – 0,5 мм; максимальна вантажопідймальність СЗП при тиску 300 кПа – 1,5 кг.

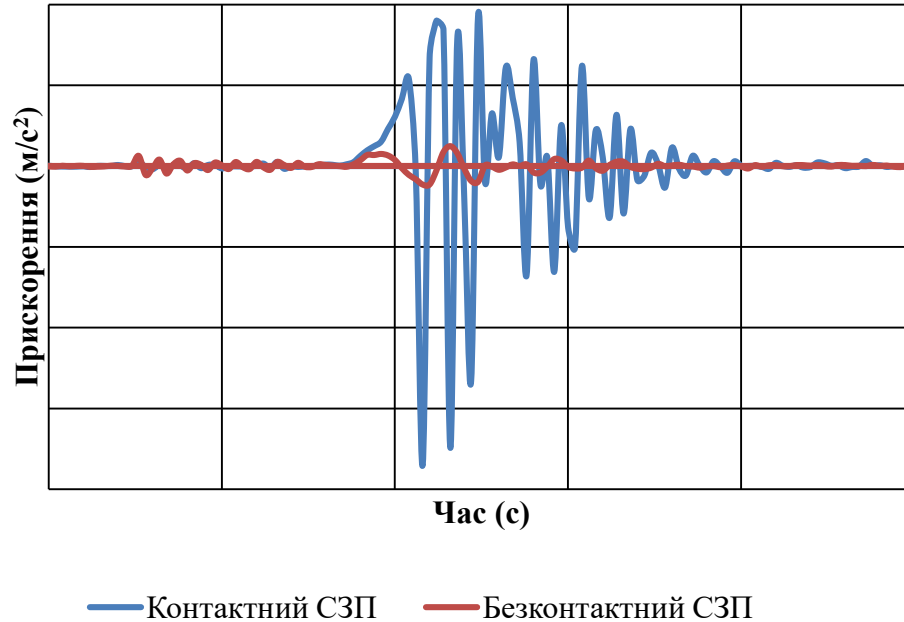


Рис. 2. Прискорення об'єкта маніпулювання під час захоплення

Отримані дані доводять, що використання безконтактного СЗП дозволить знизити динамічні навантаження на об'єкт маніпулювання у 15 раз. Отже, безконтактний спосіб захоплення та утримування об'єктів маніпулювання особливо актуальний при роботизації завантаження крихких, нежорстких, нестійких до пошкодження поверхневого шару (покриття) та інших предметів виробництва.

Література

1. Justification of Design and Parameters of Bernoulli-Vacuum Gripping Device / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon, O. Fendo // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2017. – № 14(6), DOI: 1729881417741740.
2. Gasdynamic analysis of the Bernoulli grippers interaction with the surface of flat objects with displacement of the center of mass / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon // Vacuum. – 2019. – № 159, P. 524 – 533.
3. Experimental Research of the Manipulation Process by the Objects Using Bernoulli Gripping Devices / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, M. Mikhalishin, F. Duchon // In Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering, International IEEE Conference. – 2017. – P. 8 – 11.
4. Research of Energy Efficiency of Manipulation of Dimensional Objects With the Use of Pneumatic Gripping Devices / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, I. Diahovchenko, F. Duchon, R. Trembach // 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering UKRCON-2019 – IEEE, 2019. – P. 527 – 532.
5. Justification of Influence of the Form of Nozzle and Active Surface of Bernoulli Gripping Devices on Its Operational Characteristics / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, P. Maruschak, F. Duchon // TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. – Springer, 2020. – P. 263–272.

УДК 681.51, 621.3.07

М.І. Паламар, д-р. техн. наук, проф., Ю.В. Пастернак, В.С. Пастернак, С. Шевчук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПЛАТФОРМИ СТЮАРТА ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕЦИЗІЙНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

M. Palamar Dr., Prof., Y. Pasternak, V. Pasternak, S. Shevchuk
**SIMULATION OF THE STEWART PLATFORM FOR PRECISION POSITIONING
PROBLEMS**

Застосування у технічних системах опорно-поворотної платформи на основі механізму паралельної кінематичної структури з 6 ланок, названої платформою Стюарта [1], або механізмом Нехарод дає низку переваг і додаткових можливостей таким системам, порівняно з обертовими механізмами.

Такий механізм може бути використаний як основа для керованого руху з 6 ступенями свободи у різних виробничих процесах і системах для задач точного позиціонування, відтворення складних траєкторій, як наприклад у робототехніці, станках ЧПК, імітаторах різних транспортних засобів (тренажерах) і т.п. Зокрема перспективним є використання такої платформи для систем наведення антенних комплексів у системах космічного зв'язку із необхідністю супроводу космічних апаратів, або інших об'єктів [2].

Оцінка впливу окремих елементів такої системи, а також зовнішніх і внутрішніх збурюючих факторів, на її технічні характеристики є досить трудомісткою і затратною процедурою і потребує використання побудови адекватної моделі системи та проведення імітаційного моделювання.

Створено багато різних видів систем автоматизованого проектування (САПР) з елементами моделювання, які дають змогу пришвидшити, покращити та спростити процес проектування приладів. У імітаційній моделі (ІМ) поведінка як компонент складної системи (СС) описується набором алгоритмів, які потім реалізують ситуації, що виникають у реальній системі. Імітація являє собою чисельний метод проведення на ЕОМ експериментів з математичними моделями, що описують поведінку СС протягом заданого або формованого періоду часу. Основою моделі механізму Нехарод є визначення його геометричної конструкції, фізичних властивостей матеріалів, кінематики, необхідних законів руху виконавчого органу і т.п. [3].

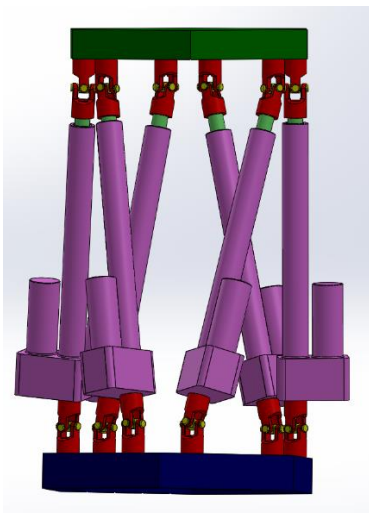


Рисунок 1 Модель платформи Стюарта в програмі Solidworks

Механізм Нехарод (рис.1) складається з нерухокої платформи (базової платформи, основи) і рухої платформи, які з'єднані за допомогою шести опор (актуаторів), встановлених на універсальних шарнірах. Актуатор дозволяє змінювати довжину кожної окремої ноги. Бажане положення та орієнтація рухої платформи досягається комбінуванням довжин шести ніг, перетворенням шести перехідних dof у три позиційні (вектор переміщення) та три орієнтаційні (кути обертання жорсткого тіла в просторі). Звичайно, довжини ніг не можна змінювати довільно, але лише таким чином, що дозволяє конструкція платформи.

За допомогою системи проектування і твердотільного моделювання в програмі Solidworks побудовано модель конструкції платформи Стюарта (рис. 1).

Основним завданням даної моделі є дослідження впливу різних елементів механізму на рух платформи у вибраній системі координат. Для моделювання використовується низка функцій, основні з яких це Extruded Boss/Base і Extruded Cut. Для побудови елементів конструкції використовується ескіз. Створивши окремі деталі за допомогою стандартних функцій складається конструкція механізму. За допомогою отриманої моделі можна перевірити динаміку руху та визначити недоліки системи. За допомогою експорту перенесено модель в програму Matlab в систему Simulink – SimMechanics та доповнено компонентами з бібліотеки (рис. 2), щоб відтворити емуляції роботи гексаподу в динаміці.

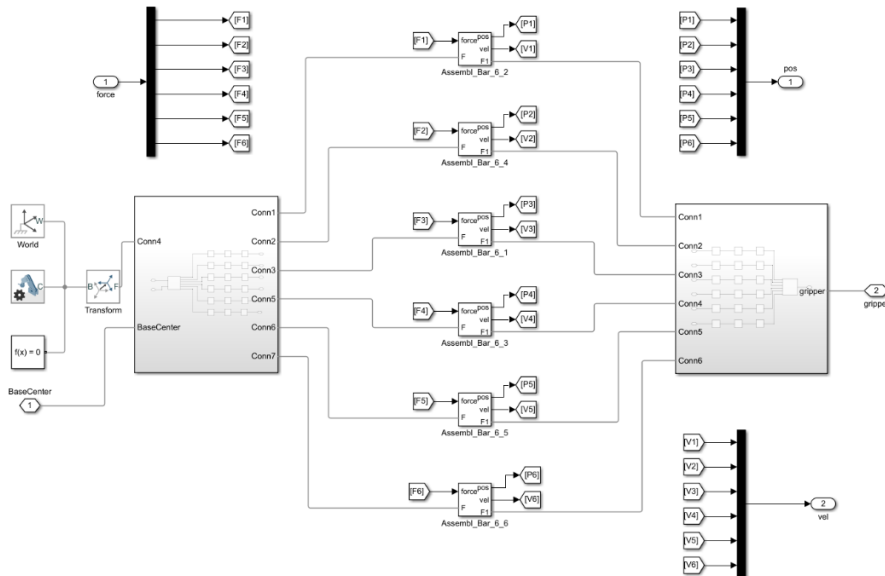


Рисунок 2. Модель платформи Стюарта в програмі Simulink Matlab

Отримані результати дослідження дають змогу визначити впливи елементів конструкції системи Нехарод, а також зовнішніх і внутрішніх збурюючих факторів на її технічні характеристики при розробці систем керування наведенням і супроводом на основі платформи Стюарта, а також визначити шляхи вдосконалення конструкції платформи, та попередньої оцінки точності руху та інші характеристик.

Література

1. Stewart, D.A. – Platform with six degrees of freedom// Proc. Inst. Mech. Engr., Vol.180, Part I, No. 15, 1965/1966, pp. 371-386.
2. Паламар М. І. Моделювання антенної системи з опорноповоротним пристроєм на основі платформи стюарта [Електронний ресурс] / М. І. Паламар, Ю. В. Пастернак // Вісник ТНТУ. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/2002>
3. Саєнко С. Ю. Основи САПР [Електронний ресурс] / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/2819/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5%20%D0%A1%D0%90%D0%9F%D0%A0%20%D0%A1%D0%B0%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9D%D0%B5%D1%87%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf>.

УДК 621.941.1.

О. Пилипець, канд. техн. наук, доц., О. Захарків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФОРМУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ В ПРОЦЕСІ ТОЧІННЯ

O. Pylypets Ph.D., Assoc. Prof., O. Zakharkov

HEAT FLOWS FORMATION IN THE TURNING PROCESS

Процес точіння в значній мірі визначається тепловими явищами, які впливають на якість обробки деталей і працездатність обладнання, оснащення, інструменту. Інтенсифікація процесу різання призводять до значного підвищення теплових навантажень на різальний інструмент, в зв'язку з чим дослідження теплових явищ в процесі точіння являється актуальною задачею.

В наш час достатньо добре розроблені методи як експериментальних, так і теоретичних досліджень теплового стану різального інструменту. Велику увагу приділено вивченню джерел тепла та основних закономірностей формування теплових потоків в зоні різання. Але існуюча методика визначення теплових потоків, діючих на передній та задній поверхнях леза різального інструменту, доволі складна для практичного застосування. Тому необхідно вдосконалення та спрощення методики визначення теплових потоків для можливостей її використання для вирішення практичних задач.

Відомо, що кількість теплоти, яка виділяється в процесі різання, еквівалентна роботі різання. Загальна кількість теплоти, що виділяється при різанні за одиницю часу Q (Вт).

$$Q = P_z \cdot V \quad (1)$$

де P_z – сила різання, (Н);

V – швидкість різання, (м/с).

В зоні різання виникають три основних джерела тепла: тепло деформації в зоні стружкоутворення на площині зсуву N (інтенсивність джерела q_d), тепло тертя на площині контакту між стружкою та передньою поверхнею інструменту (інтенсивність джерела q_{2T}).

Тепло кожного з джерел передається всім твердим тілам, які беруть участь в процесі обробки – деталі, різцю, стружці, причому в зоні різання має місце переплетіння шляхів руху потоків тепла, і тому математичне описання процесу теплообміну достатньо складне.

Температура в різальному лезі інструменту формується під впливом джерел q_1 та q_2 , розрахунок щільності яких з достатньою точністю може бути виконаний за відомою методикою А.Н. Резникова, на основі якої виведені залежності для визначення щільності теплових потоків від сил тертя на площадці контакту між стружкою і передньою поверхнею леза інструменту, між задньою поверхнею леза інструменту і деталі, а також в зоні деформації q_{1T} , q_{2T} , q_d відповідно.

Використання отриманих залежностей суттєво спрощує розв'язання задач з визначення щільності кінцевих теплових потоків.

В результаті математичного обчислення за отриманими залежностями встановлюються значення щільностей теплових потоків на передній q_1 та задній q_2 поверхнях леза інструменту.

Отримані залежності також суттєво спрощують розв'язання задач з визначення щільності кінцевих теплових потоків.

В міру спрацювання задньої поверхні інструменту теплота, яка викликана тертям на цій поверхні, зростає. Тому абсолютне значення його щільності поступово зменшується і в деякий момент часу тепловий потік q_2 стає рівним нулю, а потім змінює знак. Теплота поступає в інструмент зі сторони обох контактних площадок, що приводить до суттєвого підвищення температури і вичерпанню ресурсу різальних властивостей – затуплення леза інструмента.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє виконувати вказані розрахунки для любых умов експлуатації інструменту. На основі розроблених залежностей суттєво спрощується розрахунок температури різання:

$$\Theta_p = (\Theta_1 I_1 + \Theta_2 I_2) / (I_1 + I_2) \quad (2)$$

де Θ_1, Θ_2 – середні температури на передній і задній поверхнях:

$$\Theta_1 = q_1 l_1 M_1 / \lambda_u + q_2 l_2 N_2 / \lambda_u, \quad \Theta_2 = q_2 l_2 M_2 / \lambda_u + q_1 l_1 N_1 / \lambda_u$$

В початковий період часу при роботі гострим інструментом ($h=0$) температура різання рівна температурі на передній поверхні і складає по розрахунку $\Theta_p = 634^\circ \text{C}$.

При збільшенні спрацювання спостерігається зниження температури різання, так як із сторони задньої поверхні діє негативний тепловий потік, тобто проходить відтік теплоти від леза інструмента в деталь. Далі при спрацюванні тепловий потік на задній поверхні змінює знак і температура різання починає зростати.

Таким чином, в результаті проведених досліджень вдосконалена методика визначення теплових потоків в зоні різання і досліджений їх взаємозв'язок із спрацюванням задньої поверхні леза інструменту. Розроблена методика дозволяє прогнозувати формування теплових потоків і температур в зоні різання протягом всього періоду стійкості інструменту при будь-яких параметрах процесу різання.

Згідно даної методики, для обчислення середньої температури в зоні різання потрібно знати середні значення температур на передній та задній поверхнях інструменту.

Для перевірки правильності методики нам потрібно обчислити середні температури за запропонованою методикою та порівняти їх з експериментальними значеннями. За допомогою спеціального програмного забезпечення для конкретних умов обробки ми отримаємо середні значення температури для чотирьох значень поздовжньої подачі S . Також знімемо покази температур на передній поверхні інструменту. Потім згідно даної методики обчислимо температури на задній поверхні. Тоді знайдемо середні значення температур в зоні різання, після чого порівняємо їх з експериментальними даними.

Таким чином в ході проведення експерименту було отримано відповідні значення температур в зоні різання.

Провівши розрахунки за даною методикою, можна сказати, що в цілому вона є зручною та простою у практичному застосуванні. Отримані розрахункові значення температур суттєво не відрізняються від експериментальних, а відносні їх похибка знаходиться в межах шести відсотків. Таким чином, ми переконались, що дана методика може бути використана в практичному застосуванні, тобто в обчисленні температури аналітичним способом.

УДК 621.941.1

М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., О. Пилипець, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ЗАГОТОВОК З “U-ПОДІБНИХ” ПРОФІЛІВ

М. Pylypets, Dr. Prof., O. Pylypets, Ph.D., Assoc. Prof.
RESEARCH OF THE BLANKS FORMING PROCESS FROM "U-LIKE" PROFILES

У машинобудуванні актуальні питання з розроблення нових прогресивних, ресурсозберігаючих, відносно не дорогих способів виготовлення деталей машин. Вони повинні забезпечувати, якщо не безвідходне виробництво, то хоча б наблизитися до нього. До таких способів відноситься навивання на оправу заготовок різних типів, з яких можна виготовляти деталі машин, що мають застосування в промисловості і народному господарстві. Це, зокрема, гвинтові профілі (ГП) і спіралі, які широко використовуються в машинобудуванні для виконання функціональних завдань.

Крім гвинтових заготовок, навитих на оправу зі стрічок прямокутного перетину, з яких можна виготовляти різні деталі класу тіл обертання і спіралі шнеків для робочих органів транспортно-технологічних систем, виникає необхідність в формоутворенні ребристих ГП, вихідними заготовками для яких можуть бути кутники, швелери, профілі з нерівно великими ребрами та інші.

ГП з ребристими елементами все ширше використовують в сучасному машинобудуванні. Рациональним способом їх виготовлення є навивання, що забезпечує мінімальні матеріальні і енерговитрати, високу якість і точність виробів. При цьому можна використовувати методи, як холодного, так і гарячого навивання, кожен з яких має свої переваги і свою область застосування [1].

На основі дослідження навивання ребристого U-ного профілю з нерівновеликими ребрами на оправу виведені залежності для визначення технологічних параметрів процесу навивання - граничних напружень, розтягувальної сили, моменту від тангенціальних напружень.

В процесі згинання ребристих профілів основна частка моменту формоутворення доводиться на вигин ребер, для яких реалізується плоско напружений стан.

Навиваючи профіль на крок, висоту ребра змінюємо залежно від степені витягування профілю за зовнішнім і внутрішнім краями.

Нейтральний шар радіусом $\rho_b = n_0$ визначається із умови рівності довжини навитого витка і початкової довжини заготовки:

$$N\sqrt{4\pi^2 n_0^2 + T^2} = L_3,$$

Внаслідок стиснення внутрішніх шарів гнutoго профілю і проковзування на оправі виникає розтягувальна складова N , пов'язана з згиним зусиллям P і моментом M_0 від тангенціальних напружень за висотою заготовки співвідношеннями [2]

$$N = (\mu_p + \mu_0)P,$$

$$M_0 = [l + r(\mu_p + \mu_0)]P,$$

$$M_0 = \rho_{np}N, \rho_{np} = \frac{M}{N} = r + \frac{l}{\mu_0 + \mu_p},$$

де μ_0 та μ_p - коефіцієнти тертя заготовки відповідно до оправу і обтискного ролику;

ρ_{np} - приведений радіус прикладання поздовжньої сили N , при якому її дія адекватна спільній дії N та M_b .

Значення поздовжньої сили визначається як інтегральна сума тангенційних напружень за площиною заготовки.

В зоні розтягування і стискування для i -го ребра відповідно

$$N_{розт} = \int_{\rho_0}^{r+B_i} \sigma_{\theta} h_i \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} d\rho = 2\beta\sigma_s h_i \sqrt{\rho_0} \left(\sqrt{\rho_0} - \frac{\rho_0}{\sqrt{r+B_i}} \right),$$

$$N_{ст} = \int_{r_0}^{\rho_0} \sigma_{\theta} h_i \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} d\rho = 2\beta\sigma_s h_i \sqrt{\rho_0} \left(\sqrt{\rho_0} - \sqrt{r} \right).$$

Для перешийка $N_{cmn} = -\beta\sigma_s S_h \Delta$.

Сумарне значення розтягувальної сили

$$N = \beta\sigma_s \left[2\sqrt{\rho_0} \sum_{i=1}^2 h_i \left(\sqrt{r} - \frac{\rho_0}{\sqrt{r+B_i}} \right) - S_h \Delta \right].$$

Момент від тангенційних напружень відносно осі оправи незалежно від температурного режиму процесу запишеться як

$$M_{\sigma} = \beta\sigma_s \left\{ \sum \frac{h_i}{3} \sqrt{\frac{\rho_0}{r+B_i}} \left[(r+B_i)^2 \left(3\rho_0^2 + 2r\sqrt{r(r+B_i)} \right) \right] - \frac{rS_h \Delta}{4} \right\}.$$

Для виведення залежностей приймали, що радіус нейтральної поверхні напружень дорівнює радіусу нейтрального шару деформації, що підтверджується майже повною відсутністю зони немонотонних деформацій під час згину такого виду профілів.

Внаслідок проведених теоретичних досліджень розроблені технологічні основи формоутворення U-подібних і ребристих заготовок деталей машин методами холодного навивання на основі ресурсощадних технологій. Установлено, що запропонована технологія навивання ребристих профілів забезпечує виготовлення гвинтових заготовок за умови, що граничне відношення висоти до ширини ребра обмежується не втратою стійкості, а ресурсом пластичності металу.

Виведені залежності дають змогу визначити енергетичні, силові та конструктивні параметри заготовки, технологічного оснащення та інструменту для реалізації технологічного процесу. Їх можна використовувати для навивання інших профілів за різними схемами.

Література

1. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: дис. на здобуття доктора техн. наук. / Пилипець Михайло Ількович. - Львів, 2002. – 445 с.
2. Пилипець М.І. Дослідження процесу навивання ребристих профілів// *Машинознавство*. - 1998. - №9,10. - С. 36-39.

УДК 621.793.927.7

**Ч.В. Пулька, д-р. техн. наук, проф., В.Я. Гаврилюк, В.С. Сенчишин, М.В. Шарик,
О.Я. Гурик, канд. техн. наук, доц.**

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ

**Ch. Pulka, Dr., Prof., V. Havryliuk, V. Senchyshyn, M. Sharik, O. Huryk, Ph. D., Assoc.
Prof.**

MODERN DIRECTIONS OF IMPROVING THE INDUCTION SURFACING PROCESS OF MACHINES DETAILS AND MECHANISMS

В різних галузях народного господарства і промисловості при виготовленні нових та відновленні спрацьованих деталей машин використовують індукційне наплавлення.

Цей процес постійно вдосконалюється в напрямках підвищення продуктивності, зносостійкості, а також стабільності товщини шару наплавленого металу; оптимізації режимів нагрівання з метою економії електроенергії, конструктивних параметрів індукторів та нагрівальних систем для наплавлення, наприклад дисків довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення виходячи із потреб технології з урахуванням екранування електромагнітних і теплових полів; математичне моделювання процесів наплавлення для визначення залишкових напружень, деформацій та переміщень, а також структурних складових наплавленого шару металу та автоматизації і механізації процесів наплавлення.

Авторами розроблені нові технологічні процеси та обладнання індукційного наплавлення зносостійкими порошкоподібними твердими сплавами тонких сталевих дисків з використанням додаткових технологічних операцій, таких як горизонтальна і вертикальна вібрація з відповідною амплітудою і частотою коливань під час наплавлення, що дозволяє підвищити зносостійкість в 1,3 – 1,5 рази, за рахунок отримання дрібнозернистої структури та більш сприятливого розподілу легуючих елементів і карбідів $(Fe,Cr)_7C_3$ в наплавленому шарі металу. Використання енергоощадних режимів та екранування теплових і електромагнітних полів при наплавленні дозволяє економити електроенергію до 30%, за рахунок зменшення втрат тепла конвекцією від поверхні основного металу і зменшення розсіювання електромагнітного поля в навколишнє середовище, що скорочує час наплавлення від 32 до 22 с, а також механізувати і автоматизувати цей процес. Застосування в комплексі екранування, вібрації і обертання диска відносно вертикальної осі з відповідною швидкістю дозволяє підвищити стабільність товщини шару наплавленого металу на 6 – 10%, за рахунок більш рівномірного температурного поля на поверхні диска, а також поверхневих сил натягу. Всі ці результати порівнювались з традиційною технологією індукційного наплавлення без введення вищезазначених додаткових технологічних операцій запропонованих авторами.

При проведенні досліджень використовувались тонкі сталеві диски зі сталі Ст3сп діаметром 105 мм, товщиною основного і наплавленого металу відповідно 3 мм і 0,8... 1,5 мм, а також порошкоподібний твердий сплав ПГ-С1 та високочастотний генератор ВЧГ 9-60/0,44.

Використання в техніці нових, прогресивних технологічних процесів індукційного наплавлення дасть значний економічний ефект для народного господарства, як при виготовленні нових, так і відновленні спрацьованих робочих поверхонь деталей машин та механізмів.

УДК 621.8

**Р.М. Рогатинський, д-р. техн. наук, проф., І.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф.,
Д.В. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., В.З. Гудь, канд. техн. наук, доц.**
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ-ЗМІШУВАЧІ

**R. Rogatynskiy, Dr., Prof., I. Hevko, Dr., Prof., D. Dmytriv, Ph.D., Assoc Pprof.,
V. Gud, Ph.D., Assoc. Prof.**

SCREW CONVEYORS-MIXERS

При транспортуванні сипкого вантажу (суміші) тихохідними гвинтовими конвеєрами проходить його перемішування, а тому на практиці вони використовуються в різних технологічних процесах для поєднання операцій транспортування і змішування. Проте інтенсивність процесу перемішування типовими гвинтовими конвеєрами-змішувачами (ГКЗ) є незначною. Для підвищення інтенсивності змішування гвинтовий робочий орган виконують лопатево-секційним, гофрованим, з вікнами тощо. [1] Проте недоліком таких ГКЗ є їх підвищена енергоємність та нестабільність процесу транспортування та змішування.

З метою вибору раціональної схеми ГКЗ, розглянемо процес переміщення ними суміші. Об'ємна продуктивність ГКЗ при усталеному режимі роботи визначається так, як для тихохідних конвеєрів:

$$Q = \varphi_T \psi_T S_k v_{zT} = \frac{\varphi_T \psi_T \omega T (D^2 - d^2)}{8}, \quad (1)$$

де v_{zT} - ідеальна (максимальна) осьова швидкість суміші в ГКЗ; S_k - площа поперечного живого перерізу кожуха ГКЗ; φ_T - коефіцієнт заповнення ГКЗ; ψ_T - коефіцієнт впливу пересипання суміші через вал шнека та зазори; ω - кутова швидкість гвинта; D , d та T - зовнішній та внутрішній діаметри та крок гвинтової стрічки.

Дослідження якісних характеристик процесу змішування, як правило, базується на встановленні реакції моделі на стандартне збурення, яке часто описується як імпульс за допомогою дельта - функції Дірака $\delta(t)$. На практиці, для встановлення основних характеристик процесу змішування, зокрема оцінки згладжуючої здатності змішувачів, використаємо метод імпульсного збурення, який полягає у миттєвому введенні індикатора на вхід ГКЗ та встановленні закону зміни в часі концентрації індикатора на його виході.

Для оцінки згладжуючої здатності ГКЗ розіб'ємо зону змішування на n_k комірок, які, в системі координат ГКЗ обмежуються нижніми поверхнями гвинта в початковий час t_0 . Тобто кількість комірок відповідає кількості проміжків довжиною $\Delta T = T / k$ між сусідніми витками, де k - кількість заходів для багатозахідних шнеків. Позначимо об'єм введеного індикатора g_i . Оскільки об'єм комірки становить $V_k = 0,25\pi\Delta T(D^2 - d^2)$, то початкова, середня по першій комірці, об'ємна концентрація індикатора після його введення становить:

$$C_0 = \frac{4g_i}{\pi\varphi_T\Delta T(D^2 - d^2)}. \quad (2)$$

Час проходження частинкою індикатора однієї комірки становить:

$$t_\Delta = \frac{\Delta T}{v_z} = \frac{2\pi}{k_T\omega}. \quad (3)$$

Прийmemo величину t_Δ за проміжок (імпульс) часу, рівний одиниці, а кількість

таких проміжків позначимо величиною n_p . Нехай в початковий момент часу ($n_p = 0$) весь індикатор знаходиться в нульовій комірці, а його початкова відносна концентрація $C_0(t_\Delta) = 1$. Для ГКЗ ймовірність того, що за один проміжок часу частинка індикатора захопиться гвинтовою стрічкою і перенесеться в наступну комірку, становить $p = \psi_T$, а ймовірність того що частинка індикатора залишиться в попередній комірці становить $q = 1 - p = 1 - \psi_T$. За наступний проміжок часу знову частка p індикатора з попередньої комірки перенесеться в наступну. Відповідно, до n_k -ої комірки індикатор може досягнути не менше, ніж через $n_p = n_k$ проміжків, що узгоджується із максимальною швидкістю v_{zT} руху суміші..

Згідно [2] в j -ій комірці в момент часу n_p безрозмірна концентрація буде:

$$C_j(n_p) = C_{n_p}^j p^j q^{n_p-j} = C_{n_p}^j \psi_T^j (1 - \psi_T)^{n_p-j}, \quad (4)$$

де $C_{n_p}^{n_k} = \frac{n_p!}{n_k!(n_p - n_k)!}$ - сполучення n_k елементів із множини n_p .

Нехай кормозмішувач довжиною L має $n_k = L/(kT)$ - комірок. Тоді в час $t_k = n_k t_\Delta$ індикатор з'являється на виході з концентрацією $C_e(t_{n_k}) = C_{n_k}^{n_k} \psi_T^{n_k}$. В час $t_{k+1} = (n_k + 1)t_\Delta$ безрозмірна концентрація на виході ГКЗ становитиме $C_e(t_{n_k+1}) = C_{n_k+1}^{n_k} \psi_T^{n_k} (1 - \psi_T)$, а в довільний час $t_p = n_p \Delta t$ безрозмірна концентрація становитиме: $C_e(t_{n_p}) = C_{n_p}^{n_k} \psi_T^{n_k} (1 - \psi_T)^{n_p - n_k}$.

В розмірних одиницях концентрація індикатора на виході описується С-кривою, що характеризує згладжуючи здатність ГКЗ:

$$C_e(t_i) = C_0 C_e(t_p) = \frac{4g_i C_e(t_p)}{\pi \rho_T \Delta T (D^2 - d^2)}. \quad (5)$$

Чим менше максимальне значення похідної $d[C_e(t_i)]/dt$, тим більша згладжуючи здатність ГКЗ. Аналіз залежностей (4), (5) показує, що закон зміни концентрації $C_e(t_i)$ визначається вибором параметрів ψ_T , L та k .

Побудована модель дозволила зменшити кількість варіантів пошуку раціональних конструкцій гвинтових конвеєрів-змішувачів при їх структурно-параметричному синтезі, за результатами якого розроблено нову конструкцію ГКЗ з перфорованою зовнішньою кромкою гвинтової стрічки, що характеризується рівномірним розподілом компонентів у потоці, високою згладжуючою здатністю та, відповідно, рівномірним розподілом концентрації компонентів в часі на виході із змішувача, а також мінімальними енерго-та матеріалоємністю.

Література

1. Рогатинський Р.М., Капаціла Ю.Б., Дмитрів Д.В. Змішувач комбікормів// Збірник наукових праць національного аграрного університету. Механізація сільськогосподарського виробництва. – Том № 7. – К. : Видавництво НАУ, 2000. – С. 156 – 159.
2. Рогатинський Р. М. Моделювання роботи малогабаритного лопатевогвинтового змішувача / Р. М. Рогатинський, І. Б Гевко, Д. В. Дмитрів // Сільськогосподарські машини: зб. наук. статей. – Луцьк, 2000. – Вип. 6. – С. 129–135.

УДК 631.348.45: 621

**М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц., О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.,
І.М. Бортник**

Тернопільський національний технічний університету імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СЕКЦІЇ ШТАНГИ ПОЛЬОВОГО ОБПРИСКУВАЧА

**M. Stashkiv, Ph.D. Assoc. Prof., O. Tson, Ph.D. Assoc. Prof., I. Bortnyk
THE SPRAYER BOOM SECTION STRESS-STRAIN STATE ANALYSIS**

Обприскувач - одна з найважливіших машин в сучасному землеробстві, від якості виконання робіт якої суттєво залежить врожайність сільськогосподарської культури. Основним робочим органом широкозахватних польових обприскувачів є штанга, що складається з несучої конструкції у вигляді металевої розкладної ферми і гідравлічної системи для підведення, розподілу та розпилювання робочої рідини.

Основні вимоги до штанги польового обприскувача наступні: максимальна жорсткість, мінімальні збитки при пошкодженні, мінімальне зношування деталей, надійність і простота обслуговування.

Найкращим поперечним перетином штанги є трикутник, оскільки це найжорсткіша конструкція з усіх існуючих. Як правило поперечний трикутний перетин штанги має максимальні розміри біля основи і зменшуватися до її краю.

Кріплення секцій штанги одна до одної повинно бути простим та надійним і дозволяти швидко знімати і навішувати секції штанги, не містити троси та інші додаткові підсилюючі конструкції.

Несучі системи сільськогосподарської техніки працюють у складних експлуатаційних та рельєфно-кліматичних умовах. Однією з основних причин відмов машин, що застосовуються для хімічного захисту рослин, є перевантаження їх елементів, спричинені недосконалістю конструкції, а саме недостатнім запасом міцності на втому для елементів несучих систем штанг польових обприскувачів.

В інженерній практиці термін служби металоконструкцій прийнято оцінювати за довговічністю його найслабшої ланки, тобто найбільш навантаженого елемента [1].

У той же час майже немає інформації про методи, що застосовуються для дослідження відмов елементів штанг польових обприскувачів, незважаючи на те, що ці дані складають основу для проектування машин для хімічного захисту рослин [2].

Мета роботи – дослідити міцність елементів несучих конструкцій секцій штанг польового обприскувача засобами програмного комплексу ANSYS Workbench.

Об'єктом дослідження вибрано штангу польового обприскувача виробництва ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка», яка виготовлена з гнутих профільних тонкостінних стержневих та листових елементів. Оскільки кожен з віток штанги обприскувача можна розглядати як консольну балку, то дослідження обмежувалось моделюванням напружено - деформованого стану лише первинної секції штанги як найбільш навантаженої.

При підготовці 3D моделі первинної секції штанги польового обприскувача вплив інших секцій штанги заміняли зосередженим статичним зовнішнім навантаженням.

Загальний вигляд первинної секції штанги польового обприскувача та розподілу напружень у її несучих елементах показано на рис. 1.

Аналіз результатів розрахунку показує, що у елементах штанги такої конструкції спостерігаються наступні закономірності: верхній та нижній пояси сприймають, в основному, нормальні зусилля та згинальні моменти, а розкоси сприймають крутні

моменти. Найбільш навантаженими є елементи верхнього та нижнього поясу первинної секції штанги (ближче до системи начіпки центральної секції штанги).

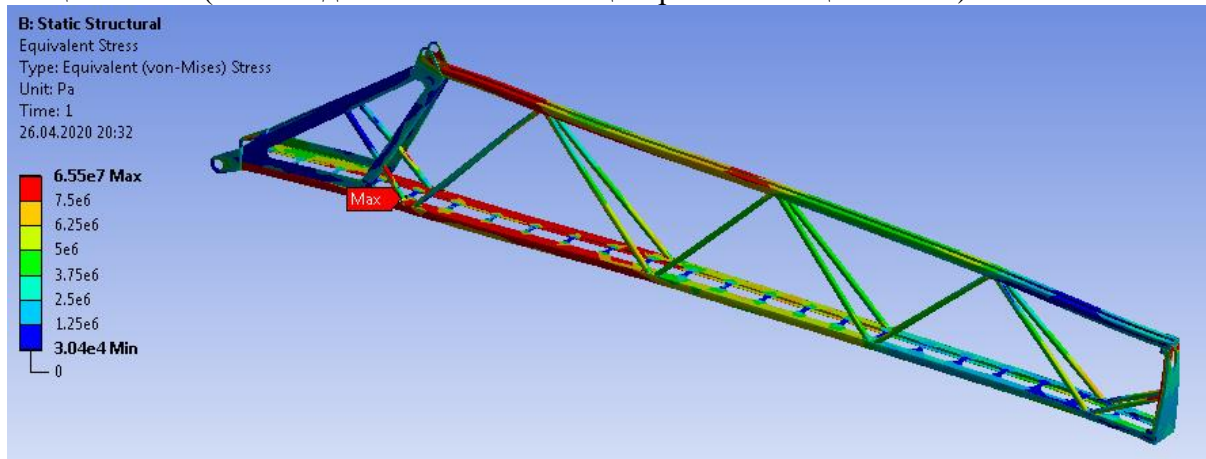


Рис. 1. Розподіл напружень у елементах секції штанги польового обприскувача

Аналіз характеру деформації нижнього поясу первинної секції штанги (рис. 2) дозволив становити, що найбільш небезпечними, з точки зору виникнення пластичних деформацій при перевантаженні, є місця переходу від криволінійної до прямолінійної ділянки перфоотворів (зони червоного кольору).

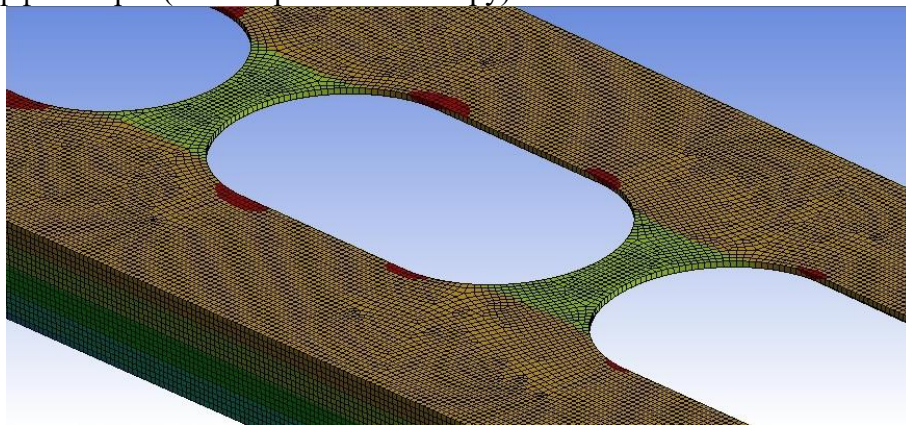


Рис. 2. Розподіл деформацій нижнього поясу секції штанги польового обприскувача

Зони з підвищеною конструктивною концентрацією напружень та пластичних деформацій від перевантажень з високою ймовірністю стануть місцями зародження втомних тріщин за рахунок розвитку технологічних чи експлуатаційних мікрodefektів.

У подальшому, для оцінки ресурсу роботи такого елемента з тріщиною, необхідно дослідити коливні процеси у штанзі обприскувача, визначити експлуатаційне динамічне навантаження на штангу, провести математичне та фізичне моделювання розвитку тріщини у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчатого профілю з перфоотворами.

Література

1. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 39. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – С. 40-47.
2. Попович П. Уніфікація дослідження напружено-деформованого стану несучих конструктивних систем / П. Попович, М. Сташків, Т. Довбуш // Вісник ТНТУ – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 78. – № 2. – С. 153-163.

УДК 621.833.65

О. Стрілець, канд. техн. наук, доц.

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

ВИКОРИСТАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІРІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ЗМІНОЮ ШВИДКОСТІ ЧЕРЕЗ ЕПІЦИКЛ

O. Strilets, Ph.D, Assoc. Prof.

APPLICATION OF 3D MODELING TO OPTIMIZE DIMENSIONING WHEN DESIGNING A DEVICE FOR SPEED CONTROL THROUGH RING GEAR

Розглядається спосіб керування змінами швидкості за допомогою пристрою з зубчастим диференціалом та замкнутою гідросистемою через епіцикл. На рис. 1, а показана схема замкнутої гідросистеми, яка складається з гідронасоса 1, трубопроводів 2, регулювального крана 3, зворотного клапана 4 і ємності для рідини 5. Гідронасос перекачує рідину коли кран відкритий, а в протилежному випадку зупинений. Цей принцип роботи замкнутої гідросистеми використаний для керування змінами швидкості. На рис. 1, б показаний зубчастий диференціал, який містить сонячне зубчасте колесо 1, сателіти 2, епіцикл 3 і водило 4, розміщені в корпусі 5, на якому встановлена замкнута гідросистема 6 і зв'язана з епіциклом 3 зубчастою передачею 7. На цьому прикладі побудуємо трьохмірні моделі.

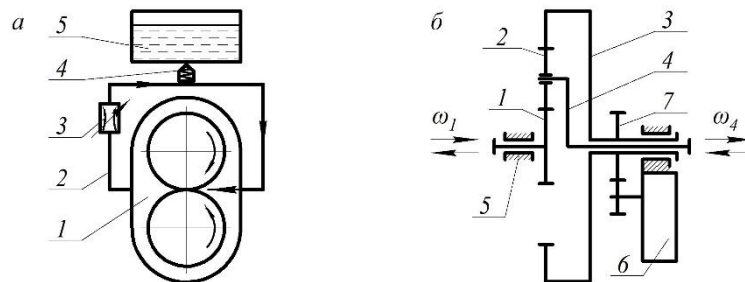


Рис. 1. Схеми: а - замкнутої гідросистеми; б - зубчастого диференціала

Вибраний спосіб побудови – „знизу вверх”, тобто з початку створюються по черзі всі моделі деталей, які входять до складу зубчастого диференціала та замкнутої гідросистеми, після чого збирають їх у зборку. Перед початком роботи створюється окрема папка у якій зберігаються моделі деталей і сам файл зборки. Починаємо зі створення моделей деталей зі сторони сонячного зубчастого колеса (рис. 2, а) – сонячне зубчасте колесо, кришку корпусу з наскрізною кришкою підшипника, у який встановлюється ведучий вал з деталями на ньому.

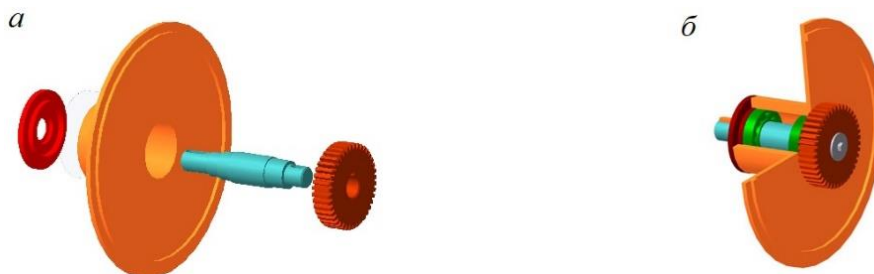


Рис. 2. Моделі деталей: а – сонячного зубчастого колеса; б – їх зборка

Підшипники кочення, шпонки, шайби і гвинти вибираються із бібліотеки системи Компас – 3D. Тут же можна виконати модель зборки ведучого вала показану на рис. 4.2, б.

Далі моделюємо деталі веденого вала – водила показані на рис. 3, а і виконуємо їх збірку (рис. 3, б)



Рис. 3. Моделі деталей: а – водила і зубчастого колеса – епіцикла; б – їх збірка

Корпусні деталі складні для моделювання тому, що мають багато конструктивних елементів: опорних лап, фланців, бобишок, отворів під болти, тощо. Крім того, такі деталі мають задовольняти не тільки технологічні, а і естетичні вимоги. Згаданими раніше методами моделюємо зубчасті колеса передачі замкнутої гідросистеми. Наведений приклад порядку моделювання деталей не обов'язковий, можна моделювати в іншому порядку – це процес творчий.

Після завершення моделювання окремих деталей зубчастого диференціала і замкнутої гідросистеми приступають до збірки загального вигляду моделі (рис. 4, а). Збірка є завершальним етапом проектування і конструювання любого виробу. На рис. 4, б показана повернута збірка пристрою розрізом, що дозволяє відобразити внутрішню будову.

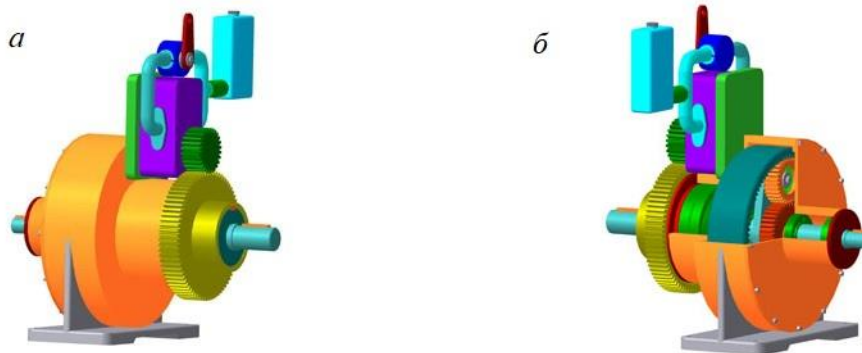


Рис. 4. Модель-збірка зубчастого диференціала і замкнутою гідросистемою – керування через епіцикл: а – без розрізу; б – з розрізом

Використовуючи 3-D моделювання при проектуванні таких пристроїв можна:

- на початковій стадії проектування отримати візуальне уявлення про диференціальні передачі з замкнутими гідросистемами і за допомогою комп'ютера оглянути їх з любой точки;
- підвищити точність проектування особливо складних деталей таких передач, наприклад, корпусів;
- легко редагувати трьохмірні моделі, тобто вносити необхідні зміни;
- досягати великої економії часу і витрат на проектування диференціальних передач з пристроями для керування швидкістю;
- отримати велике число можливих варіантів проектних рішень, які потрібно детально та глибоко проаналізувати і вибрати раціональний;
- на основі створених базових моделей передач можна отримати моделі передач з різними розмірами.

УДК 621.8 : 621.825

О. Стрілець, канд. техн. наук, доц., В. Андрушков, канд. техн. наук, доц.,
В. Стрілець, канд. техн. наук, проф.

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

БУДОВА ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ МУФТИ ФЛАНЦЕВО-ПАЛЬЦЕВОЇ ПРУЖНОЇ ЗАПОБІЖНОЇ З ВИБОРОМ ХОДУ

O. Strilets, Ph.D, Assoc. Prof., V. Andruchkov, Ph.D, Assoc. Prof., V. Strilets, Ph.D, Prof.

THE STRUCTURE AND PRINCIPLE OF OPERATION OF THE FLANGE-PIN ELASTIC SAFETY COUPLING WITH A SUPPLY OF FREE MOVEMENT

Для з'єднання валів і передавання обертальних моментів широко використовуються муфти [1]. Вони є достатньо відповідальними механічними пристроями, що часто визначають надійність і довговічність всієї машини. Тобто муфти належать до пристроїв, без яких неможливе сучасне машинобудування. При передаванні руху і обертальних моментів від одного вала до другого муфти виконують та інші функції: компенсацію шкідливого впливу зміщення геометричних осей кінців валів, що виникають унаслідок неточностей виготовлення, монтажу або конструктивних особливостей та умов експлуатації; амортизацію вібрацій, поштовхів та ударів, що виникають під час експлуатації механічних приводів; полегшення пуску машини; захист деталей механічних приводів від перевантажень, тощо. Такі різноманітні експлуатаційні вимоги сприяли появі великої кількості конструкцій муфт різних видів.

На рис. 1 показана муфта фланцево-пальцева пружна запобіжна з вибором ходу [2], яка складається з двох півмуфт 1 і 2. Півмуфта 1 виконана у вигляді маточини 3 і фланця 4 з круговим обрисом. На циліндричній поверхні фланця 4 виконана кільцева канавка 5 у якій осесиметрично розміщені пружини 6 і закріпленні штифтами 7 з можливістю видовжуватись по дну канавки 5 при радіальній деформації. Півмуфта 2 виконана у вигляді маточини 8 і фланця 9 у якому осесиметрично закріплені пальці 10 на однаковій відстані від осі обертання муфти.

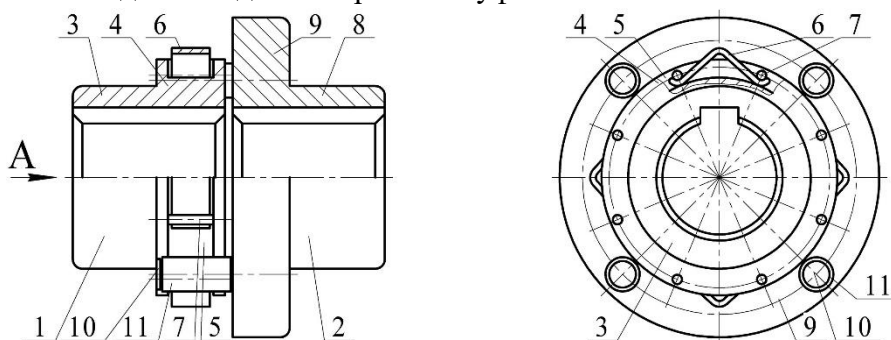


Рис. 1. Будова муфти фланцево-пальцевої пружної запобіжної з вибором ходу

Муфта фланцево-пальцева пружна запобіжна з вибором ходу працює так. При передачі обертального моменту від півмуфти 1 до півмуфти 2 вибирається вільний хід і пружини 6 контактують з пальцями 10. При цьому передається допустимий обертальний момент. Коли обертальний момент перевищує допустимий під дією пальців 10, із-за своєї форми пружини 6 радіально деформуються і видовжуються. Пальці 10 проковзують по пружинах 6 – виконується запобіжна функція муфти. При зменшенні обертального

моменту до допустимого, пружини 6 приймають початкову форму. Муфта передає допустимий обертальний момент. Із-за деформації пружин 6 обертальний момент передається м'яко.

Вразливим місцем муфти є пружини, у вигляді арок параболічної форми, показаної на рис. 2.

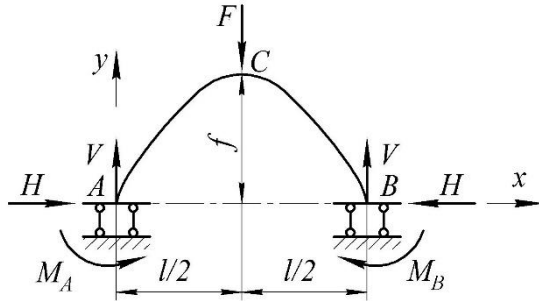


Рис. 2. Розрахункова схема пружини

Задача буде один раз статично невизначеною. Для розв'язку скористаємось методом сил [3]. Канонічне рівняння методу сил матиме вигляд:

$$\delta_{11} \cdot X_1 + \Delta_{1F} = 0 \quad (1)$$

Визначаємо значення коефіцієнта δ_{11} і вільного члена Δ_{1F} рівняння (1). В зв'язку з тим, що при дії одиничного моменту $x_1 = 1$ реакції V_A і H_C дорівнюють нулю, то в перерізах основної системи відсутні поперечні і поздовжні сили. Значить при визначенні δ_{11} і Δ_{1F} потрібно користуватись формулою Мора без врахування поперечних і поздовжніх сил:

$$\delta_{11} = \int \frac{M_1 M_1}{EJ} ds; \quad \Delta_{1F} = \int \frac{M_F M_1}{EJ} ds. \quad (2)$$

Будемо вважати, що $ds \approx dx$ і жорсткість $EJ = const$. Тоді:

$$\delta_{11} = \frac{l}{2EJ}, \text{ а } \Delta_{1F} = \frac{Fl}{EJ} \cdot \frac{3l - 4f\mu}{48}. \quad (3)$$

Згинний момент в перерізі на відстані x від початку координат дорівнює:

$$M_{(x)} = \frac{Fx}{2} - \frac{2Fxx\mu}{l} + \frac{2Fx^2 f\mu}{l^2} - \frac{3Fl}{8} + \frac{4Ff\mu}{6}. \quad (4)$$

За допомогою виразу (4) можна визначити величину згинаючого моменту при відомій деформації пружини при передаванні граничного обертального моменту та відомими методами оцінити її міцність.

Такі муфти поліпшують експлуатаційні показники механічних приводів машин – м'якіше передають динамічний обертальний момент, компенсують неспіввісності і покращують технологічність з'єднання валів.

Література

1. Малащенко В. О., Стрілець В.М., Стрілець О.Р., Федорук В.А. Нові муфти механічних приводів машин. Монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 198 с.
2. Муфта фланцево-пальцева пружна запобіжна з вибором вільного ходу: пат. 137921 Україна: МПК F16D 3/12. u №2019 04343; заявл. 22.04.19; опубл. 11.11.19, Бюл. № 21. 3 с.
3. Ржаницын А.Р. Строительная механика: Учеб. пособие для вузов. М. : Высшая школа, 1982. 400 с.

УДК 631.356.2

І. Г. Ткаченко, канд. техн. наук, доц., Р. Б. Гевко, докт. техн. наук, проф.,
А. Д. Довбуш

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ДООЧИСНИХ ТРАНСПОРТЕРІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

I. Tkachenko, Ph.D., Assoc. Prof., R. Hevko, Dr., Prof., A. Dovbush
SELECTION OF PARAMETERS OF AFTER-CLEANING CONVEYORS
OF ROOT CROP HARVESTERS

Підвищення якості сепарації коренеплодів під час їх збирання можна досягнути шляхом їх доочищення на пруткових і скребкових транспортерах, вдосконалюючи їх конструктивні та компоувальні схеми. При цьому, “агресивність” впливу таких транспортно-сепаруючих робочих органів на коренеплоди повинна бути суттєво меншою ніж основних очисників, які розташовані безпосередньо за копачами.

Одним із шляхів вирішення поставленої задачі є забезпечення додаткового імпульсного впливу скребків транспортера на коренеплоди та їх викидання на пруткове полотно. В результаті ударної взаємодії відбувається відділення домішок від поверхні коренеплодів. Один з варіантів реалізації такої конструкції, а саме коливних скребків з обґрунтуванням параметрів процесу доочищення наведено в роботі [1].

Також розроблена причіпна коренезбиральна машина, компоувальна схема якої передбачає доочищення коренеплодів різними типами робочих органів після їх основної сепарації на всьому шляху їх проходження технологічним руслом [2].

З метою вдосконалення дволанкового транспортера-сепаратора вищезгаданої машини проведені експериментальні дослідження з визначення кутів нахилу його нижньої ($\varepsilon = 10 \dots 24$ град) та верхньої ($\varphi = 50 \dots 80$ град) ланок, а також лінійної швидкості пруткового полотна ($V_T = 0,9 \dots 1,25$ м/с) [3].

На основі проведених досліджень побудовані рівняння регресії залежності ступеня забрудненості коренеплодів W_r від вищевказаних параметрів

$$W_r = 11,515 + 0,113 \varphi - 14,36 V_T - 0,05 \varepsilon V_T - 0,0008 \varphi^2 + 6,25 V_T^2.$$

Поверхні відгуку забрудненості коренеплодів від пари змінних параметрів при третьому незмінному із середнім його значенням зображено на рис. 1.

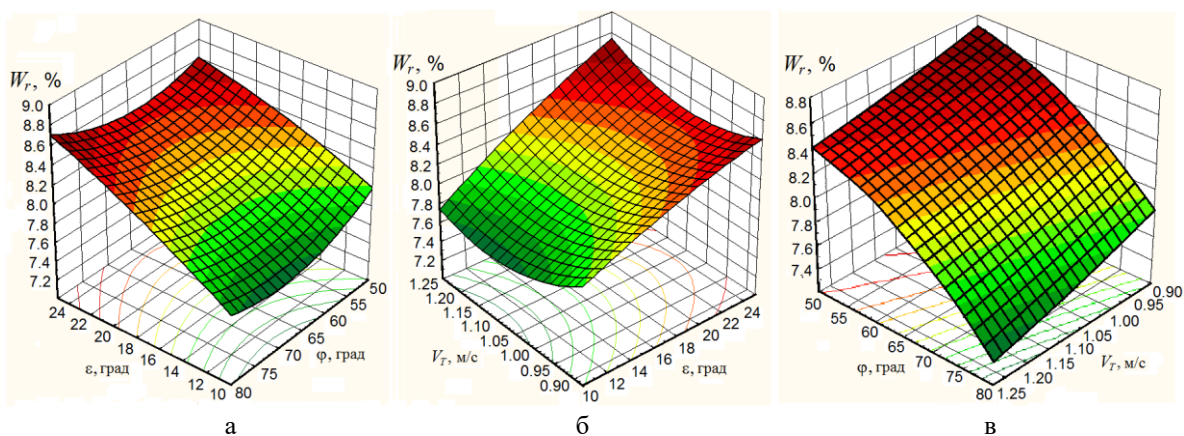


Рисунок 1. Поверхні відгуку забрудненості коренеплодів:
а – $W_r = f(\varepsilon; \varphi)$; б – $W_r = f(V_T; \varepsilon)$; в – $W_r = f(\varphi; S)$

З аналізу поверхонь відгуку забрудненості коренеплодів W_T встановлено, що окрім кутів ε та φ на даний показник суттєвий вплив має лінійна швидкість пруткового полотна V_T .

Найбільш ефективно коренеплоди доочищаються при швидкості полотна транспортера $V_T = 1,25$ м/с, що пояснюється більш активними перекошуваннями коренеплодів по поверхні полотна, захопленням домішок ґрунту та рослинних решток активаторами та винесення їх на зібрану частину поля.

На основі проведених теоретичних досліджень, які викладені в роботі [4], обґрунтовано конструктивно-кінематичні параметри процесу відведення коренеплодів шнеком з еластичною гвинтовою поверхнею та кутовою швидкістю обертання ω . Периферійна поверхня шнека встановлена з зазором S по відношенню до поверхні пруткового полотна горизонтального транспортера, яке переміщається з лінійною швидкістю V_T . Відведені в зону бункера машини коренеплоди захоплюються скребками.

Встановлено, що зростання зазору S в межах від 30 мм до 40 мм призводить до збільшення кількості відсепарованих домішок в середньому на 0,2 %.

Враховуючи те, що в даному діапазоні зміни S втрати також зростають в середньому на 0,2 %, встановлення зазору $S = 40$ мм є недоцільним. Рекомендованим можна вважати зазор $S = 30$ мм.

Зростання кутової швидкості обертання шнека ω несуттєво впливає на ступінь відокремлення домішок.

Комплексний аналіз отриманих результатів показав, що зростання відношення ω до V_T з однієї сторони спричиняє зменшення втрат коренеплодів, а з іншої – зменшення кількості відсепарованих домішок.

Тому раціональним відношенням можна вважати $\omega/V_T \approx 10$.

Проведені експериментальні дослідження з визначення впливу параметрів ударної взаємодії коренеплодів з прутками полотна на глибину їх пошкодження. На основі статистичної обробки отриманих результатів побудоване рівняння лінійної регресії

$$P_k = -10,67 + 3,18 V_y + 6,08 m,$$

де V_y – швидкість ударної взаємодії коренеплодів з прутками полотна;

m – маса коренеплодів.

Факторне поле визначалось таким діапазоном зміни величини параметрів: $3,2 \leq V_y \leq 4,2$ (м/с); $0,4 \leq m \leq 1,2$ (кг).

Література

1. Ткаченко І. Г. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора / І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Гладь, Р. Б. Гевко, О. Б. Павелчак // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцьк : ЛДТУ, 2000. Вип. 7. С. 260–266.

2. Hevko R. B., Tkachenko I. G., Synii S. V., Flonts I. V. (2016) Development of design and investigation of operation processes of small-sclale root crop and potato harvesters. INMATEH: Agricultural engineering, vol. 49, no. 2.- pp. 53-60.

3. Hevko R. B., Tkachenko I. G., Rogatynskiy R. M., Synii S. V., Flonts I. V., Pohrishchuk B. V. (2019) Impact of parameters of an after-cleaning conveyor of a root crop harvester on its performance, INMATEH: Agricultural Engineering, vol. 59, no. 3.- pp. 41-48.

4. Hevko R. B., Tkachenko I. G., Gandziuk M. O., Hlado Y. B., Synii S. V., Trokhaniak O. M. Mathematical model of a root harvester after-cleaning system / Bulletin of the Karaganda university, Kazakhstan. - №4 (96). - 2019. - pp. 81-89.

УДК 621.86

П. Федорів, І. Федорів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМЕНЕВО-ФРИКЦІЙНИХ ЖИВИЛЬНИКІВ

P. Fedoriv, I. Fedoriv

STUDY OF STATIC CHARACTERISTICS OF JET-FRICTION BATCHER

У практиці для подачі листових заготовок використовуються вакуумні захоплюючі механізми із механізмами приводів та додатковими пристроями транспортування. Складна конструкція цих живильних механізмів та слабкі динамічні характеристики створюють необхідність пошуку нових конструктивних рішень. Для поштучного подачі листового матеріалу пропонується використання струменево-фрикційного живильника, який володіє хорошими динамічними характеристиками і простотою конструкції [1].

В основі конструкції струменево-фрикційного живильника покладено ефект виникнення присмоктуючої дії, яка виражається взаємодією з плоскою поверхнею листа струменя стиснутого повітря, яке витікає з отвору (щілини). У результаті подачі до сопла 2 (рис.1) стиснутого повітря постійного тиску струмінь повітря сформований отвором-соплом радіусом r_c і спрямований перпендикулярно площині поршня протікає в щілину h між торцями струменевого елемента і заготовки 3 зі швидкістю V_0 приблизно рівною швидкості звуку $V_{кр}$. Енергія рухомого суцільного кільцевого газового потоку, обумовлена повним напором, що складається із суми п'єзометричного і динамічного напорів, викликає на торці струменевого елемента зниження тиску до величини нижче атмосферного, що призводить до виникнення аеродинамічного ефекту притягання.

$$P_a \geq \Delta P + \frac{\rho V_1^2}{2}, \quad (1)$$

Для зменшення дії реактивної сили струменя повітря на лист та покращення технічних характеристик, доцільно використовувати ежекційний струменевий елемент з кінчною кільцевою щілиною на торці (рис. 1, б), якого значно перевищують ті, які досягаються в струменевому елементі з перпендикулярним розміщенням сопла.

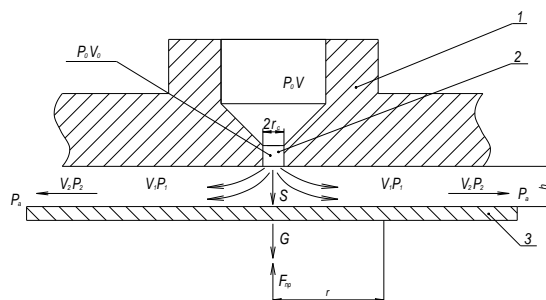


Рис. 1. Струменевий сопловий елемент

Щоб зменшити дію реактивної сили струменя повітря на лист, рекомендується використовувати ежекційний струменевий елемент з кінчною кільцевою щілиною на торці (рис.2). Основними елементами струменево-фрикційного живильника для поштучного відділення листів є кінчний ежекційний струменевий елемент 1 із

кільцевою щілиною 5 та обертові фрикційні ролики 6, які виступають нижче торця присмоктувача на величину 0,1-0,5 мм.

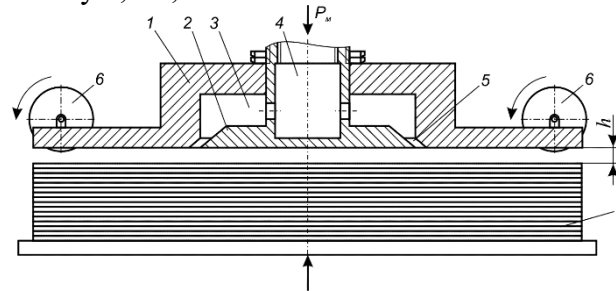


Рис. 2. Конструкційна схема струменево-фрикційного живильника

Надійність роботи живильника в основному визначається статичними характеристиками струменевого захоплювального органу. Дослідженнями встановлено, що величина сили присмоктування листа до торця присмоктувача залежить від товщини конічної щілини, вимірюючи в нормальному до її стінок напрямку, і величини кута α конічної щілини. Із збільшенням кута α сила присмоктування також зростає і приймає максимальне значення при $\alpha \geq 1500$.

Згідно проведених експериментів [2] товщину h_1 конічної щілини слід приймати в межах 0,08-0,12 мм. а оптимальне співвідношення між h_1 і зазором h_2 знаходиться в межах 2,8-3,2. У такому випадку напрямок кільцевого конічного струменя повітря забезпечується конічною периферією тарілки 2, тобто іншою стінкою конічного сопла.

Залежність величини максимальної сили протягування визначається як

$$F_{np} = \frac{\pi \mu^2 n r_0^2 P_0^2}{\rho_a RT} \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^{2n} \left(\frac{2}{n+1} \right)^{\frac{n+1}{n-1}} \left(\frac{r_2 \ln \frac{r_2}{r_0} - r_2 + r_0}{r_2 - r_0} + 0,5 - \frac{h_2}{r_0} \cos \frac{\alpha}{2} \right). \quad (2)$$

Згідно проведених досліджень, впливає, що струменево-фрикційним живильникам з кільцевою конічною щілиною на власному торці властива вантажопідйомність до 200-300 Н. Вагомою перевагою живильників даного типу є відсутність потреби в додаткових приводах подачі захоплюючих елементів або подачі листів до транспортуючих роликів.

Струменево-фрикційні живильники можуть використовуватися при автоматизації процесів поштучної подачі листового матеріалу у машинобудівній, приладобудівній, легкій, поліграфічній та інших промисловостях.

Література

1. Дычковский М.Г., Проць Я.И., Исследование пневматических захватных органов автоматических питателей для листовых заготовок// Пути совершенствования прогрессивных процессов и оборудования применяемых при обработке металлов давлением. Тезисы докладов к отраслевой научной технической конференции. г.Барнаул, - 1981 г.

2. Проць Я. І. Дослідження статичних характеристик струменево-фрикційних пристроїв подачі листового матеріалу / Проць Я.І., Федорів П.С., Цяпута Ю.О., Скочиляс В. В. // Поліграфія і видавнича справа. Українська академія друкарства. Львів, – 2011. Вип. 2. – С. 93–97.

3. Сентяков Б.А. Исследование силовых характеристик струйного вихревого преобразователя / Б.А. Сентяков, Г.П. Исупов. – М.: Измерительная техника. – 1984. – № 1. – 34 с.

УДК 656.025

О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц., О.Л. Ляшук, д-р. техн. наук, проф.,

М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

**O. Tson, Ph.D, Assoc. Prof., O. Lyashuk, Dr., Prof., M. Stashkiv, Ph.D, Assoc. Prof.
LEGAL PROVISION OF INTERNATIONAL CARGO TRANSPORTATION**

Раціональне використання рухомого складу автотранспортними підприємствами в ринкових умовах господарювання є важливим завданням сьогодення [1].

Важливу роль у формуванні зовнішньоекономічних зв'язків України відіграє транспорт без якого неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему. Автомобільний транспорт України здійснює значну частину перевезень на внутрішньому ринку та у міжнародному сполученні. Здійснення даних перевезень повинно відбуватися в рамках чинного законодавства та з дотриманням відповідних міжнародних угод, конвенцій та правил [2].

До основних нормативно-правових актів, законів, постанов, що регламентують діяльність у сфері міжнародні перевезення вантажів автомобільним транспортом відносяться:

1. Закон України “Про автомобільний транспорт” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2001, N 22, ст. 105), який регламентує питання щодо перевезень автомобільним транспортом;

2. Господарський кодекс України від 16.01.2003 р., який містить норми, що регулюють організацію і здійснення перевезень вантажів.

3. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р., який містить основні положення про договір перевезення пасажирів і вантажів, про перевезення транспортом загального користування, про завантаження і вивантаження вантажів, про відповідальність перевізників, а також правила пред'явлення претензій і позовів.

4. Конвенція про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 39, ст.341).

Державне управління автомобільним транспортом здійснює Кабінет Міністрів України відповідно до своєї компетенції за допомогою територіальних органів виконавчої влади, служби міжнародних автомобільних перевезень та урядового органу державного управління на транспорті [2].

Враховуючи існуючу нормативно-правову базу, яка регламентує перевезення вантажів у міжнародному сполученні автомобільним транспортом можна стверджувати, що вона відповідає вимогам міжнародних конвенцій, угод та договорів в галузі транспорту, однак при інтеграції України у Європейський союз повинна бути дещо змінена відповідно до законодавства країн учасниць Європейського об'єднання.

Література

1. Цьонь О.П. Шляхи визначення оптимальних відстаней між пунктами транспортної мережі / Цьонь О.П. // Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. Випуск №55. – Луцьк.: ЛНТУ, 2016. – с. 418-421.

2. Цьонь О.П. Правові аспекти організації перевезень вантажів у міжнародному сполученні / Цьонь О.П. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 169. «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології» Х.: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2016. – с.209-211.

УДК 631.31

Г.Б. Цьонь, Олексюк В.П., канд. техн. наук, доц., Довбуш А.Д.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ВДОСКОНАЛЕНИЙ ГИЧКОЗБИРАЛЬНИЙ МОДУЛЬ

H. Tson, V. Oleksyuk, Ph.D, Assoc. Prof., A. Dovbush

ADVANCED OF THE TOP GATHERING MODULE

Вдосконалення конструкції гичкозбирального модуля (рис. 1) полягає у зменшенні сили різання плоским ножем головок коренеплодів та підвищенні якості видалення гички з головок коренеплодів. Це досягається шляхом виконання гичкозбиральної машини, яка містить раму, на якій послідовно встановлені опорні колеса, горизонтальний ротор, на барабані якого закріплені гичкозрізувальні ножі. Обрізувачі головок коренеплодів, кожен з яких виконаний у вигляді паралелограмної підвіски з верхньою та нижньою тягами на якій змонтовані гребінчастий копір і плоский ніж. Власне ніж оснащений блоком приводу, який жорстко прикріплений до опорної пластини та додатковою тягою, яка виконана у вигляді стержня, який одним кінцем шарнірно прикріплений до гребінчастого копіра, а іншим кінцем встановлений з можливістю вертикального переміщення у трубі в якій розміщений електричний датчик (рис. 2).

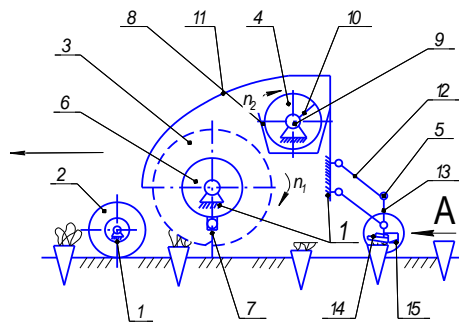


Рисунок 1. Схема удосконаленого гичкозбирального модуля

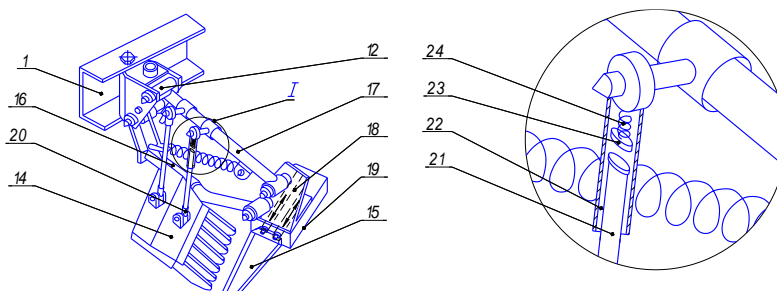


Рисунок 2. Удосконалений дообрізувач гички

Таким чином, заміна процесу рублення головок коренеплодів процесом різання з проковзування леза ріжучої кромки активного ножа обрізувача відносно головок коренеплодів покращує якість обрізування головок за рахунок значного зменшення кількості їх сколів та підвищує якісні показники виконання технологічного процесу до обрізки. За допомогою додаткової тяги та блоку приводу ножа дозволяється синхронізувати час копіювання головок коренеплодів та зворотно-поступального руху ножа.

Секція: МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОЄМНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Керівники: д-р. техн. наук, проф. Б.І. Явоський, д-р. техн. наук, проф. М.В. Приймак,
д-р. техн. наук, проф. М.І. Паламар, д-р. техн. наук, проф. С.А. Лупенко

Вчений секретар: канд. техн. наук. Р. З. Золотий

УДК 004.042

В.М. Ахтемійчук, М.І. Яворська, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОПРАЦЮВАННЯ ВІДЕОДАНИХ ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ

V.M. Ahtemiychuk, M.I. Yavorska, Phd, associate professor

VIDEO DATA PROCESSING AT THE IDENTIFICATION OF LICENSE PLATES.

Предмет дослідження – особливості ідентифікації автомобільних номерів в системі вхідного контролю, призначеній для автоматичного керування в'їзними воротами. Існуючі системи розпізнавання номерних знаків [1], розраховані на опрацювання і зберігання великої бази даних, є надто затратними для такої цілі.

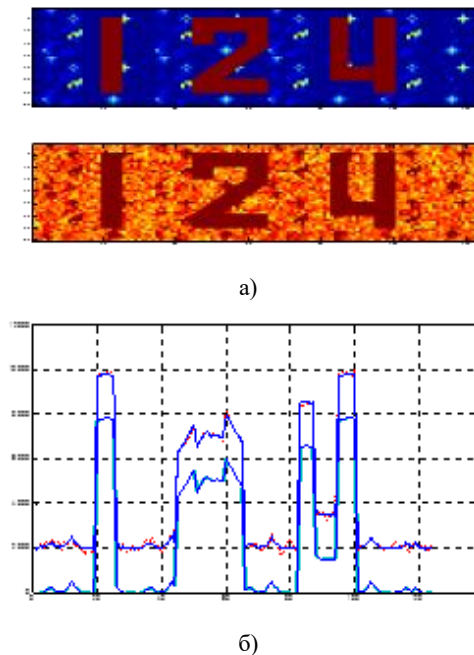


Рис. 1. Номерний знак і його представлення в базі даних

Запропоновано базу даних з дозволених номерних знаків зберігати у вигляді одномірному масиву, елементи якого рівні сумам елементів в стовбцях оцифрованого відеокадру. Дані форми представлення для номерного знаку на рис.1а), поданого з різними рівнями зашумлення показані на рис.1б). Оскільки кожній із цифр, а відповідно і кожному номерному знаку, незалежно від рівня зашумлення, відповідає характерний, властивий тільки їм, профіль, останній може служити ідентифікатором. В свою чергу ідентифікатором профілю можна вважати спектр відповідного йому сигналу, який для випадку на рис. 1б) показано на рис. 2. Його зберігання в базі даних потребує значно

менше місця, а перевірка на належність біжучого номерного знаку до множини дозволених – значно менше часу, що спрощує вимоги до обчислювальних ресурсів системи.

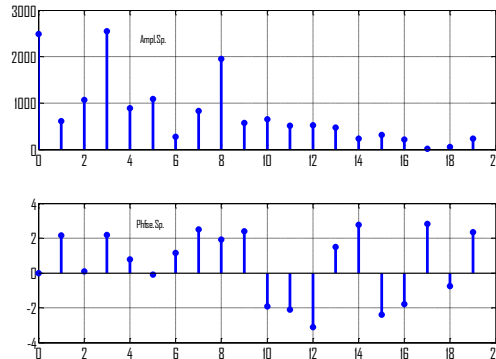


Рис. 2. Спектральні характеристики профілю поданого на рис. 1б

Таким чином, процедура ідентифікації може бути проведена за наступним алгоритмом:

1. Формуємо базу даних, що містить спектральні характеристики профілів дозволених номерів;
2. У відповідність цифровому зображенню біжучого відеокadresу номерного знаку (рис. 1а)) формуємо його представлення як на рис. 1б);
3. Знаходимо спектр сигналу, що відповідає отриманому профілю;
4. Почергово співставляємо отриману спектральну характеристику із записаними в базі даних і у випадку накладання (з певною точністю) приводимо в дію виконавчий механізм.

За даним алгоритмом розроблено програмне забезпечення.

Література

1. Барабаш Ю. Л. Коллективные статистические решения при распознавании / Барабаш Ю. Л. – М. : Радио и связь, 1983. – 224 с.

УДК 517.9

Н. І. Блашак, канд. фіз.-мат. наук, доц., Л. І. Цимбалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ОБМЕЖЕНІ РОЗВ'ЯЗКИ ОДНОГО КЛАСУ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ЛІНІЙНИМИ
ВІДХИЛЕННЯМИ АРГУМЕНТІВ**

N. Blashchak, Ph. D, Assoc. Prof., L. Tsymbaliuk, Ph. D, Assoc. Prof.

**BOUNDED SOLUTIONS OF A CERTAIN CLASS OF THE SYSTEMS OF THE
LINEAR DIFFERENTIAL-FUNCTIONAL EQUATIONS WITH THE LINEAR
TRANSFORMED ARGUMENTS**

В останні десятиріччя широке застосування при побудові математичних моделей одержали диференціальні рівняння, як звичайні так і в частинних похідних, та їх системи з лінійними відхиленнями аргументу (аргументів). Такі системи виникають, наприклад, в біології (математична модель процесу відтворення червоних кров'яних тілець), в економіці при моделюванні економічних систем і задачах оптимального управління, тощо. В роботі досліджуються питання існування обмежених розв'язків одного класу таких систем диференціально-функціональних рівнянь з двома незалежними змінними і лінійними відхиленнями аргументів.

Розглядається система лінійних диференціально-функціональних рівнянь вигляду

$$u_i(t, x) = Au(t, x) + Bu_x(t, x) + \sum_{i=1}^k C_i u(\alpha_i t + a_i, \beta_i x + b_i) + \sum_{i=1}^k D_i u(\alpha_i t + a_i, \beta_i x + b_i) + f(t, x) \quad (1)$$

де $\alpha_i, \beta_i, a_i, b_i, i=1, \dots, k$ – деякі дійсні сталі, $A, B, C_i, D_i, i=1, \dots, k$ – постійні $n \times n$ матриці, вектор-функція $f(t, x): \mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^n$ є неперервною і обмеженою на \mathbb{R}^2 і $u(t, x)$ – невідома n -мірна вектор-функція.

Теорема. Нехай виконуються умови:

- 1) власні значення $\lambda_i, i=1, \dots, n$, матриці A задовольняють умову $\operatorname{Re} \lambda_i \neq 0$;
- 2) $\alpha_i, i=1, \dots, k$ – довільні дійсні числа ($\alpha_i \neq 0$), $0 < |\beta_i| \leq 1, i=1, \dots, k$;
- 3) $\sum_{i=1}^k |D_i| + \frac{2L}{\alpha} \left(|B| + \sum_{i=1}^k |C_i + D_i A| \right) < 1$, де L, α – деякі додатні сталі;
- 4) вектор функція $f(t, x)$ неперервна за t , належить класу C^∞ за x і

$$\sup_{(t,x) \in \mathbb{R}^2} \left| \frac{\partial^i f(t, x)}{\partial x^i} \right| \leq K, \quad i=0, 1, \dots, \text{де } K \text{ – деяка додатна стала.}$$

Тоді система рівнянь (1) має обмежений на \mathbb{R}^2 розв'язок, що є неперервно-диференційовним за t і належить класу C^∞ за x .

Показано також, що при деяких додаткових умовах знайдений обмежений розв'язок буде періодичним.

УДК 621.793.927.7

В.Я. Гаврилюк, Ч.В. Пулька, д-р. техн. наук, проф., В.М. Михайлишин,
М.С. Михайлишин, канд. фіз.-мат. наук, доц.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ЕКОНОМНОЮ ВИТРАТОЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

V. Havryliuk, Ch. Pulka, Dr., Prof., V. Mykhailyshyn, M. Mykhailyshyn, Ph. D.,
Assoc. Prof.

RESEARCH OF INDUCTION SURFACING THE THIN ELEMENTS OF CONSTRUCTIONS WITH ECONOMICAL COST OF ELECTRICITY

Для наплавлення тонких елементів конструкцій в тому числі дисків по зовнішній кромці стійким до зношування матеріалом використовується кільцевий індуктор [1], який дозволяє здійснювати наплавлення одночасно по всій зоні зміцнення. При такому способі наплавлення забезпечується осьова симетрія процесу, що дозволяє отримувати деталь без короблення і при цьому відпадає необхідність в додатковому рихтуванні. Наплавлення здійснюється з використанням індукційного нагрівання, перевагами якого є висока концентрація енергії в зоні нагріву, що дозволяє підвищити продуктивність процесу за рахунок скорочення часу [2]. Але при цьому індукційний нагрів має ряд недоліків, а саме електромагнітне випромінювання та надмірні витрати електроенергії, які в свою чергу впливають на здоров'я оточуючих і на оплату послуг за використану енергію.

В роботі [3] отримана наближена формула залежності від часу потужності теплових джерел для забезпечення за заданий час τ^* необхідної температури в зоні наплавлення при мінімальному розході енергії.

Метою даної роботи є розроблення більш точного оптимального закону зміни в часі потужності теплових джерел, що дозволяє значно зменшити витрати електроенергії та матеріальні і трудові затрати.

В роботі використано рівняння теплопровідності диска для усередненої за товщиною температури і потужності теплових джерел, яке має вигляд [3,4]:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} - \frac{k^*}{2h} T - \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{w(r, t)}{\lambda} = 0, \quad (1)$$

де $T = T^* - T_{\text{ср}}$, T^* - температура диска, $T_{\text{ср}} = \text{const}$ - температура середовища; $k^* = a\lambda$; a - коефіцієнт тепловіддачі; λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу диска; $2h$ - товщина диска; a - температуропровідність; $w(r, t)$ - усереднена за товщиною функція розподілу питомої потужності внутрішніх джерел тепла.

Після проведення досліджень отримано повну питому енергію за весь час нагріву τ^* , яка дорівнює:

$$W_{\text{опт}} = \int_0^{\tau^*} w_0(t) dt = \frac{4\lambda k^* T_{\text{зд}}^*}{a R_2^2 (R_2^2 - R_1^2)} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(e^{a\omega_k^2 \tau^*} - 1) [R_2 J_1(\nu_k R_2) - R_1 J_1(\nu_k R_1)]^2}{\nu_k^2 (\nu_k^2 + k^{*2}) J_1^2(\nu_k R_2) (a\omega_k^2 e^{a\omega_k^2 \tau^*} + \text{sh}(a\omega_k^2 \tau^*))}. \quad (2)$$

Для того, щоб оцінити економію енергії, яка досягається внаслідок зміни питомої потужності джерел за оптимальним законом (2), потрібно знайти величину постійної в часі питомої потужності джерел, яка необхідна для нагріву диска в зоні наплавлення до заданої середньої температури $T_{\text{зд}}^*$. Можна показати [3], що ця величина рівна:

$$w^* = \frac{\lambda k^* T_{зд}^*}{h(1 - e^{-\frac{ak^*\tau^*}{h}})} \quad (3)$$

і відповідно повна питома енергія за весь час нагріву:

$$W^* = \frac{\lambda k^* T_{зд}^* \tau^*}{h(1 - e^{-\frac{ak^*\tau^*}{h}})} \quad (4)$$

Економія енергії, яка досягається внаслідок нагріву за оптимальним законом дорівнює:

$$\Delta_1 = \frac{W_{\text{опт}} - W^*}{W^*} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Цікаво також порівняти повні затрати енергії для нагріву, знайдені в даній роботі, з аналогічною величиною, якщо зміна потужності внутрішніх джерел здійснюється за оптимальним законом, знайденим в роботі [3] і яка рівна:

$$W_{sh} = \frac{\lambda T_{зд}^*}{a * sh(\frac{ak^*\tau^*}{h})} \cdot \left(e^{\frac{ak^*\tau^*}{h}} - 1 \right), \quad (6)$$

тоді відповідна економія енергії дорівнює:

$$\Delta_2 = \frac{W_{\text{опт}} - W_{sh}}{W_{sh}} \cdot 100\%. \quad (7)$$

Числові обчислення проведено для таких даних. Геометричні розміри диска становлять: $R_1 = 0,092$ м, $R_2 = 0,105$ м, $2h = 0,003$ м. Матеріал диска – сталь Ст3сп з теплофізичними характеристиками: температуропровідність – $a = 6,2 \cdot 10^{-6}$ м²/с; теплопровідність – $\lambda = 40$ Вт/(м · °С); коефіцієнт тепловіддачі – $\alpha = 455$ Вт/(м² · °С); $T_{зд}^* = 1220$ °С; час нагріву – $\tau^* = 32$ с.

Економія енергії, яка досягається внаслідок використання одержаного нами оптимального закону зміни потужності джерел (2) порівняно з нагрівом при постійній потужності:

$$\Delta_1 = \frac{W_{\text{опт}} - W^*}{W^*} \cdot 100\% = 36,832\%.$$

Економія енергії, яка досягається внаслідок використання оптимального закону зміни потужності джерел порівняно з нагрівом за законом в роботі [3]:

$$\Delta_2 = \frac{W_{\text{опт}} - W_{sh}}{W_{sh}} \cdot 100\% = 15,775\%.$$

Література

1. О.М. Шаблій Режими індукційного наплавлення деталей із урахуванням використання екранування теплових і електромагнітних полів [Текст] / О.М. Шаблій, Ч.В. Пулька, В.Я. Гаврилюк, В.С. Сенчишин. – Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – 2014. – № 1 (73). – С. 109–118.
2. И.А. Рябцев Наплавка деталей машин и механизмов [Текст] / И.А. Рябцев. – Киев: Экотехнология, 2004. – 160 с.
3. О.Н. Шаблій, Оптимизация энергозатрат при индукционной наплавке тонкостенных дисков [Текст] / О.Н. Шаблій, Ч.В. Пулька, Б.П. Будзан // Автоматическая сварка. – 1987. – № 1 (406). – С. 36–39.
4. О.Н. Шаблій, Пути экономии электроэнергии при индукционной наплавке тонкостенных дисков [Текст] / О.Н. Шаблій, Ч.В. Пулька, Б.П. Будзан // Автоматическая сварка. – 1988. – № 12 (429). – С. 56–58.

УДК 621.793.927.7

В.Я. Гаврилюк, Ч.В. Пулька, докт. техн. наук, проф., В.М. Михайлишин,
В.С. Сенчишин

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБЕРТАННЯ ДИСКА НА СТАБІЛЬНІСТЬ ТОВЩИНИ НАПЛАВЛЕНОГО ШАРУ

V. Havryliuk, Ch. Pulka, Dr., Prof., V. Mykhailyshyn, V. Senchyshyn
THE THEORETICAL RESEARCHES OF INFLUENCE THE DISK ROTATION ON
THICKNESS STABILITY OF SURFACING LAYER

В роботі [1] авторами розроблена технологія одночасного індукційного наплавлення по всій робочій поверхні тонких дисків зубчатої форми з шириною наплавлення більшою за висоту зуба, з використанням двовиткового кільцевого індуктора, витки якого з'єднані між собою зустрічно-паралельно (в протифазі по струму і магнітному потоку).

В роботі [2] показано вплив технологічних схем на стабільність товщини шару наплавленого металу за допомогою порошкоподібного твердого сплаву ПГ-С1. Одна із технологічних схем [2] полягає в тому, що в процесі індукційного наплавлення диск піддають обертовому руху навколо осі симетрії з деякою кутовою швидкістю, в момент початку розплавлення порошкоподібного сплаву [3] з утворенням єдиної рідкої ванни.

В результаті цього руху домішки в розплавленому шарі металу будуть рухатися по деяких траєкторіях відносно розплаву, а також формуватися відповідна структура і стабільність товщини шару наплавленого металу.

Представляє інтерес теоретичного обґрунтування впливу обертання деталі на рівномірність товщини наплавленого металу. В літературних джерелах відсутні такі дослідження, з метою підвищення стабільності товщини шару наплавленого металу із використанням відцентрових сил.

Метою даної роботи є підвищення стабільності товщини шару наплавленого металу з використанням обертового руху навколо осі симетрії.

На рис. показано схему розміщення точки (розплавленої частинки) на диску та сил, які діють на неї.

Рівняння відносного руху матеріальної частинки масою m має вигляд:

$$m\vec{a}_r = \vec{\Phi}_e + \vec{\Phi}_{\text{кор}} + \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{оп}}, \quad (1)$$

де $\vec{\Phi}_e$ – переносна сила інерції, $\vec{\Phi}_{\text{кор}}$ – сила інерції Коріоліса, \vec{F}_T – сила тертя ковзання, $\vec{F}_{\text{оп}}$ – сила в'язкого опору, \vec{a}_r – відносне прискорення.

В результаті розв'язку цієї задачі отримали систему рівнянь:

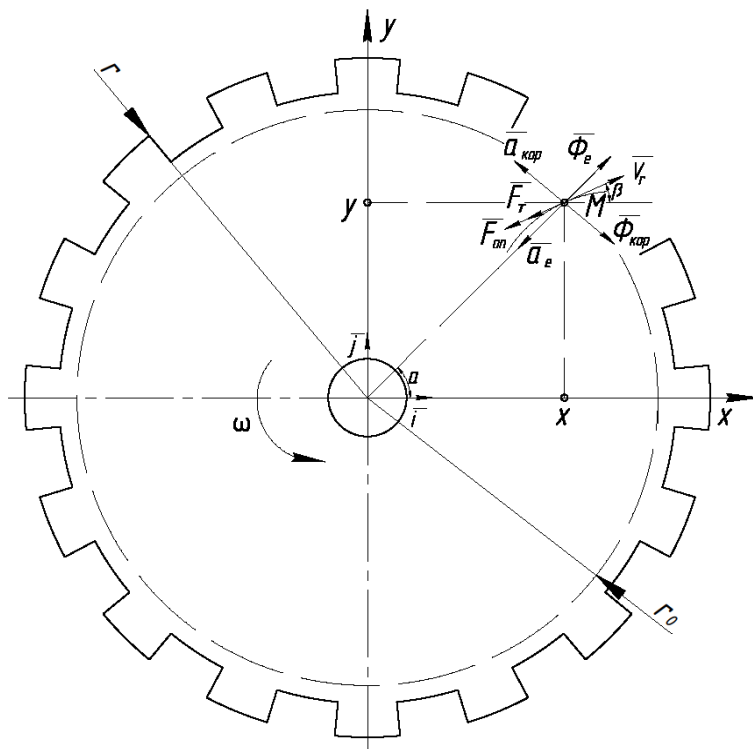
$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_3, \\ \frac{dx_2}{dt} = x_4, \\ \frac{dx_3}{dt} = \omega^2 x_1 + 2\omega x_4 - fg \frac{x_3}{\sqrt{x_3^2 + x_4^2}} - \frac{\mu}{m} x_3, \\ \frac{dx_4}{dt} = \omega^2 x_2 + 2\omega x_3 - fg \frac{x_4}{\sqrt{x_3^2 + x_4^2}} - \frac{\mu}{m} x_4. \end{cases} \quad (2)$$

Якщо в початковий момент часу точка знаходилась на осі Oy на відстані r_0 до осі обертання і її відносна швидкість була рівна нулю, то початкові умови запишуться так: при $t=0$:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0; x_2 = r_0; \\ x_3 &= 0; x_4 = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким чином ми отримали задачу Коші для системи рівнянь руху (2) і початкових умовах (3).

Для знаходження розв'язку отриманої задачі використовувався метод Рунге-Кутта.



M – точка (розплавлена частинка); \vec{V}_r – відносна швидкість з віссю x через β ; $\vec{a}_{\text{кор}}$ – прискорення Коріоліса; \vec{a}_e – переносне прискорення; ω – кутова швидкість; \vec{j} – одиничний вектор осі y ; \vec{i} – одиничний вектор осі x ; α – кут розташування точки M ; r_0 – радіус положення точки M в початковий момент ($r_0 = 0,092$ м); r – радіус диска, положення точки M в кінцевий момент ($r = 0,105$ м)

Рис. Схема розміщення точки (розплавленої частинки) на диску та сил, які діють на неї

Проведені експериментальні дослідження товщини шару наплавленого металу за цією схемою [2] показали, що стабільність товщини шару наплавленого металу підвищується на 6% в порівнянні без обертання деталі, яка підтверджується достовірністю з теоретичними даними.

Література

1. Пулька Ч.В., Шаблій О.Н., Грабін В.Ф., Дзыкович І.Я. (1991) Совершенствование технологии индукционной наплавки тонких фасонных дисков. Автоматическая сварка, 1, 57–61.
2. Пулька Ч.В., Сенчишин В.С., Гаврилюк В.Я., Базар М.С. (2013) Влияние технологических схем индукционной наплавки на стабильность толщины наплавленного слоя. Автоматическая сварка, 4, 65–67.
3. Пулька Ч.В., Гаврилюк В.Я., Сенчишин В.С., Шарик М.В. (2014) Спосіб наплавлення тонких дисків. Пат. на корисну модель 73032 UA, МПК В23К 13/00. Заявник і власник Терноп. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя.

УДК 537.8, 539.3

О. Король, Б. Береженко, О. Гурик, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОСТИГАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ПІСЛЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ

O. Korol, B. Berezhenko, O. Huryk, Ph. D., Assoc. Prof.

ENGINEERING CALCULATION OF MATHEMATICAL MODEL FOR CYLINDER PART INDUCTION HEATING

Розроблені основи індукційного нагрівання та наплавлення деталей циліндричної форми невеликих діаметрів, які дозволяють проектувати нагрівальні системи індуктор-магнітопровід з урахуванням їх електрофізичних, енергетичних та геометричних параметрів. Отримані теоретичні і експериментальні результати дослідження нагрівальної системи (індуктор, магнітопровід) підтвердили обґрунтованість застосування вибраної методики з достатньою для інженерних розрахунків і практичних цілей точністю в межах 3-4 %. Одержані таким чином приблизні формули дають можливість проводити інженерні розрахунки температурного поля, яке створюється в циліндричній деталі даною нагрівальною системою.

Досліджено процес індукційного нагрівання та остигання деталей циліндричної форми невеликих розмірів. Показано, що розроблений інженерний варіант визначення температурного поля в деталі в процесі нагрівання і остигання значно спрощує математичний апарат, а результати обчислень відрізняються від точних на 2-3% при нагріванні і на 5,0-7,5% при остиганні. Перевірено експериментальні величини температур, отримані з допомогою математичної моделі нагрівання та остигання деталі після наплавлення. Похибка при використанні цих методик відносно експериментальних вимірювань складає при нагріванні та остиганні 1-5%. Після досягнення необхідної температури наплавлення джерело нагрівання вимикають і деталь циліндричної форми (колесо) вільно остигає. На циліндр невеликої товщини в цьому випадку діє тільки тепловий екран. Розроблено також інженерний варіант визначення температурного поля, в якому допускається, що температура по ширині в зоні наплавлення є постійна.

Тоді в цій зоні має місце рівняння теплопровідності:

$$-m^2 T_{01} - \frac{1}{a} \frac{\partial T_{01}}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

Його розв'язок при часовій умові $T = T_{30}$ при $t = \tau$ має вигляд:

$$T = T_{30} e^{am^2(\tau-t)} \quad \text{при} \quad r_3 \leq r \leq r_2 \quad (2)$$

У випадку, коли нагрівальна система створила полого температурне поле в зоні $r \leq r_3$, то в зоні за межами наплавлення температурне поле добре апроксимується експоненціальною залежністю у вигляді

$$T = T_{30} e^{am^2(\tau-t)} \cdot e^{\frac{r-r_3}{\beta}}, \quad [\beta] = m, \quad r \leq r_3 \quad (3)$$

в якому β назвемо коефіцієнтом системи, який визначається з умови найкращого співпадання температури, визначеної за приблизною формулою (3) з температурою, яка знайдена за формулою (1) при $t = \tau$.

УДК 539.375

**В. Кривень, д-р. фіз.-мат. наук, проф., А. Бойко канд. техн. наук, Н. Крива,
В. Валяшек, канд. фіз.-мат. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ПРУЖНА АНТИПЛОСКА ЗАДАЧА ДЛЯ ПІВПРОСТОРУ З ВКЛЮЧЕННЯМ ІЗ
ОДНОБІЧНИМ КОНТАКТОМ**

**V. Kryven', Dr., Prof., A. Wojko, Ph.D., N. Kryva, V. Valiashek, Ph.D, Assoc Prof.
ELASTIC ANTIPLANE PROBLEM
FOR SEMYSPACE WITH ONE-SIDED CONTACTED INCLUSION**

Напружено деформований стан (НДС) навантаженого тіла з включеннями суттєво залежить від стану їх адгезійного зв'язку.

Тут дослідимо пружний антиплоский (НДС) півпростору $x > 0, -\infty < y < +\infty, -\infty < z < +\infty$ із прямолінійним жорстким включенням нехтовно малої товщини $x = a, |y| < b, -\infty < z < +\infty$ під впливом діючого на нескінченності навантаження $\tau_{yz} = \tau_\infty, \tau_{xz} = 0$ (a – відстань між включенням і межею півпростору, $2b$ – висота включення). Грань включення $x = a + 0$ вважатимемо вільною від контакту із середовищем, а $x = a - 0$ у ідеальному з ним зв'язку.

Визначення НДС зводиться до такої крайової задачі відносно аналітичної в області D (перший квадрант комплексної площини ζ , розрізаний вздовж відрізка $x = a, 0 \leq y \leq b$) функції $\tau(\zeta) = \tau_{yz}(x, y) + i\tau_{xz}(x, y), \zeta = x + iy$:

$$\operatorname{Im} \tau(\zeta) = 0, (\zeta = iy, 0 < y < +\infty); \quad \operatorname{Im} \tau(\zeta) = 0, (\zeta = x, 0 < x < a);$$

$$\operatorname{Re} \tau(\zeta) = 0, (\zeta = a - 0, 0 < y < b); \quad \operatorname{Im} \tau(\zeta) = 0, (\zeta = a + 0, 0 < y < b);$$

$$\operatorname{Im} \tau(\zeta) = 0, (\zeta = x, a < x < +\infty); \quad \lim_{\zeta \rightarrow \infty} \tau(\zeta) = \tau_\infty.$$

Розв'язок цієї задач, отриманий методом конформних відображень, виглядає так:

$$\zeta(t) = a \left(\int_{t_B}^0 |F(\eta)| d\eta \right)^{-1} \int_{t_B}^t F(\eta) d\eta, \quad \tau = \tau_\infty \sqrt{\frac{t-1}{t}} \quad (\operatorname{Im} t > 0),$$

де $F(\eta) = (\eta - 1) / \sqrt{(\eta - t_B)\eta(\eta - t_E)}$, а, t_B і t_E – розв'язки системи рівнянь

$$\left\{ \int_0^1 |F(\eta)| d\eta = \int_1^{t_E} |F(\eta)| d\eta, b \int_{t_B}^0 |F(\eta)| d\eta = a \int_1^{t_E} |F(\eta)| d\eta \right\}.$$

Напруження в околі вершин включення сингулярні з показником $1/4$:

$$\tau = \tau_\infty \sqrt[4]{a \left(2\sqrt{(1-t_B)(t_E-1)} \right)^{-1/4}} (\zeta - a - ib)^{-1/4}.$$

УДК 519.2

**П.Д. Кривий¹, канд. техн. наук, доц., Н.М. Тимошенко², канд. фіз.-мат. наук, доц.,
В.О. Дзюра¹, канд. техн. наук, доц., В.Р. Кобельник¹, канд. техн. наук**

¹ Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

² Національний університет «Львівська політехніка», Україна

**УТОЧНЕНИЙ МЕТОД АПРІОРНО-ЕМПІРИЧНИХ ФУНКЦІЙ ВИЗНАЧЕННЯ
ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ТА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК
НА ОСНОВІ МАЛОЇ ВИБІРКИ**

**P. Kryvyy, Ph.D., Assoc. Prof., N. Tymoshenko, Ph.D., Assoc. Prof., V. Dzyura, Ph.D.,
Assoc. Prof., V. Kobelnyk, Ph.D.**

**SPECIFIED METHOD OF THE PRIORI-EMPIRIC FUNCTIONS FOR FINDING
THE DISTRIBUTION LAW AND ITS FEATURES BASED
ON THE SMALL SAMPLE**

Проаналізовано існуючі методи, які при обмеженому обсязі інформації дозволяють отримувати певні характеристики розподілу випадкових величин [1 – 3]. Серед таких методів відзначено: метод прямокутних вкладів (МПВ) [2]; метод ітерацій [5]; метод зменшення невизначеності (МЗН) [2] і метод апріорно-емпіричних функцій (АЕФ) [3].

Показано, що використання і аналіз метода АЕФ при дослідженні періоду стійкості Т спіральних свердл і фрез [1] і надійності функціонування деяких процесів [3], виявило ряд питань, на які, на даний час відсутні обгрунтовані відповіді.

По-перше, при визначенні характеристик розподілу статистичного ряду значень досліджуваного параметра, як наприклад, математичного сподівання, дисперсії, середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації, відсутня перевірка однорідності вибірки, тобто наявності значень, які різко відрізняються. По-друге, у методі АЕФ не обгрунтована ширина інтервалу – Δ , який рекомендовано визначати за формулою $\Delta = k(b - a)$, тут k – коефіцієнт пропорційності, a і b – відповідно мінімальне і максимальне значення випадкової величини у вибірці. Це може призвести до накладання одного інтервала на інший. Як недолік слід відзначити використання графічного методу знаходження точок перетину перпендикулярів поставлених до осі абсцис OX , які визначають границі інтервалів із лініями сітки функції обліку, і на цій основі визначати значення емпіричної функції, як відповідні ординати цих точок [3].

Суть запропонованого уточнення методу АЕФ полягає у наступному.

1. Однорідність вибірки визначають за принципом консенсусу трьох арбітрів за критеріями Гребса, Ірвіна та Романовського [4].

2. Поле розсіювання випадкової величини рекомендовано визначати враховуючи рекомендації А. Хальда [6] за формулою $\Delta_p = 2l\sigma_b$, l – величина, що залежить від обсягу вибірки і рівна надійності, тобто визначають інтервали, які визначають область існування функції $f(x)$ (рис. 1).

3. Ширину інтервала Δ_i запропоновано визначати із системи певних обмежень, що не дає можливості появи перекриття інтервалів.

4. Задаються видом апріорної функції розподілу випадкової величини, або апріорним розподілом, і будують у визначеному інтервалі апріорну функцію $F_a(x)$ (рис. 2).

5. На проміжку $\left[a - \frac{\Delta}{2}, a + \frac{\Delta}{2} \right]$ (тут $a = x_{min}$, $b = x_{max}$) проводять сітку із $i+1$ ліній, перша з яких є лінія обліку характеру апріорної функції розподілу $F_a(x)$.

6. В точках $x_i \pm \frac{\Delta}{2}$ встановлюють перпендикуляри до осі абсцис OX (рис. 2) і знаходять, розв'язавши систему рівнянь, які представляють собою відповідно рівняння перпендикулярів і ліній сітки, значення ймовірностей, тобто квантилі.

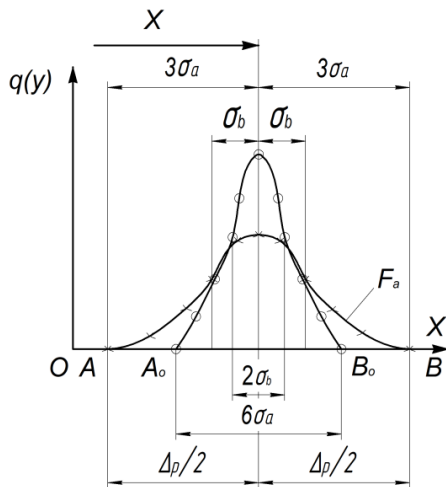


Рисунок 1. Схема для визначення поля розсіювання за [6]

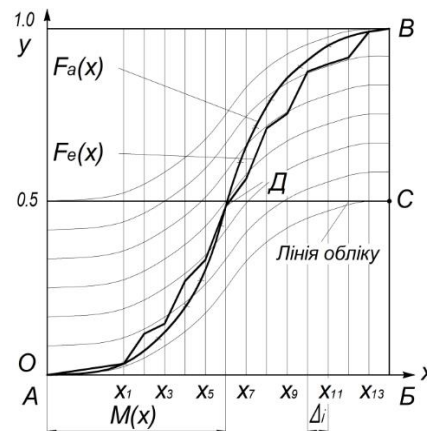


Рисунок 2. Графічна ілюстрація побудови методом АЕФ дійсного розподілу довговічності деталей за [3]

7. Проводять ламану лінію від точки А $\left[a - \frac{\Delta}{2}, 0 \right]$ до точки В $\left[b + \frac{\Delta}{2}, 1 \right]$, з'єднуючи послідовно всі точки перетину. При цьому приймають, що в середині інтервалів розподіл підпорядковується закону рівної імовірності, а поза межами інтервалів, розподіл відповідає лініям сітки.

Побудована ламана лінія і буде шуканою функцією розподілу $F(x)$, так званою апріорно-емпіричною функцією розподілу.

Таким чином, у випадку малої вибірки, коли розподілення симетричне (рис. 1), перпендикуляр, поставлений у точці $(y=0,5)$ осі ординат OY , перетне ламану лінію у точці D , проекція якої на осі абсцис OX вказує значення $M(x)$, яке є математичним сподіванням, медіану і модуля шуканого розподілу. Дисперсія $D(x)$ і середньоквадратичне відхилення $\sigma(x)$ відповідно дорівнюють $D(x) = \frac{l^2 \sigma_B^2}{9}$ і $\sigma(x) = \frac{l \sigma_B}{9}$.

Література

1. Башков В.М. Испытания режущего инструмента на стойкость / В.М. Башков, П.Г. Кацев. – М.: Машиностроение, 1985. – 136 с.
2. Гаскаров Д.В. Малая выборка / Д.В. Гаскаров, В.И. Шаповалов. – М.: Статистика, 1978. – 248 с.
3. Статистические методы определения законов распределения при анализе точности и надежности промышленных изделий по результатам эксперимента / И.П. Демаков, В.Е. Поотепун. – Л.: Ленинградский дом научно-технической пропаганды, 1970. 39 с.
4. Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей / Я.Д. Колкер. – К.: Техніка, 1976, – 200 с.
5. Кривий П.Д. Статистичне оцінювання міцності пресових з'єднань приводних роликів ланцюгів закордонних фірм на основі теорії малих вибірок / П. Кривий, Н. Тимошенко, В. Коломієць, Р. Чорний // Вісник ТНТУ. – 2013. – Том 70. – № 2. – С. 121–129. – (машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).
6. Хальд А. Математическая статистика с техническим приложением / А. Хальд. Пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. Литературы, 1956. – 664 с.

УДК 621.833.6

А. Курко, канд. техн. наук, доц., В. Каретін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕМАТИКИ СФЕРИЧНОГО РУХУ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ЗАСОБАМИ

A. Kurko, Ph.D, Assoc. Prof., V. Karetin

MODELING OF KINEMATICS OF SPHERICAL MOTION BY GEOMETRIC MEANS

На початковому етапі дослідження інерційного трансформатора моменту (ІТМ) визначаються кінематичні параметри його ланок. Для цього, враховуючи вихідні дані, необхідно вдаватися до моделювання. Оскільки визначальним конструктивним елементом ІТМ є дебаланс, то саме його кінематика є основою подальших динамічних розрахунків.

Традиційний підхід передбачає аналітичний опис, що, через громіздкість і значну кількість параметрів, вимагає певних інтуїтивних навичок для аналізу одержаних результатів. Тому для оперативного аналізу розрахунків доцільно застосовувати геометричне моделювання.

При геометричному моделюванні рух центра мас дебаланса розглядаємо як геометричний рух точки **D** (рис. 1), не вдаючись у причини руху, в неінерціальній системі координат $xOyz$. Траєкторія руху цієї точки вважається відомою, оскільки легко визначається аналітично. Швидкість точки **D** визначається як векторна сума обертальних рухів навколо осі сателіту і осі приводу сателіту.

Вигідною конструктивною умовою є те, що радіус обертання точки **D** навколо осі сателіта і вектор оберткової швидкості лежать у площині основи початкового конуса сателіта. Оскільки вісь приводу сателіта суміщена з віссю Oz , то вектор оберткової швидкості навколо цієї осі у всіх положеннях сателіта паралельний до площини xOy . Це значно спрощує побудову векторних сум для визначення вектору абсолютної швидкості $V_{D\Sigma}$.

Для визначення абсолютного пришвидження $a_{D\Sigma}$ точки **D** доцільно

спроєктувати вектор абсолютної швидкості у площині неінерціальної системи координат (відповідно точки Σ_{xy} , Σ_{yz} , Σ_{xz}) та на лінії проєкцій **ОН**, **ОР**, **ОF**, радіус-вектору **OD** (відповідно точки **K**, **L**, **M**). Таким чином визначаються вектори оберткових швидкостей **K** Σ_{xy} , **L** Σ_{yz} , **M** Σ_{xz} відповідних проєкцій радіус-вектору **OD** та вектори швидкостей їх приростів **HK**, **PL**, **FM**.

Складові проєкцій абсолютної швидкості $V_{D\Sigma}$ і абсолютного пришвидження $a_{D\Sigma}$ у площинах неінерціальної системи координат $xOyz$ дозволяє аналізувати їх вплив на динамічні параметри ІТМ.

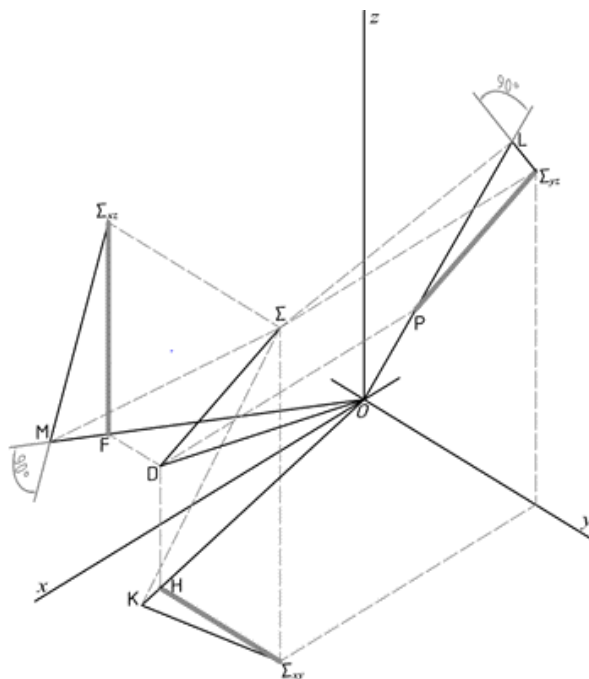


Рис. 1. Проекціювання
вектору абсолютної

УДК 616.092

**В.П. Марценюк¹, д-р. техн. наук, проф., І.Є. Андрушак², д-р. техн. наук, проф.,
А.С. Сверстюк³, канд. техн. наук, доц., В.О. Паничев⁴**

¹ Університет в Бельсько Бяла, Польща

² Луцький національний технічний університет

³ Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського

⁴ ДУ “Тернопільський обласний лабораторний центр МОЗ України”

**ПІДХІД ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ SIR-МОДЕЛІВ ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ ПАНДЕМІЇ COVID-19
В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**V. Martsenyuk, I. Andrushchak, A. Sverstiuk, V. Panichev
APPROACH TO IDENTIFICATION OF SIR-MODEL PARAMETERS
ACCORDING TO THE COVID-19 PANDEMIC ANALYSIS IN
THE TERNOPIIL REGION**

В суспільстві протягом останніх місяців 2020 року спостерігається стурбованість щодо виникнення та розповсюдження пандемії, яка спричинена вірусом COVID-19. За даними ВООЗ, в найближчі роки очікується зростання інфекційної захворюваності, що обумовлено відомими екологічними і соціально-економічними проблемами – низьким рівнем життя та не завжди належною медичною допомогою у значної частини населення планети [1].

У цих умовах особливого значення набувають випереджувальні наукові дослідження з аналізу і прогнозування вірогідних сценаріїв розвитку пандемії COVID-19. Технології математичного і комп’ютерного моделювання такого роду досліджень, використовуючи адекватний науковий інструментарій, спроможні своєчасно оцінити масштаби та наслідки пандемії.

Метою роботи було розробити методи аналізу та прогнозування розповсюдження пандемії COVID-19 в Тернопільській області на основі SIR-моделей.

Вхідними даними для аналізу та прогнозування розповсюдження пандемії COVID-19 використано показники ДУ “Тернопільський обласний лабораторний центр МОЗ України”. Аналіз і прогнозування розповсюдження пандемії COVID-19 в Тернопільській області проведено на основі SIR-моделей в пакеті R.

Запропонована модель ґрунтується на таких біологічних припущеннях щодо розповсюдження коронавірусу в людській популяції:

1. Швидкість зміни числа вразливих осіб є пропорційною до самої кількості вразливих осіб з коефіцієнтом - k_1 .

2. На швидкість зміни інфікованих осіб впливають два процеси: інфікування вразливих осіб та одужання інфікованих осіб.

3. Процес інфікування вразливих осіб полягає у тому, що швидкість зміни інфікованих осіб є пропорційною до кількості вразливих осіб з коефіцієнтом k_1 .

4. Процес одужання інфікованих осіб полягає у швидкості зміни числа інфікованих осіб пропорційно до їх кількості з коефіцієнтом - k_2 , який вказує на швидкість одужання інфікованих осіб.

5. Швидкість зміни кількості осіб, які одужали, є пропорційною до числа інфікованих осіб з коефіцієнтом k_2 .

Слід зазначити, що модель є спрощеною і не враховує ряд суміжних процесів, а саме не розглядаються процеси смертності через інфікування, оскільки вважається, що їх кількість є незначною.

Використовуючи основні положення популяційної динаміки на основі біологічних припущень, які наведені вище, SIR-модель розповсюдження пандемії COVID-19 на основі нелінійних диференціальних рівнянь буде мати такий вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -k_1 * S(t) * I(t) \\ \frac{dI}{dt} &= k_1 * S(t) * I(t) - k_2 * I(t) \\ \frac{dR}{dt} &= k_2 * I(t) \end{aligned} \quad (1)$$

Модель (1) використовується для заданих початкових умов $S(0) = 0$, $I(0) = 0$ та $R(0) = 0$.

Ідентифікацію параметрів в моделі (1) була проведено на основі чисельного методу алгоритму Левенберга-Марквардта [2]. При цьому встановлено середні значення параметрів $k_1 = 2,042 * 10^{-7}$ та $k_2 = 2,708 * 10^{-2}$. Стандартні похибки відхилення такі: $SDk_1 = 1,127 * 10^{-8}$ (довірча ймовірність менша 0,001) та $SDk_2 = 1,218 * 10^{-2}$ (довірча ймовірність менша 0,05). При ідентифікації параметрів було виконано 12 ітерацій.

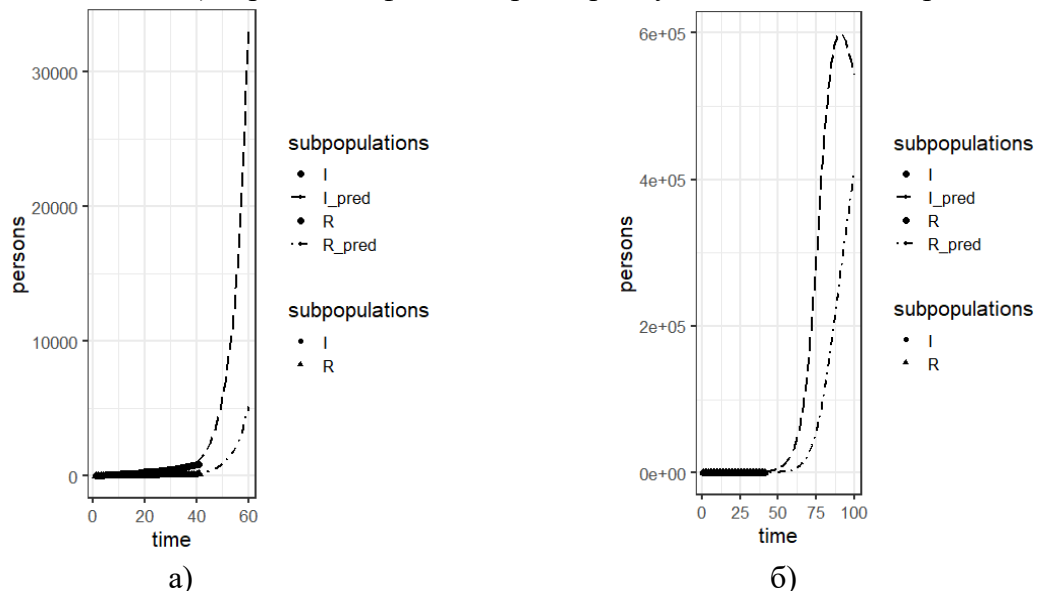


Рис. 1. Порівняння кількості інфікованих (I), осіб, які одужали (R), з результатами прогнозування (I_{pred} , R_{pred}) на основі моделі (3) на 60 днів (а) та 100 днів (б)

Отримані результати дають змогу спрогнозувати розвиток пандемії COVID-19 в Тернопільській області.

Література

1. Марценюк В., Наконечний А., Кучвара А. (2010) Модели популяционной динамики в задачах математической эпидемиологии острых респираторных заболеваний. Кибернетика и вычислительная техника. № 159. С. 45–64.
2. Zheng L., Hua L., Junhong L., Weixing Z., Juping G., Liang H., Chen. J., Zhao Q. (2016) Parameter identification for Hammerstein nonlinear systems using the maximum likelihood principle and Levenberg-Marquardt optimization method. PROCEEDINGS OF THE 35TH CHINESE CONTROL CONFERENCE. 35th Chinese Control Conference (CCC) JUL. P. 27–29.

УДК 57.087.1

Ю.Б. Паляниця канд. техн. наук, І.О. Гринюк, Б.Р. Савка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ТКАНИН ТІЛА ЛЮДИНИ ЯК ЛІНІЙНОЇ
ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ТА СИНТЕЗ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ЗАДАЧ
ПРОЕКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ В ГАЛУЗІ
БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Y. Palaniza, I. Hryniuk, B. Savka

**HUMAN BODY TISSUES RESISTANCE AS A LINEAR DYNAMIC SYSTEM
STUDIES AND THE SYNTHESIS OF ITS PARAMETERS FOR THE TASKS OF
BIOMEDICAL EQUIPMENT DESIGNING IN THE FIELD OF
BIOMEDICAL ENGINEERING**

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щорічно від серцево-судинних захворювань (ССЗ), включно з інфарктами та інсультами, гине близько 17,9 мільйонів осіб, що складає 31 % відсоток серед інших причин смертності. А ще значна частка людей одержують інвалідність або змушені проходити тривалу реабілітацію задля мінімізації негативних наслідків, як фізіологічних, так і когнітивних, що створює проблеми в соціальній адаптації і знижує якість життя, що, в свою чергу, тягне за собою економічні наслідки. Тому важливим завданням сучасної медичної науки є створення засобів профілактики та лікування ССЗ [1]. Такі засоби, окрім технічного, мають і науковий аспект, що відкриває нові відомості про досліджуваний об'єкт для подальших академічних та прикладних цілей [2].

Одним із найбільш інформативних та відносно простих засобів [3] одержання відомостей про стан серцево-судинної системи (ССС) є реєстрація електричних сигналів (активно, пасивно, евентуально), серед іншого: є електрокардіографія (ЕКГ), реографія, електроімпедансна томографія. Водночас опір тканин тіла людини чинить прямий вплив на інформативні параметри відповідних сигналів, зокрема електрокардіосигнал (ЕКС) [4].

Різні тканини тіла по-різному проводять струм. Зовнішній опір тіла складається з двох паралельно включених опорів: активного і ємнісного, який обумовлений тим, що у місці торкання струмопровідних частин (електродів) до тіла людини утворюється конденсатор з певною ємністю. Обкладками кожного з цих конденсаторів є струмопровідна частина і тканини тіла людини, що добре проводять електричний струм і лежать під зовнішнім шаром шкіри, та діелектриком, який розділяє обкладки, - цей шар (епідерміс). Внутрішній опір тіла вважається чисто активним. Його величина залежить від довжини і поперечного перерізу ділянки тіла, по якій проходить струм, і складає приблизно 500-700 Ом. На практиці зазвичай нехтують ємністю внутрішніх тканин і вважають опір тіла людини чисто активним. У дійсних умовах опір тіла людини не є постійною величиною; він залежить від багатьох факторів, у тому числі від стану шкіри, параметрів електричного ланцюга, фізіологічних факторів, стану навколишнього середовища та інше. Стан шкіри також сильно впливає на величину опору тіла людини, не тільки постійному струму, що має значні інтервали релаксації.

Таку систему можна розглядати як лінійну динамічну. Розрахунки виконано в середовищі Matlab. Імпеданс тканин описується виразом: $Z_h = \sqrt{((4 * R_{ext} * (R_{ext} + R_{int})) / (1 + \omega^2 * R_{ext}^2 * C_{ext}^2)) + R_{int}^2}$, де $R_{ext} = R_{ext1} + R_{ext2}$ – сума зовнішніх опорів за рахунок контакту шкіра/електрод ($2 * 10000$, Ом); $C_{ext} = C_{ext1} + C_{ext2}$ – сума зовнішніх ємностей за рахунок контакту шкіра/електрод ($2 * 0.001 * 10^{(-6)}$, Ф); R_{int} – внутрішній опір тканин прийнято чисто

активним (600 Ом). При цьому вона поводить себе як КІХ-фільтр високих частот з характеристикою комплексної провідності оберненої до імпедансу: $1/Z$.

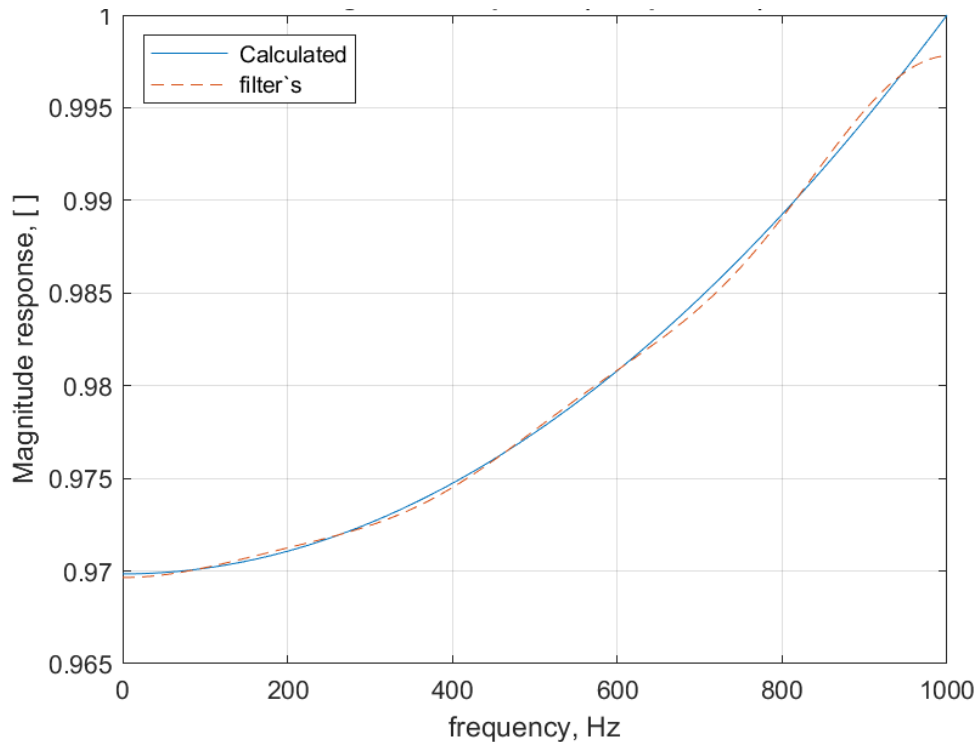


Рис. 1. Амплітудно-частотна характеристика синтезованого КІХ-фільтра, що репрезентує комплексну провідність тканин тіла людини. Вісь абсцис: частота, Герц. Вісь ординат: нормована амплітуда

Обидві характеристики практично співпадають. Відносна похибка складає: $\text{mean}(\text{err_rel}): 0.026$; $\text{max}(\text{err_rel}): 0.219$; $\text{min}(\text{err_rel}): 0.000$.

Отже синтезований фільтр 10-го порядку і наведені коефіцієнти відповідають теоретично розрахованому імпедансу тканин тіла людини, враховуючи такі аспекти, як контакт електродів з поверхнею шкіри, і може використовуватися для математичного моделювання процесів у живих організмах, а також синтезу нового та вдосконалення існуючого медичного обладнання.

Література

1. Драган Я.П. Системний аналіз статистичного оцінювання станів стохастичної вібраційної системи і принципу шунтування / Я.П. Драган, Ю.І. Грицюк, Ю.Б. Паляниця // НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2016. – Вип. 25.10. – С. 255–259.
2. Palaniza Y.B. Main theoretical basis of biosignals modeling / Y.B. Palaniza, H.M. Shadrina, M.O. Khvostivskiy, L.Ye. Dediv, O.F. Dozorska // Znanstvena misel in Slovenia: journal. – Ljubljana. – 2018. – #16. – Vol. 1. – Pp. 39–44.
3. Bronzino J. D. Biomedical engineering handbook. – CRC press, 1999. – Т. 2.
4. Merrill D. R., Bikson M., Jefferys J. G. R. Electrical stimulation of excitable tissue: design of efficacious and safe protocols // Journal of neuroscience methods. – 2005. – Т. 141. – №. 2. – С. 171–198.
5. Beard D. A. Biosimulation: simulation of living systems. – Cambridge University Press, 2012.

УДК 636.2.0.84.085. 7. 2.11

Т.М. Приліпко, д-р. с.-г. наук, проф.

Подільський державний аграрно-технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ТА БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ОБРОБКИ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ ЗА УМОВИ ПАРОКОНТАКТНОГО НАГРІВУ ПРОДУКЦІЇ В ТАРІ

T. Prylipko, Dr., Prof.

MODELING OF MICROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES DURING THE PROCESSING OF CANNED MEAT UNDER THE CONDITION OF STEAM CONTACT HEATING OF PRODUCTS IN CONTAINERS

Вступ. При пароконтактному нагріві враховується значна кількість визначних факторів, при цьому найбільші значення набувають як теплофізичні властивості гріючої пари, так і фізико-хімічні властивості продукту. Основним параметром в процесі теплової стерилізації харчових продуктів, у тому числі і за допомогою пароконтактного нагріву, є температура продукту, яка являє собою основний фактор для встановлення режимів стерилізації консервів. Одним з основних завдань у дослідженні процесу стерилізації при означеному способі нагріву є визначення температурного поля продукту або виявлення динаміки зміни температури в різних точках продукту залежно від параметрів пари, умов її підведення до продукту та фізичних властивостей оброблюваної сировини [1, 3].

Матеріал і методи дослідження. Метою є розрахунок нестационарного температурного поля в тарі, що нагрівається з зовнішньої поверхні від джерела теплоти заданої інтенсивності з урахуванням конвекції в радіальному напрямку.

Режими стерилізації визначали за методикою, при якій фактична летальність F_{ϕ} щодо мікрофлори має бути рівною або перевищувати необхідну летальність процесу стерилізації F_n ($F_{\phi} \geq F_n$).

Результати досліджень. Для формального визначення збільшення температури, викликаного підвищенням тиску, ми скористалися спочатку рівнянням збереження з якого вивели рівняння (1) відносно загальної теплоємності H .

$$\frac{\partial(\rho H)}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\rho \vec{v} H) = \frac{\partial p}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + \nabla \cdot (\xi \cdot \vec{v}) + \rho \vec{q} \cdot \vec{v}, \quad (1)$$

де \vec{v} – вектор швидкості рідини, \vec{q} – вектор сили ваги, ρ – щільність рідини, кг/м^3 ;

p – тиск, Па, τ – час, с., ξ – тензор грузлих напруг.

Подальше використав рівняння для конкретної теплоємності h

$$\rho \frac{Dh}{D\tau} - \frac{Dp}{D\tau} = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + \eta \Phi + \rho \vec{q} \cdot \vec{v}, \quad (2)$$

де Φ функція дисипації, і використовуючи термодинамічне відношення

$$\frac{Dh}{D\tau} = \frac{\partial h}{\partial p} \Big|_T \frac{Dp}{D\tau} + \frac{\partial h}{\partial T} \Big|_p \frac{DT}{D\tau} = \frac{1}{\rho} (1 - \alpha T) \frac{Dp}{D\tau} + c_p \frac{D\tau}{D\tau}, \quad (3)$$

де: α – це коефіцієнт термічного розширення,

ми отримали рівняння теплової енергії

$$\rho c_p \frac{DT}{D\tau} = \alpha T \frac{Dp}{D\tau} + \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + \eta \Phi + \rho \vec{q} \cdot \vec{v}. \quad (4)$$

Останнє рівняння показує, що матеріальною похідною температури T щодо часу t керує матеріальна похідна тиску P щодо часу τ , поки функція дисипації Φ та

потенційна енергія, а також потік, що проводить високу температуру, перебувають на низькому рівні. Ураховуючи це, ми приблизно вивели рівняння переносу теплової

$$\frac{DT}{D\tau} \approx \frac{\partial T}{\rho c_p} \frac{Dp}{D\tau}. \quad (5)$$

енергії:

Вважається, що рух рідини обов'язково присутній при обробці рідкої речовини тиском. Щоб показати це математично, ми припустили, що щільність збільшується зі збільшенням тиску й зменшується зі збільшенням температури, що обґрунтовано для більшої частини харчових продуктів і подібних речовин в умовах навколишнього середовища. Появу поля бігу в рідині, яка спочатку перебуває в спокої, під час стиснення ми показали за допомогою рівняння балансу маси

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0. \quad (6)$$

Під час фази стиснення щільність збільшується зі збільшенням тиску. Отже, перший член рівняння (11) стає відмінним від нуля. Так як ліва частина повинна дорівнювати нулю, швидкість рідини \vec{v} повинна прийняти ненульові значення. Тому, збільшення тиску підсилює рух рідини. Температурні градієнти відіграють важливу роль у відхиленні поведінки потоку від гідростатичного стану. Цей висновок ми простежили, скориставшись основними рівняннями гідростатики:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0, \quad (7) \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho \vec{q}. \quad (9)$$

У рівняннях x , y і z є декартівськими координатами. Без втрати загального уявлення ми прийняли, що вектор сили ваги вказує в негативному z напрямку. Подальше перетворення рівняння (9) у відношенні й рівняння (3.10) у відношенні дали такий результат:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial y \partial z} = \frac{\partial^2 p}{\partial z \partial y} = -\frac{\partial \rho}{\partial y} \vec{q}. \quad (10)$$

Отже, права частина рівняння (10) і похідна щільності у відношенні y повинна бути постійною й дорівнювати нулю

$$\frac{\partial^2 p}{\partial y \partial z} = \frac{\partial^2 p}{\partial z \partial y} = -\frac{\partial \rho}{\partial y} \vec{q}. \quad (11)$$

Але, ця умова, як випливає з гідростатики, не може зберігатися. Поки щільність є функцією температури, а остання піддається передачі в напрямку, відмінному від напрямку вектора сили ваги, рівняння (11) порушується. Як наслідок, обов'язково повинен з'явитися потік пари зі швидкістю, відмінною від нуля, що приводить до конвективної передачі високої температури й завислих речовин. Для з'ясування впливу параметрів пари, на розподіл температурного поля продукту нами проведено розрахунки при різних температурах гріючої пари. Підвищення температури сприяє інтенсифікації процесу теплопередачі, що призводить до появи різко вираженого перепаду температури між центральними і периферійними областями. Порівняння результатів розрахунку на ЕОМ з експериментальними даними дозволяє зробити висновок про те, що рішення задачі розрахунку температурного поля продукту на ЕОМ дає досить задовільні результати між розрахунковими і експериментальними даними. Перенос молекулярної

(індекс m) і клітинної (індекс z) систем відбувається за допомогою індукованих примусовою й природною конвекцією механізмів. На підставі невеликих діапазонів довжин ($l_m^* \approx 10^{-9}$ м для протейнів і $l_z^* \approx 10^{-6}$ м для мікроорганізмів) вони перебувають у механічній і тепловій рівновазі. Характеристичні внутрішні шкали часу переносу

імпульсу у воду як дисперсійне середовище $\tau_{i,m}^{внутр*} = \frac{l_m^{*2}}{V^*} \approx 10^{-12}$ с і $\tau_{i,z}^{внутр*} = \frac{l_z^{*2}}{V^*} \approx 10^{-6}$ с

дають указівку щодо механічної рівноваги. Аналогічно характеризують внутрішні шкали

часу $\tau_{i,m}^{внутр*} = \frac{l_m^{*2}}{a^*} \approx 10^{-11}$ с і $\tau_{e,z}^{внутр*} = \frac{l_z^{*2}}{a^*} \approx 10^{-5}$ с перенос енергії у воду. Ці оцінки

вимагають подальшого розгляду поблизу меж переходів фаз. Спостерігається зміна стану «час реакції на термогідродинамічний вплив», тому що вони створюють поля швидкостей, поля індукованих тертям нормальних напруг і тангенціальних напруг, а також поля тиску й температури. Наведені вище розміри внутрішніх шкал часу диспергованих молекулярних і клітинних систем значно відрізняються від типової

тривалості процесу $\tau^{проц*}$ обробки. Отже, число Дебори $De = \frac{\tau^{внутр*}}{\tau^{проц*}}$ приймає

нескінченно мале значення. Цей безрозмірний індекс виражає локальну рівновагу, тобто наявність «конгруентного термогідродинамічного стану» безперервної фази й диспергованих молекулярних і клітинних систем у будь-який момент часу в процесі впливу високого тиску при даних просторових координатах, що значно полегшує моделювання, так як дозволяє нам відобразити технологічний вплив на молекулярні й клітинні реакції як загальні скалярні величини Θ^* . У безрозмірному вигляді для відношення $\Theta = \frac{\Theta^*}{\Theta_0^*}$ ми отримали відповідну модель переносу:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\Theta \vec{U}) = \frac{1}{Re_0 Sc_0} \nabla \cdot (D_\Theta \nabla \Theta) + D_{a0} Q_\Theta \quad (12)$$

Ліва сторона рівняння моделі повністю збігається з рівнянням збереження маси. Для молекулярного біокомпонента рівняння (12) виражає індуковані зміни, які пов'язані з дифузією, а також з якісною зміною (активацією або дезактивацією) біокомпонентів. Ефекти дифузії ґрунтуються на існуванні неоднорідних полів скалярної величини Θ . Параметр D_Θ у першому члені правої сторони рівняння (12) даний для константи дифузії молекулярного або клітинного процесу. Величина дифузії залежить, очевидно, від

зворотного значення добутку критерію Рейнольдса Re_0 і критерію Шмідта $Sc_0 = \frac{V_0^*}{D_\Theta^*} ab$.

Критерій Шмідта дає оцінку відношенню дифузійного переносу імпульсу до скаляра Θ . Наступний ефект, пов'язаний з позитивним або негативним "виробництвом" Θ , виражає безрозмірний початковий член $D_{a0} Q_\Theta$. Значення критерію Дамкьоллера D_{a0} встановлює інтенсивність джерела Q_Θ . Він описує відношення між конвекційною шкалою часу й шкалою часу молекулярної реакції. Наприклад, при реакції n -ого порядку з концентрацією $c = \Theta$ інтенсивність джерела $Q_\Theta = -kc^n$ й критерію

Дамкьоллера становить $Da_0 = \frac{L_0^* k_0^* c_0^{*n-1}}{u_0^*}$.

Одна з основних ідей рівняння (12) полягає в тому, що молекули – якщо переважають необхідні значення термодинамічної змінної тиску й температури –

реагують відповідним чином. Отже, клітинні реакції можна моделювати аналогічно [4]. Індуковане тиском придушення життєдіяльності мікроорганізмів як скалярна величина залежить від інтенсивності джерела пригнічення життєдіяльності (наприклад, величина тиску в сполученні з барочутливістю відповідних мікроорганізмів), дифузійного переносу знижених мікроорганізмів на основі чистого броунівського руху й конвекційного переносу на основі примусової й природної конвекції в мікробіологічній суспензії.

Якщо своєю метою ставити конкретні результати технологічного впливу як, наприклад, інактивація клітинних і молекулярних систем, але становить значну складність не тільки для масштабування, але й для будь-якого спрощення моделювання й імітації. Дотепер використання повного рівняння переносу було відсутнє для скалярних величин. Напроти, відомі численні спрощення, наприклад, застосовувані для

опису тимчасової залежності молекулярних і клітинних реакцій.
$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = D_{a0} Q_{\Theta} \quad (13)$$

Модель (12) є найчастіше використовуваний математичний вираз [3]. Для спрощення рівняння (12) ми ввели член $\nabla \cdot (\Theta \vec{U})$, яким можна врахувати ефект конвекційного переносу Θ через завжди присутнє в рідкому стисненому продукті поле

швидкості
$$\vec{U} : \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\Theta \vec{U}) = +D_{a0} Q_{\Theta} \quad (14)$$

Викликані під час впливу ВТ поля температури й течії значно впливають на перетворення будь-якого цільового компонента оброблюваного продукту. Так, автори [2] показали, що ці поля дійсно значно впливають на інактивацію мікроорганізмів (*Escherichia coli*) і ферментів (*Bacillus subtilis*–амілаза) в упакованих харчових продуктах.

Висновки. 1. Кінетика біохімічних реакцій залежить від теплової, хімічної й механічної чутливості оброблюваного продукту, від тиску, температури й хімічного потенціалу. 2. Одним з ефективних способів інтенсифікації процесу теплообміну є контактний нагрів продукту за допомогою подачі пари, що здійснює технологічний вплив на оброблювану продукцію.

Література

1. Вороненко Б.А. Математическое описание процессов тепло- и массопереноса в колбасных изделиях при их тепловой обработке / Б.А. Вороненко, В.В. Застосовання регульованих газових середовищ для підвищення стійкості м'яса / Н.В. Букалова, В.П. Лясота, Т.М. Приліпко // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні тенденції ветеринарної освіти та науки», присвяченої 100-річчю факультету ветеринарної медицини (09 жовтня 2019 року НУБіП України). Київ, 2019. С. 37.
2. І.П. Паламарчук, Ю.А. Полєвода, В.М. Куций. Математичне моделювання процесу тепломасообміну за умов пароконтактної стерилізації продукції у циліндричній тарі. Техніка, енергетика, транспорт АПК, ВНАУ – 2017. – С. 64–70.
3. Г.М. Калетнік, В.П. Янович. Перспективи розвитку вібраційних машин для первинної обробки сільськогосподарської сировини. ВНАУ. – 2017. – 296 с.

УДК 619:614.31:637.56

Т.М. Приліпко¹, д-р. с.-г. наук, проф., Н.В. Букалова², канд. .вет. наук, доц.,
Л.М. Богатко², канд. вет. наук, доц., Лясота² В.П., д-р. вет. наук, проф.

¹Подільський державний аграрно-технічний університет

²Білоцерківський національний аграрний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

T. Prylipko, Dr., Prof., L. Bogatko, Ph.D., Assoc. Prof., N. Bukalova, Ph.D., Assoc. Prof.,
V. Lyasota, Dr., Prof.

MODELING THE QUALITY OF RAW MILK

Актуальність. Дотримання українськими виробниками міжнародних вимог до якості продукції та управління якістю молочних продуктів дозволить їм стати рівноправними партнерами в світовому товарообігу. Розвиток ринку молока та продуктів його переробки вимагає від усіх учасників посилення уваги до питань якості та безпеки продукції, а від органів державного нагляду – удосконалення системи регулювання [3, 6, 7].

Зі зміною виробництва молока із суспільного сектора в приватний погіршилась його якість і зменшилась кількість. Потреба в стабільних поставках високоякісного молока стимулює переробників до встановлення довгострокових зв'язків з виробниками молочної сировини через надання їм вигідних кредитів, оренду устаткування, навчання персоналу [1,2, 4].

Матеріал і методи дослідження. Метою роботи є поглиблення теоретичних засад управління якістю молочної продукції та розробка практичних заходів і способів їх реалізації в усьому харчовому ланцюгу «виробництво – переробка – реалізація – споживання». Теоретичним та методичним підґрунтям проведених досліджень стали основи, наукові праці провідних вітчизняних і зарубіжних вчених, методологія та загальносистемні принципи проведення комплексних наукових досліджень.

Результати досліджень. З'ясовано, що визначальними елементами управління якістю, які найбільш істотно впливають на постачання на ринок конкурентоспроможної української продукції, є: стандартизація і сертифікація сировини та виробів, внутрішніх систем якості; державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення; дотримання принципів *НАССР*, внутрішньо-виробничий технічний контроль якості.

З'ясовано, що управління якістю є динамічним і багатоаспектним процесом, а сучасні системи управління якістю є важливим засобом конкурентного змагання: дають можливість оптимізувати ресурсний потенціал, сприяють формуванню портфеля замовлень та залученню інвестицій. Збереження загальних обсягів виробництва молока відбувається за рахунок зростання продуктивності корів при одночасному скороченні поголів'я у всіх категоріях господарств. В останні роки відбулися помітні структурні зрушення в сфері виробництва молока – питома вага приватного сектора зросла до 81% [5, 6]. Проблемою є якість молочної сировини. З молока низького гатунку неможливо виробляти широкий асортимент продукції, особливо, молочні продукти для дітей. В нашій державі вимоги до якості сирого молока не такі жорсткі як в ЄС і допускають перевищення європейських показників у декілька разів. Допустимий вміст бактерій у

вітчизняному молоці значно перевищує міжнародні нормативи і робить його непридатним для виробництва продукції, конкурентоспроможної в світі. З розширенням Євросоюзу на Схід, нашим виробникам вийти на зовнішній ринок через чітко сформовану систему захисту внутрішнього ринку країн-сусідів України за рахунок сертифікації продукції та стандартів екологічної якості буде неможливо. Дослідження показало, що із загального обсягу сировини, яка надійшла на промислову переробку, майже 70% – молоко другого гатунку, яке отримане з приватних господарств, де утримуються 1–2 корови. Норми доїння та зберігання, які передбачають охолодження сировини до 4° С, там не витримуються. Тому воно закуповується або другим гатунком, або як негатурне і потребує додаткових затрат на очищення, пастеризацію, що позначається на вартості готової продукції. Молоко, яке виробляється сільськогосподарськими підприємствами, має значно вищу якість.

Установлено, що упродовж останніх років внаслідок дефіциту молочної сировини ціни на неї постійно зростали, як і різниця в ціні на молоко, вироблене в сільськогосподарських підприємствах і молоко з господарств населення, яка обумовлена різною якістю зданої продукції. Установлено, що розширення ринків збуту у вітчизняному та світовому економічному просторі, підвищення авторитету підприємств та іміджу України вимагають прискорення процесу гармонізації національного законодавства відповідно до європейських та світових вимог.

Дослідження свідчать, що в Україні спостерігається парадоксальна ситуація, коли в умовах скорочення виробництва молока як сировини, молочна промисловість швидко нарощує обсяги випуску майже всіх видів молочної продукції. Упродовж останніх років за темпами розвитку галузь посіла третє місце серед підприємств харчової промисловості, не зважаючи на те, що підприємства лише на третину забезпечені сучасним устаткуванням і новою технікою.

Аналіз ринку дозволяє стверджувати, що товарна номенклатура вітчизняної молочної продукції наближається до європейських показників. З'явилося багато брендів, виробники розвивають високотехнологічні виробництва, вводять нові види продуктів. Але однією із нагальних проблем залишається управління якістю на переробних підприємствах – менше третини з них мають сертифіковані системи управління якістю. Процес гальмується консервативними методами управління, а також високою вартістю процедури. Часто сертифікація носить декларативний характер. Тому необхідно забезпечити лідерство керівництва у політиці якості на підприємстві, відповідальність кожного працівника за виготовлену продукцію, оптимізувати весь ресурсний потенціал з метою підвищення конкурентоспроможності продукції та максимального задоволення споживачів.

Визначені основні напрями підвищення якості продукції через активізацію узгодження вітчизняних стандартів з міжнародними вимогами до якості та безпеки продуктів, оптимізацію сировинних зон з метою забезпечення раціональних пропорцій між обсягами виробництва сировини і потужностями вітчизняних молокопереробних підприємств та екологізацію виробництва. Встановлено, що в ході реформування АПК економічні зв'язки між постачальниками і переробниками молочної сировини розірвались, що призвело до незабезпеченості переробної промисловості якісною сировиною, відсутності економічної зацікавленості партнерів по агробізнесу, низьких

закупівельних цін на сільськогосподарську продукцію. Через нестачу сировини, важкий фінансовий та технологічний стан більшість переробних підприємств не можуть здійснювати комплексну переробку молока, випускати широкий асортимент високоякісної, безпечної та конкурентоспроможної продукції.

На основі застосування методів лінійного програмування розроблено методичні підходи щодо оптимізації сировинних зон молокопереробних заводів з урахуванням фінансового забезпечення, продуктивності корів та кон'юнктури ринку, яка дає можливість формувати стратегію розвитку молоко-продуктового підкомплексу і підвищувати якість первинної сировини та продуктів її переробки.

Розглянута базова економіко-математична модель Браславця – Кравченка була доповнена такими рівняннями (формули (1) і (2)):- умова щодо забезпечення потужностей переробного підприємства сировиною (молоком):

$$Z_k b_k \geq Q_t, \quad (1)$$

де Z_k – шукане поголів'я корів з k – ою продуктивністю;

b_k – добовий удій молока від корови з k – ою продуктивністю;

Q_t – добова потужність молокозаводу в t – й період.

Цільова функція дає можливість мінімізувати площі під кормовими культурами для повноцінної годівлі корів:

$$\sum x_{jr} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де x_{jr} – шукана площа j -ї кормової культури в r -му об'єкті.

За ведення крупно-товарного виробництва економіко-математичне моделювання дає можливість визначити оптимальні площі під кормовими культурами та періоди їх використання. Раціональне кормо-виробництво дозволяє знизити собівартість молока, ефективно використовувати сільськогосподарські угіддя з метою забезпечення молокозаводів високоякісною сировиною відповідно до їх потужностей та з урахуванням продуктивності корів (рис. 1).

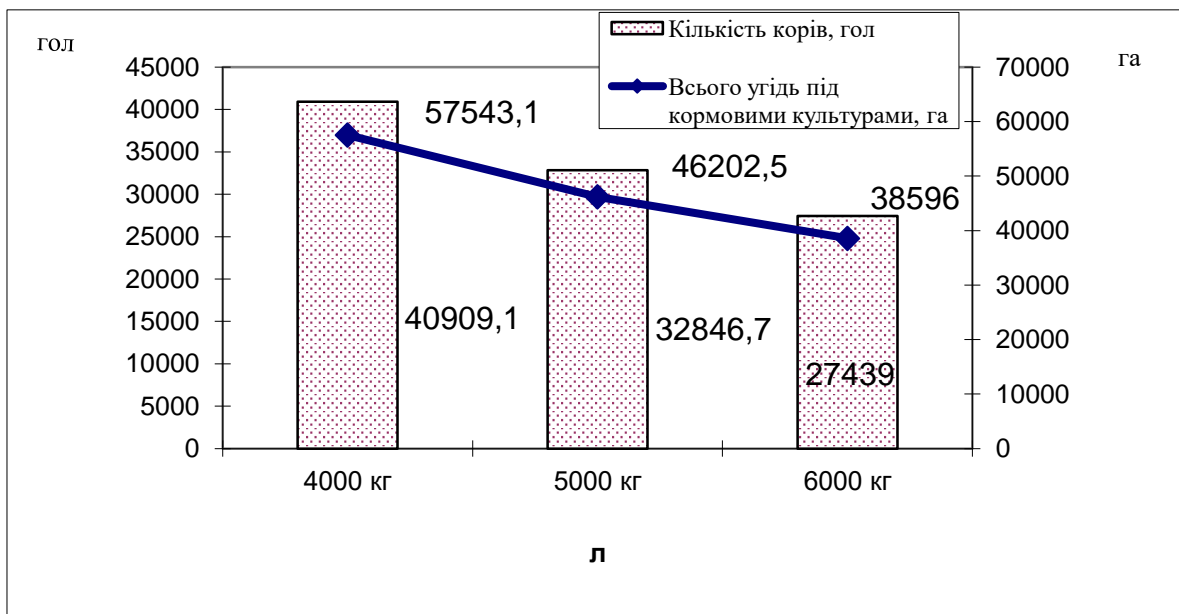


Рис. 1. Формування сировинної зони для молокозаводу з потужністю 450 тонн на добу

Якість і безпека харчових продуктів упродовж всього „життєвого циклу” (виробництво – переробка – реалізація – споживання) має відповідати встановленим органолептичним, технологічним, санітарно-гігієнічним і токсикологічним вимогам. Першочергового значення набувають заходи, які гарантують безпечність продуктів для життя і здоров’я населення. Вони повинні базуватися на безумовному виконанні виробниками вимог чинних санітарних норм і правил та технологічному контролі процесу виробництва.

Висновок. Узагальнюючи результати досліджень, можна зробити висновок, що в сучасних умовах господарювання молокопереробні підприємства за рахунок оптимізації своїх сировинних зон, систематичного контролю за якісними параметрами продукції та дотримання технології виробництва можуть забезпечити високу якість вітчизняної молочної продукції і зробити її конкурентоспроможною на світовому ринку.

Література

1. Приліпко Т.М. Показники безпеки тваринницької продукції / Т.М. Приліпко // Продовольча індустрія АПК. – 2012. – № 2. – С.33–35.
2. Букалова Н.В. Санітарно-гігієнічний та бактеріологічний контроль виробництва незбираного коров’ячого молока на фермі / Н.В. Букалова // Науковий вісник ветеринарної медицини: Зб. наук. праць. – Біла Церква, 2013. – Випуск 11 (101). – С.25–28.
3. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України / В редакції Закону № 1602-VII від 22.07.2014, ВВР, 2014, № 41-42, ст.2024, зі змінами, внесеними згідно із Законами № 67-VIII від 28.12.2014, ВВР, 2015, № 4, ст.19 № 867-VIII від 08.12.2015, ВВР, 2016, № 4, ст.40.
4. Богатко Н.М. Ветеринарно-санітарні вимоги до якості та безпеки молока коров’ячого відповідно до міжнародних вимог / Н.М. Богатко, О.Ю. Голуб, Н.В. Букалова, О.М. Джміль // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету: Ветеринарні науки. – Луганськ, 2011. – Випуск 24. – С. 9–13.
5. Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини: Державні санітарні норми та правила від 29.12.2012, № 1140, зі змінами № 576 від 18.08.2014.
6. Приліпко Т.М., Букалова Н.В. Control of quality of raw material for the production of dairies after the norms of EC Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects» (Latvijas Republika, Rīga, 01–02 September 2016). – Rīga: Latvijas Studentu apvienība, 2016. – P. 85–87.
7. Приліпко Т.М., Task and priorities of public policy of Ukraine in industries of safety of foodstuffs and international normatively-legal bases of safety of food products Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects» (Latvijas Republika, Rīga, 01–02 September 2016). – Rīga: Latvijas Studentu apvienība, 2016. – P. 139–142

УДК 004.942:519.876.5

Л. Романюк, канд. техн. наук, доц., І. Чихіра, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОД DUBINS ДЛЯ АЕРОДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ГРУПИ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

L. Romaniuk, Ph.D., Assoc. Prof., I. Chykhira, Ph.D., Assoc. Prof.
DUBINS METHOD FOR AERODYNAMIC MODELS OF UAVES GROUP

На сьогодні, при плануванні траєкторії польоту актуальними є три види шляхів: Dubins – шлях з дугами постійної кривизни; клотоїда – шляхи, які схожі з Dubins шляхами, але з дугами змінної кривизни; Піфагора – годограф (PH) шляху. Кожен з них володіє низкою переваг та недоліків однак у моделюванні шляху БПЛА застосування їх є необхідною умовою.

З точки зору планування траєкторії, початок у плануванні шляху залишається аналогічним початковому, тобто, параметри однакові у початковій та кінцевій точках. Фактично є три просторові координати (x, y, z) та три кутові орієнтації, (крену, тангажу, нишпорення).

Дослідження проведене на прикладі двох методів:

- I) траєкторія Dubins;
- II) просторова теорема Піфагора щодо годографа (далі – PH).

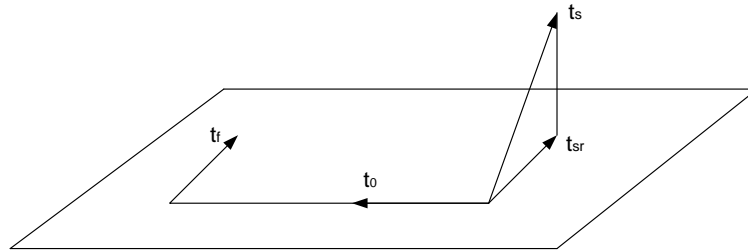


Рисунок 1 – Тривимірні умови маневру Dubins [9]

Один з варіантів методу «відрізок – дуга» – це метод Dubins. Цей метод згладжування полягає в заміні прилеглих до кута ламаної частин відрізків дуги кола. Відзначимо, що, хоча шлях по методу Dubins згладжується, кривизна цього шляху є розривною, розриви виникають в точках з'єднання відрізків і дуг кіл.

Тривимірний шлях польоту $r(q)$ можна отримати за допомогою розв'язку наступного рівняння:

$$P_s(x_s, y_s, z_s, \theta_s, \psi_s) \frac{r(q)}{P_f(x_f, y_f, z_f, \theta_f, \psi_f)} \quad (1)$$

$$|k(t)| < k_{\max}, \quad |\tau(t)| < \tau_{\max} \quad (2)$$

де $\tau(t)$ – кривизна; $k(t)$ – кручення траєкторії; $r(q)$ – шлях польоту; $x_s, y_s, z_s, x_f, y_f, z_f$ – координати початку та кінця шляху відповідно; $\theta_s, \psi_s, \theta_f, \psi_f$ – кути повороту початку та кінця шляху відповідно.

Одна з класичних траєкторій, що використовується для маневру безпілотної літального апарату від однієї висоти до іншої є перетин круглої спіралі, яка проектується на площину $X - Y$ у вигляді кола. Траєкторію можна представити як намотування на поверхню вертикального циліндра. Важливою властивістю цієї кривої є те, що і кривизна

і кручення постійні, що у сукупності дає радіус циліндра і виток спіралі. У порівнянні з РН, довжина траєкторії спіралі буде більше, ніж будь-яка інша та більш точна за формою траєкторії.

Рисунок 1 показує, що два дотичні вектори знаходяться в різних площинах, а початок дотичного вектора t_s не лежить в площині, яка визначається двома векторами t_f та t_0 .

Для отримання траєкторії польоту, необхідно визначити початковий маневр дуги, що торкається дотичного вектору t_s в площині, щоб отримати t_{sr} . Це буде гарантувати, що цей вектор знаходиться в одній площині з t_f та t_0 . Траєкторію Dubins можна обчислити за допомогою повернутого вектора t_{sr} в якості нового вектора початку дотичної. Нормальний вектор n_{sr} може бути визначений як норма до дотичного вектора, а також такий, що лежить в площині, яка визначається t_f та t_0 . Бінормаль вектора b_{sr} складає праву трійку.

Початкова траєкторія буде складатися з комбінованої кривизни траєкторії щодо вектору бінормалі, з подальшим креном, щоб вибудувати нормальні та бінормалі вектори, для формування остаточної траєкторії Dubins. Тому траєкторія Dubins складається з однієї площини кола траєкторії з визначенням кривизни k_s , з нормального запуску траєкторії кола з визначенням кривизни k_s та прямолінійної траєкторії i , нарешті, закінчення траєкторії кола з визначенням кривизни k_f .

Література

1. Методика побудови інтелектуальної системи автоматичного керування безпілотним літальним апаратом / Р.О. Беляков, Г.Д. Радзівілов, О.Д. Фесенко, В.В. Васильченко, О.Г. Цатурян, А.В. Шишацький, В.П. Романенко // [Текст]: Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2019. – № 1. – С. 218–229.
2. Бондарев Д.І. Моделі групових польотів безпілотних літальних апаратів з використанням теорії графів / Д.І. Бондарев, Д.П. Кучеров, Т.Ф. Шмельова // [Текст]: Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України. – 2015. – Вип. 3(20). – С. 68–75.
3. Романюк Л., Чихіра І. Аеродинамічна модель групи безпілотних літальних апаратів у просторі з перешкодами // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк, 2020. – Вип. 38. – С. 59–66. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2020-38-10>.
4. Mu C. Neural-network-based adaptive guaranteed cost control of nonlinear dynamical systems with matched uncertainties / C. Mu, D. Wang // Neurocomputing. – 2017. – Vol. 245. – P. 46–54.
5. Lin Z. Relative ordering learning in spiking neural network for pattern recognition / Z. Lin, D. Ma, J. Meng, L. Chen // Neurocomputing. – 2018. – vol. 275. – P. 94–106.
6. Yu J. Machine learning and signal processing for big multimedia analysis / J. Yu, J. Sang, X. Gao // Neurocomputing. – 2017. – Vol. 257. – P. 1–4.
7. Online adaptive optimal control for continuous-time nonlinear systems with completely unknown dynamics / [Y. Lv, J. Na, Q. Yang et al.] // International Journal of Control. – 2016. – Vol. 89. – P. 99–112.
8. Automatically Designing CNN Architectures Using Genetic Algorithm for Image Classification / [Y. Sun, B. Xue, M. Zhang, G. G. Yen] // Cornell University Libreri. – Electronic data. – 2018. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1808.03818>
9. Вибір оптимальної траєкторії польоту повітряного судна [Електронний ресурс] / В. С. Паламарчук, О. В. Полюхович, О. Є. Луппо // Вимірювальна та Обчислювальна Техніка в Технологічних Процесах, 2015. – № 4'(53). – С. 180–185.

УДК 539.3

С.І. Федак, канд. техн. наук, доц., О.П. Ясній, д-р. техн. наук, проф., І.С. Дідич
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ ІНІЦІАЦІЇ ПЕРЕРИВЧАСТОЇ ТЕКУЧОСТІ СПЛАВУ АМГ6

S. Fedak, Ph.D., Assoc. Prof., O. Yasniy, Dr., Prof., I. Didych
DETERMINING INITIATION STRESS OF DISCONTINUOUS
AL6MG ALLOY YIELD

Деформування розтягом сплаву АМг6 в умовах м'якого типу навантаження супроводжується переривчастою текучістю, котру реєструють графічно у вигляді "сходинок" на діаграмі деформування за напруження σ_p . Для опису ділянки переривчастої деформації запропоновано механіко-структурну модель, котра описує стрибкоподібні прирости деформації при одновісному розтязі [1]. Одним з параметрів цієї моделі є напруження σ_p , при яких відбуваються миттєві прирости деформації. Для їх визначення проаналізовано експериментальні дані для двох груп зразків з цього матеріалу, що відрізнялись механічними характеристиками у стані поставки. Зразки деформували за однакових умов.

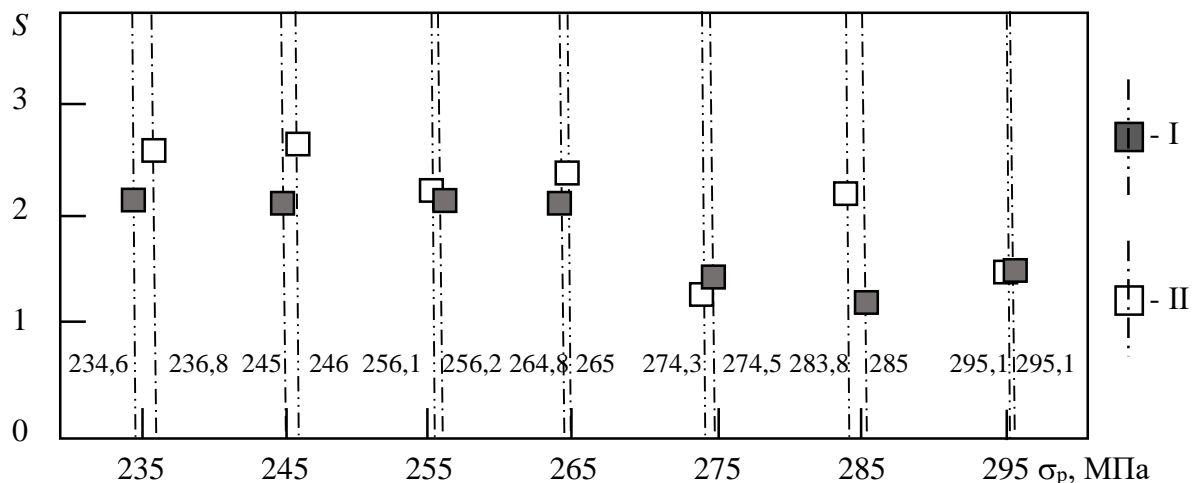


Рис. 1. Залежність середнього квадратичного відхилення S від середніх значень напруження ініціації переривчастої текучості σ_p для I та II груп зразків

Процес ініціації переривчастої текучості має випадковий характер. Тому проведено статистичний аналіз результатів досліджень за параметром σ_p . Середні значення випадкових величин для зразків становили 234,6-234,8 МПа, 245-246 МПа, 256,1-256,2 МПа, 264,8-265 МПа, 274,3-274,5 МПа, 283,8-285 МПа, 295,1-295,17 МПа. Визначеними даними можна скористатися в методиці прогнозування стрибкоподібної деформації. Проаналізовано також стандартні відхилення за досліджуваних напружень переривчастої текучості. Виявлено, що зі збільшенням рівня напружень значення середнього квадратичного відхилення S зменшується для досліджуваних груп зразків.

Література

1. Федак С. Стрибкоподібна деформація сплаву АМг6 при повзучості // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2003. – Т. 8, ч. 2. – С. 16–23.

Секція: КОМПЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

Голови: д-р. техн. наук, проф. Б.І. Явоський, д-р. техн. наук, проф. М.В. Приймак,
д-р. техн. наук, проф. М.І. Паламар, д-р. техн. наук, проф. С.А. Лупенко

Вчений секретар: канд.техн. наук Р.З. Золотий

УДК 004.4

В.П. Бугай

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

V. Buhai

PRINCIPLES OF METHOD ELABORATION FOR SOFTWARE SYSTEMS ARCHITECTURE QUALITY ASSESSMENT

Для забезпечення якості при проектуванні програмних систем (ПС) важливим є процес управління якістю на стадіях життєвого циклу.

Одним з перших етапів в процесі проектування ПС є розробка архітектури. На сьогодні найпоширенішим способом для цього є використання патернів (шаблонів) проектування. В результаті матимемо декілька архітектур, серед яких потрібно вибрати оптимальний. Вибір здійснюється на основі критеріїв якості. Тому виникає задача вибору критеріїв, на основі яких можна буде оцінити якість архітектури.

Оцінювання якості архітектури – специфічний процес, оскільки це лише початкова стадія реалізації проекту і результатом її завершення буде лише концепція структурної побудови ПС. Спробуємо вибрати показники якості архітектури, проаналізувавши основні праці на цю тематику та узагальнивши їх. Далі, отримавши цей перелік, можна буде за допомогою методу QFD визначити, яким саме чином показники якості у використанні корелюють з показниками якості архітектури.

Почнемо з аналізу роботи Дж. Гарланда та Р. Ентоні. Тут для оцінки якості архітектури пропонується використовувати наступний перелік характеристик, підхарактеристик та атрибутів [0]: культурна сумісність, безпека в розумінні запобігання несанкціонованому доступу, цілісність даних, характеристики супроводжуваності, тестованість, зручність використання та ряд показників системи в процесі її роботи, характеристики процесів взаємодії з користувачем та безпека з розумінні співіснування з середовищем виконання.

Виконаємо аналогічний аналіз показників якості архітектури, які пропонуються корпорацією Microsoft [0]. Тут всі показники якості розбиті на чотири групи, при чому йдеться не про якість архітектури, а про якість архітектури та дизайну програмної системи. Спочатку перерахуємо всі характеристики і підхарактеристики якості системи згідно [1] по групах. Тут виділяються показники якості дизайну (концептуальна цілісність, зручність та простота обслуговування, можливість повторного використання), якість часу виконання (доступність, можливість взаємодії, керованість, продуктивність, масштабованість, безпека), якість системи(забезпечення технічною підтримкою, тестованість) та якість взаємодії з користувачем як характеристика зручності та простоти використання.

Для корпорації Microsoft можна відмітити, що в різних контекстах використовуються різні показники якості архітектури. Але можна зустріти зовсім інший перелік характеристик якості архітектури у [0]. Також в контексті оцінювання архітектури в [0] використовується стандарт якості ISO/IEC-9126 [0].

Звичайно, можна скористатись також іншими роботами, які стосуються розробки та оцінювання якості архітектури програмного забезпечення. Тут можна навести приклад роботи Л. Басса [0], де автор пропонує виконувати оцінювання архітектури на основі сценаріїв. Аналогічні підходи згадані і в [0]. Е. Брауде відображає свій підхід в роботі [0] до даної проблеми, де він оперує поняттями зчеплення та зв'язності, рядом комерційних характеристик, а також поняттям концептуальної цілісності архітектури. Саме це поняття якості архітектури (концептуальна цілісність) дуже часто згадується, коли мова йде про архітектуру програмних систем. Зокрема, колективом авторів в роботі [0] наголошується, що забезпечення концептуальної цілісності здійснюється через використання патернів (зразків) проектування.

Така велика кількість підходів до оцінювання якості приводить нас до висновку, що є потреба використання єдиного підходу до оцінювання якості архітектури на основі стандартів. Для цього можна скористатись як вже згаданим стандартом ISO/IEC-9126 [0], так і новим ISO/IEC-25010 [0]. Мова йде про формулювання вимог якості до архітектури в термінах згаданих стандартів. Зрозуміло, що не всі характеристики якості, взяті зі стандартів, мають безпосереднє відношення до архітектури. З іншого боку під час аналізу методик оцінювання архітектури зустрічаються спільні показники в різних джерелах, але вони відсутні у стандарті. Тому загальний перелік характеристик якості міститиме тільки ті з них, що стосуються архітектури, а відправним пунктом для оцінювання її якості є специфікація вимог користувача до проектованої ПС.

Отже, першим кроком виберемо з усіх запропонованих показників якості архітектури спільні для різних джерел та виразимо їх по можливості в термінах стандарту [0], а потім з використанням методу QFD спроекуємо вимоги користувача до ПС, сформульованих згідно стандарту [0], на отримані перед цим атрибути якості і, застосувавши порогове значення коефіцієнту "важливості" атрибутів, залишимо тільки ті, що мають найвагоміший вплив на якість архітектури.

Література

1. Руководство Microsoft по проектированию архитектуры приложений, 2-е издание. Microsoft. – 2009. – 527 с.
2. Jeff Garland, Richard Anthony. Large-Scale Software Architecture: A Practical Guide using UML. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA © 2002.
3. Bass, Len. Software architecture in practice / Len Bass, Paul Clements, Rick Kazman – 2nd ed.
4. Брауде Э. Технология разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2004. – 655 с.: ил.
5. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования : [пер. с англ.] / Э. Гамма [и др.]. – СПб. [и др.] : Питер., 2010. – 366 с.
6. Gabriel Morgan. Implementing System-Quality Attributes. url: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb402962.aspx]
7. Hui Zhu. Quality-Attribute Auditing: The What, Why, and How. url: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb508961.aspx]
8. ISO/IEC 9126. (1-4) Software Engineering-Product Quality. 2001-2004
9. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models.

УДК 004.4

В.П. Бугай, І.О. Боднарчук, канд. техн.наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОЦІНЮВАННЯ ПРОГРАМНОЇ АРХІТЕКТУРИ ПРИ ГНУЧКИХ МЕТОДАХ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

V. Buhai, O. Bodnarchuk, Ph.D., Assoc. Prof.

SOFTWARE SYSTEMS ARCHITECTURE ASSESSMENT FOR AGILE TECHNIQUE OF DEVELOPMENT

У зв'язку з широким впровадженням гнучких методів проектування програмних систем (Agile Software Development, ASD), стали достатньо актуальними проблеми забезпечення їх якості. Особливістю цих методів є те, що проект ділиться на завдання (спринти), в кожному з яких реалізується частина функціоналу і вони розробляються окремо, від формулювання вимог до розгортання. Причому, вимоги до програмної системи (ПС) можуть змінюватись як в процесі розробки, так і після розгортання, що потребує внесення змін в розроблювану компоненту. Дослідження і врахування впливу цих змін на якість ПС досить складне завдання і, як правило, воно не виконується в ASD. Використання технології TDD та рефакторинг дозволяють лише виявити помилки та дефекти, виправляти їх, а не контролювати якість [1].

Основними перевагами гнучких методів є те що вони пристосовані до врахування постійної зміни вимог, які аналізуються і уточнюються на початку кожної ітерації. За рахунок цього, а також проведенням неперервного тестування і інтеграції, зменшуються ризики проекту, збільшується його ефективність [1], [2].

Однак, гнучкі методи мають і ряд недоліків, з яких слід відмітити такі:

- оскільки вимоги в гнучких методах є «полегшеними» і керованими локально в межах кожної ітерації, можуть з'явитися проблеми з їх стабілізації та узгодження при інтеграції;

- можливі також проблеми з необхідністю створення "гнучкої" архітектури, яку потрібно постійно корегувати для врахування зміни вимог.

В традиційних методах проектування задача забезпечення якості ПС вирішується проведенням архітектурного проектування на початкових етапах розробки ПС. На етапі аналізу вимог до ПС формулюються вимоги до архітектури. Далі будуються варіанти архітектур. На останньому етапі проводиться оцінювання варіантів архітектур по множині критеріїв якості та вибір кращої з них, яка реалізується на наступних етапах проектування ПС. Одним з підходів до забезпечення якості ПС, розроблюваних в ASD, є поєднання гнучких та архітектурно орієнтованих методів проектування. З цього приводу є як позитивні оцінки, так і негативні [3], [4].

Для оцінювання такої можливості були проведені дослідження по застосуванню архітектурних технік в ASD командами розробників, які використовують SCRUM [2]. Результати показали, що команди розробників використовують в основному чотири принципи архітектурного проектування. Це big-up-front design, sprint zero, in sprints, separate architecture team. В практиці big-up-front design аналіз, синтез і оцінювання виконуються архітекторами до виконання спринтів, а не командою розробників. У практиці sprint zero проектування архітектури виконується у першому спринті командою розробників. Архітектура в подальшому реорганізується у межах спринтів. Оцінювання тут як правило не проводиться, тому що внесення необхідних змін в готовий продукт вимагає великих затрат. Застосування цієї практики можливе лише висококваліфікованою і досвідченою командою.

В separate architecture team підході існує окрема команда, яка розробляє архітектуру. В команду можуть входити представники різних команд розробників, в тому числі і архітектор. Архітектурна оцінка проводиться командою при випуску нової версії.

Як виходить з наведеного аналізу, елементи архітектурного проектування певним чином використовуються а ASD. Однак, для більш ефективного його застосування, з метою забезпечення якості, необхідно підвищити роль архітектора в ASD. Також потребують певної модифікації і архітектурні практики, для впровадження їх в ASD. Для цього в [4] пропонується проектувати архітектуру адаптованою до змін для полегшення внесення в неї цих змін у випадку уточнення вимог.

Поєднанню процесів архітектурного проектування з процесами гнучкої розробки присвячені також роботи [5], [6]. В них виділяються два етапи розробки, на першому з яких виконується архітектурне проектування і вибір базової архітектури, а на другому – реалізується процедура "гнучкої" зміни архітектури. Для забезпечення змінюваності архітектури пропонується на етапі архітектурного аналізу виявляти "точки змін" та будувати "профілі змін" на основі відповідей всіх, причетних до розробки ПС, на запитання контрольного списку. Але внесення змін в архітектуру в ASD і оцінювання відповідності її якості вимогам відбуваються шляхом аналізу відповідей експертів на запитання "контрольного списку", що є досить суб'єктивним і не точним. Також в них відсутня математична формалізація процесів оптимізації вибору архітектури та оперативного коригування критеріїв якості зміненої архітектури.

В даній роботі пропонується для поєднання архітектурного проектування і гнучких методів розробки контролювати якість зміненої архітектури обчисленням цільової функції, побудованої методом групового урахування аргументів (МГУА). Це дозволить оперативно отримати оцінки якості і прийняти рішення про продовження процедури ASD, або перехід на процедуру перепроєктування архітектури. Оцінювання та вибір архітектури з множини альтернатив на першому етапі виконується методом аналізу ієрархій (MAI), який менш трудомісткий порівняно з сценарними методами, добре формалізований і дозволяє автоматизувати процедури оцінювання.

Література

1. Ioannis Stamelos, Panagiotis Stetsos editors / Agile Software Development Quality Assurance./ Information Science Reference, USA – 2007, – 257 p.
2. Мое, N.B., Dingsøyr, T., and Dybå, T., A teamwork model for understanding an agile team: A case study of a Scrum project, Information and Software Technology 52 (2010).
3. Abrahamsson P., Babar A.M., Krutchen P. Agile and Architecture- can the co- exist? IEEE Software 2010, 27(2): p. 16–22.
4. Mistrik I., Tang A., Bahsoon R. Software Architecture practices in Agile enterprise. Hershey: IGI Global, 2012. P. 230–49.
5. Babar A.M., Brown A., Mistrik I. Agile Software Architecture: aligning agile process and Software Architecture. Morgan Kaufman Elsevier Inc. 2014: – 410 p.
6. J. Coplien, G. Bjarving. Lean Architecture: for agile software development. // J Willey and Sons ltd. U.K., 2010, – 351 p.

УДК 004

О.В. Головацька, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ

O. Golovatska, I. Lytvynenko, Dr., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN UKRAINE

Ми живемо в часи швидкого розвитку технологій. Цей період характеризується створенням та широким застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій. Те, що недавно вважалось фантастикою і описувалося лише в книжках, тепер завдяки науково-технічного прогресу, стало реальністю. Зараз практично неможливо знайти таку сферу людської діяльності, де не використовуються інформаційні технології. Фахівці вже давно говорять про те, що розпочалося сторіччя інформатизації. В значній мірі саме ступінь розвитку комп'ютерних інформаційних технологій, визначає рівень розвитку тієї чи іншої держави сьогодні. Тому в останні роки в нашій країні приділяють особливу увагу питанням інформатизації, діджиталізації суспільства.

Дана доповідь присвячена аналізу стану розвитку інформаційних технологій в Україні.

Індустрія інформаційних технологій в Україні набирає все більших обертів. Щороку в нашій країні освоюється понад сто технологічних процесів. Серед них є багато справді нових, які мають високу ефективність. Розвиток комп'ютерних технологій в Україні є одним із пріоритетів держави. Експорт з комп'ютерних інформаційних технологій стає одним із головних джерел надходжень до бюджету країни і піднімає Україну у світових рейтингах. Технології, основним компонентом яких є комп'ютер проникли практично в усі сфери людської діяльності нашої держави. Глобальне поширення цих технологій відкрило для нас нові можливості. Не можливо оцінити важливість застосування комп'ютерних технологій у сфері освіти, науки та медицини. Для сучасної людини комп'ютер є засобом спілкування, він допомагає само-реалізуватися людям з обмеженими можливостями. Сучасні технології досягли успіху в електроніці, філософії, математиці та економіці України. Великий вплив інформаційних технологій чинить на розвиток соціальних мереж, які є незамінним інструментом сучасного маркетингу.

Отже, сучасне суспільство не можливо уявити без комп'ютерних інформаційних технологій. Тому для розвитку сучасного інформаційного суспільства України архіважливим є розробка ефективних комп'ютерних інформаційних технологій чи імпортування їх із інших високо розвинутих країн. Для нашої держави важливо тримати вектор який сьогодні вона має, щодо участі в міжнародних проектах і впровадженнях в життя цих концепцій. Вибір правильних пріоритетів та ефективної стратегії дій щодо входження в інформаційне суспільство нових технологій є пріоритетним напрямком розвитку держави. В майбутньому нас чекає щось грандіозне, якщо звісно темпи розвитку комп'ютерних інформаційних технологій не спиняться, то це відбудеться дуже скоро.

Література

1. Отрут, Г. Б. Інформація й суспільство [Текст] / Г. Б. Отрут // Навколо світу. 2004. № 2. С. 23–26.

УДК 004.056.55

**М.П. Карпінський¹, д-р. техн. наук, проф., Я.І. Кінах², канд. техн. наук, доц.,
У.О. Яциковська¹, канд. техн. наук, Р.І. Паславський³, канд. техн. наук, доц.,
Т.І. Кужда², канд. екон. наук, доц., І. В. Бойко², канд. фіз.-мат. наук, доц.**

¹Академія технічно-гуманістична, Польща

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

³Львівський національний аграрний університет, Україна

ЕКСПЛУАТАЦІЯ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КРИПТОАНАЛІЗУ АСИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ

**M. Karpinsky, Dr., Prof., I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof., U. Yatsykovska, Ph.D, Assoc.
Prof., R. Paslavsky, Ph.D, Assoc. Prof., T. Kuzhda, Ph.D, Assoc. Prof., I. Boyko, Ph.D,
Assoc. Prof.**

OPERATION OF MULTI-USER SOFTWARE SYSTEM FOR CRYPTOANALYSIS OF ASYMMETRIC DATA ENCRYPTION ALGORITHMS

Успіх криптоаналізу в значній мірі залежить від коректної експлуатації програмної системи. Класичні багатокористувацькі програмні системи загалом містять необхідні компоненти на робочих станціях користувачів: база даних, засоби забезпечення доступності даних для інтерфейсу додатку користувача. З цього випливає, що клієнти станції повинні надавати для самих себе весь необхідний набір сервісів і містити відповідне програмне забезпечення для криптоаналізу систем шифрування типу RSA, Ель-Гамала, еліптичних кривих. Подібна вимога значно ускладнює технічні вимоги, запропоновані до апаратної частини клієнтської робочої станції, і в остаточному підсумку призводить до ускладнення всієї системи в цілому [1].

Слід також відзначити, що подібне програмне забезпечення вимагає проведення робіт із його настроювання і підтримки цих настроювань у робочому стані. Так, користувальний додаток, що реалізує частину криптоаналітичного алгоритму повинен містити інформацію про місце його підзадачі у структурі програмної криптоаналітичної системи, дані доступу мережевого протоколу, мови бази даних, що визначає порядок алфавітного сортування й індексування. Ця робота є трудомістким процесом, особливо при великій кількості і неоднорідному парку робочих станцій на яких реалізується криптоаналіз. Відзначимо, що далеко не всі компоненти подібного програмного забезпечення інтегровано до складу дистрибутиву користувацького додатку, тому що вони є предметом ліцензування.

Очевидним є факт: чим складніша конфігурація, що забезпечує доступ до даних робочої станції, тим частіше відбуваються порушення в її роботі. Є ще один чинник, котрий пов'язаний із тим, що багато засобів розробки використовують ті самі стандартні бібліотеки доступу до даних у випадку операційної системи типу Windows це BDE і ODBC. Доцільно застосовувати екстенсивні заходи - нарощування апаратної частини робочих станцій, збільшення пропускну здатності мережі, прокладання нових ліній зв'язку, перенесення застарілих даних в архіви з метою зменшення обсягу бази даних, що звичайно вимагають чималих технічних витрат, особливо для великої кількості користувачів і високої швидкості росту обсягу бази даних під час виконання криптоаналізу. Є інші, інтенсивні методи розв'язання подібних задач. Вони можуть мати різноманітну реалізацію, але в цілому використовують одну загальну концепцію. Доцільно створювати нові програмні сервіси для користувачів програмної криптоаналітичної системи [2]. Такі сервіси, в загальному є сервісами проміжного прошарку *middleware services*, оскільки займають проміжний рівень між даними і сервісами, що їх обслуговують, з одного боку, і користувальними додатками,

орієнтованими на високопродуктивну обробку даних криптоаналітичного алгоритму. Ці сервіси звичайно мають мінімальний користувальний інтерфейс або не мають його зовсім. Нерідко вони можуть бути реалізовані для різноманітних платформ, тому що є сервісами більш високого рівня, ніж сервіси, специфічні для даної операційної системи. Такі сервіси можна реалізувати всередині додатків або бібліотек, так званих – Application Server, а також у вигляді служб операційних систем. Користувальні додатки, що використовують сервіси проміжного прошарку, – це клієнти.

Одним із найбільше поширених на сьогодні типів серверів додатків є сервери доступу до даних типу Data Access Server, реалізовані, як правило, у вигляді додатків рідше – у вигляді бібліотек. Їм притаманна функціональність, пов'язана з доступом до даних. Слід відзначити, що у вигляді окремого сервісу можна реалізувати не тільки доступ до даних, але і будь-яку іншу функцію користувального додатку, наприклад, обробку розріджених матриць алгоритму загального решета числового поля, генерацію бази просіювання, забезпечення коректного збору даних. У цьому випадку говорять про сервери функціональності functionality server. Сервер функціональності - більш загальне поняття, ніж сервер доступу до даних. Останній є лише окремий випадок серверу функціональності. Один сервер функціональності може в загальному випадку надавати декілька сервісів для криптоаналізу.

Особливо важливою є реалізації взаємодії між підзадачами. Слід відзначити, що ці алгоритми базуються на віддаленому виклику процедур шляхом передачі даних між об'єктами усередині клієнта й усередині сервера. Ефективним є використання stub-об'єкту, що не містить відкритої реалізації алгоритму криптоаналізу. Замість відкритої реалізації можуть присутні функції API із бібліотеки, що реалізують виклики віддалених процедур і передачу даних згенеровані утилітами. Коли перший із клієнтів, який під'єднаний до сервера, ініціював сам або за допомогою службового сервера запуск сервера, при від'єднанні всіх клієнтів сервер повинен припинити свою роботу.

Отже, для продуктивної експлуатації багатокористувацької програмної системи для криптоаналізу асиметричних алгоритмів шифрування даних доцільно використовувати технології розподілених обчислень. Оскільки значну частину часу процесор користувача простоє, то цей час можна використовувати для виконання обчислень, задіяти максимальну кількість техніки для роботи над задачею, тоді сукупна обчислювальна потужність такої обчислювальної системи буде достатньою для експлуатації програмної системи для криптоаналізу асиметричних алгоритмів. При проектуванні розподілених систем варто прийняти рішення про вибір конкретної технології і реалізації з урахуванням особливостей програмної розподіленої системи.

Література

1. І. З. Якименко, М. М. Касянчук, С. В. Івасьєв Криптосистема Рабіна на основі операції додавання // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки № 19, 2019. – 145–150 с.
2. O. Yudin, R. Ziubina, S. Buchyk, O. Matviichuk-Yudina, O. Suprun, V. Development of methods for identification of information-controlling signals of unmanned aircraft complex operator / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies // Vol 2, No 9 (104) 2019. – Pp. 56–65.

УДК 004.77

Ігор Катеринюк¹, Сергій Лупенко², д-р.техн. наук, проф.

¹ТОВ «Новітнє обладнання» (ТМ Inlimited), Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІНТЕРАКТИВНИЙ МОДУЛЬ ВВОДУ ВІЗУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ КИТАЙСЬКОЇ ОБРАЗНОЇ МЕДИЦИНИ

I. Kateryniuk, S. Lupenko, Dr., Prof.

INTERACTIVE MODULE FOR INPUTING VISUAL DIAGNOSTIC INFORMATION FOR CHINESE IMAGE MEDICINE

У роботі [1], розроблено вимоги, узагальнену архітектуру та прототип інформаційної системи професійної цілительської діяльності «Імідж-терапевт» як складової онтоорієнтованого інформаційно-аналітичного середовища для інтегративної наукової медицини. До складу інформаційної системи «Імідж-терапевт» повинні входити: 1) електронний персональний кабінет фахівця китайської образної медицини (КОМ) з графічним інтерфейсом; 2) модуль вводу діагностичної інформації методами КОМ; 3) модуль формування терапевтичних рішень (терапевтичних карт); 4) медична база даних; 5) модуль для обміну даними між КОМ-терапевтами.

Метою розробки цієї інформаційної системи є централізована організація, підвищення якості (ефективності, безпечності, контрольованості, достовірності, економічності, інтенсивності) професійної діяльності та обміну досвідом діючих КОМ-терапевтів та фахівців офіційної (наукової, західної) медицини. Однією із важливих складових цієї інформаційної системи, є інтерактивний модуль вводу діагностичної інформації, яка отримана методами КОМ. Зважаючи на те, що діагностична інформація в КОМ є візуального типу, що становить собою певний спосіб графічного маркування образів органів людського тіла, то природно виникає необхідність розробки зручних засобів її введення в інформаційну систему. Власне розробці підходу до побудови інтерактивного модуля вводу візуальної діагностичної інформації в КОМ і присвячена дана робота.

Один з можливих способів відображення моделі органів людини та порушень в них – за допомогою таблиці, в якій, наприклад, з довідника вибирається орган людини та його порушення (див. рисунок 1).

	A	B	C	D
1	Орган	Тип порушення	Розсташування	
2	Права легеня	Холодна область	в центрі	
3	Ліва легеня	Холодна область	зліва	
4	Серце	Поколювання	в центрі	
5			в центрі	
6			зверху	
7			знизу	
			справа	
			зліва	

Рис. 1. Приклад відображення діагностичної інформації в табличному вигляді

Проте, таке відображення має погану наочність та недостатню точність задання області локалізації захворювання. Значно зручнішою була б програмно реалізована

візуальна масштабовна модель людського тіла, що в інтерактивному режимі дозволяла б вибирати орган людини, точні координати області локалізації захворювання та ступінь його прояву. Пропонується реалізувати таку візуальну програмну модель у середовищі Unity, що становить собою мульти платформний інструмент для розробки дво- та тривимірних додатків та ігор. Використання даного інструменту дозволить створити як модель людини, так і GUI для КОМ-терапевта, за допомогою якого останній зможе вказувати на моделі тіла людини різні порушення в органах. У цьому разі, візуальна діагностична інформація в КОМ, яка зображена на рисунку 1, у рамках 2D-моделі, буде виглядати як це показано на рисунку 2 (модель з форми-звіту КОМ-терапевта Інституту “Kundawell” [2]).

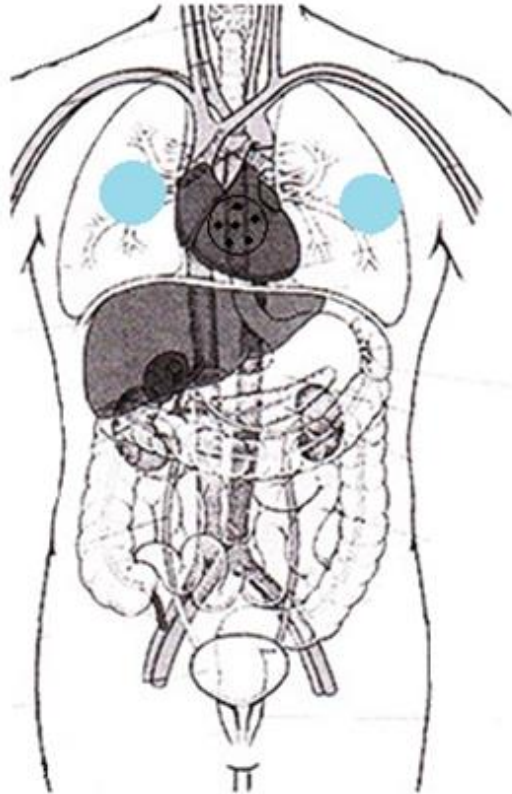


Рис. 2. Приклад відображення діагностичної інформації на 2D-моделі

Подальший розвиток інформаційної системи планується в напрямі створення веб-додатку для надання можливості КОМ-терапевтам працювати з моделлю людини в багатокористувацькому режимі, а також у напрямі проведення аналітичних досліджень, використовуючи накопичену базу даних візуальної діагностичної інформації.

Для практичної реалізації зазначених завдань планується використати мову програмування Python, оскільки на її основі можна виконати розробку як веб-додатку (наприклад з допомогою фреймворку Django), так і застосовувати інструменти аналізу та алгоритми штучного інтелекту.

Література

1. Lupenko S. A., Orobchuk O. R., Vakulenko D. V., Sverstyuk A. S., Horkunenko A. B. Integrated Onto-based Information Analytical Environment of Scientific Research, Professional Healing and E-learning of Chinese Image Medicine // Вісник „Інформаційні системи та мережі”. – Львів: Національний університет „Львівська політехніка”, 2017. – С. 10–19.
2. <https://kundawell.com/en/research/research-report-form-of-the-image-therapist>

УДК 004.9/069

О. А. Липак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ VR ТА AR ТЕХНОЛОГІЙ В МУЗЕЯХ

О. А. Лурак

APPLICATION OF VR AND AR TECHNOLOGIES IN MUSEUMS

Технології доповненої та віртуальної реальності стрімко завойовують різноманітні сфери, проте найяскравіше проявляються в розвагах та навчанні, а в останні роки ще й вдихнули нове життя в діяльність музеїв та галерей [1].

Доповнена реальність (augmented reality, AR) - результат введення в поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення відомостей про оточення і поліпшення сприйняття інформації.

Віртуальна реальність (virtual reality, VR) - створений технічними засобами світ, який передається людині через її відчуття: зір, слух, дотик та інше. Віртуальна реальність імітує як вплив, так і реакції на вплив. Для створення переконливого комплексу відчуттів реальності комп'ютерний синтез властивостей і реакцій віртуальної реальності проводиться у реальному часі. Отже, відмінність між цими технологіями в тому, що віртуальна реальність конструює новий штучний світ, а доповнена реальність лише вносить окремі штучні елементи у сприйняття світу реального [2].

Доповнена реальність дозволяє проектувати будь-яку цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіка і т.д.) поверх екрану будь-яких пристроїв. В результаті реальний світ доповнюється штучними елементами і новою інформацією. AR може бути реалізована за допомогою додатків до звичайних смартфонів і планшетів, окулярів доповненої реальності, стаціонарних екранів, проєкційних пристроїв та інших технологій.

Доповнена реальність зазвичай створюється за такою схемою: камера пристрою AR знімає зображення реального об'єкта; програмне забезпечення пристрою проводить ідентифікацію отриманого зображення, поєднує реальне зображення з його доповненням і виводить кінцеве зображення на пристрій візуалізації [3]. Для роботи з AR в музеї використовується смартфон, планшет або смарт-окуляри з відеокамерою і відповідним ПЗ. Якщо об'єктив відеокамери спрямований на об'єкт (експонат), то розпізнає його або по заздалегідь встановленому маркеру, або після аналізу форми об'єкта. Далі ПЗ підключається до тривимірного цифрового двійника об'єкта, який розміщений на сервері або в хмарі. Пристрій AR завантажує необхідну інформацію і накладає її на зображення об'єкта. У результаті відвідувач музею бачить на екрані (або через окуляри) частково фізичну реальність, частково цифрову. Він може бачити дані про автора, історію створення експоната, чути звуковий чи супровід чи переглядати відео, або ж пристрій AR може «оживляти» картини, допомагати управляти об'єктом – завдяки сенсорному екрану, голосом або жестами.

Пристрої, здатні створювати доповнену реальність, можна розділити на наступні групи: мобільні пристрої (планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності, лінзи доповненої реальності); стаціонарні пристрої (телевізор, екран комп'ютера, ігровий комп'ютер типу Kinect); спеціальні засоби (наприклад, спеціалізовані шоломи, на скло яких виводиться необхідна важлива інформація).

Для роботи AR використовуються декілька різних технологій [3]:

- доповнена реальність, що базується на маркерах – використовується камера та спеціальний пасивний візуальний маркер, наприклад QR-код (quick response code – код

швидкого відгуку), який показує запрограмований результат лише тоді, коли сенсор його зчитує; таким чином вдається вирізати віртуальні об'єкти з реального світу;

- безмаркерна доповнена реальність – може використовувати систему глобального позиціонування (GPS – Global Positioning System), цифровий компас, датчик швидкості або акселерометр, якими оснащено пристрій;

- доповнена реальність що базується на проєкції – працює шляхом проєктування світлових проєкцій на фізичні поверхні;

- доповнена реальність, що базується на VIO (візуальна інерціальна одометрія, Visual Inertial Odometry) – технологія, яка допомагає відслідковувати позицію та орієнтуватися в просторі за допомогою сенсорів та камери.

Віртуальна реальність збагачує відвідування музеїв через реалістичну реконструкцію минулих часів [4]. Так, у Національному музеї Фінляндії можна відвідати одну з картин та зануритися у реальність позаминулого століття, вдягнувши обладнання VR. Прикладом вдалого поєднання віртуальної та доповненої реальності є вітчизняна розробка - мобільний додаток «Tustan-VR», який накладає 3D-модель фортеці на справжні скелі, тобто доповнює реальне зображення віртуальним. Додаток спрацьовує на 5 точках (що визначаються за GPS), спеціально промаркованих на маршруті (1 – вигляд замку у час найбільшого розквіту (XII-XIII ст), 2 –забудова другої лінії оборони, 3 - в'їзна брама, 4 – замок зсередини, 5 – північна стіна забудови і оглядові вежі) [5]. Деякі сучасні художні галереї вже також працюють з використанням AR-технології – створюються твори мистецтва одночасно у двох реальностях: звичайній і доповненій, що дозволяє інтерпретувати роботи по-різному та додає вражень. Камера смартфона наводиться на спеціальний стікер, розміщений біля певного твору мистецтва. Відповідне програмне забезпечення в одному випадку починає демонструвати відеоматеріал, а в іншому – подає анімаційне зображення картинки.

Успішно застосовуються додатки з віртуальною та доповненою реальністю, зокрема, в таких музеях: Національний художній музей України, музей «Чорнобиль», музей історії України у Другій світовій війні та відкритий архів медіа-арту.

Розвиток технологій доповненої та віртуальної реальності відкриває для відвідувачів світ музеїв майбутнього, але й зумовлює появу нових професій: на ринку вже потрібні постановники та редактори інтерактивних і роботизованих шоу-технологій, художники-програмісти творчих алгоритмів, куратори віртуальних просторів та інтерактивних онлайн-галерей, архітектори адаптивних просторів, тобто фахівці зі створення полігонів і "розумного" середовища для змішаної реальності.

Література

1. Ding, Mandy. "Augmented reality in museums." Arts Management & Technology Laboratory, Heinz College (2017): 3-8.
2. ITEnterprise. "Доповнена реальність (AR)". URL: www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar (дата перегл. 05.05.2020).
3. Кравчук С. "Доповнена реальність, або AR-технології. Як це працює?". URL: www.future.news/page1837780.html (дата перегл. 05.05.2020).
4. Styliani, Sylaiou, et al. "Virtual museums, a survey and some issues for consideration." Journal of cultural Heritage 10.4 (2009): 520-528.
5. Тустань. Місто-фортеця. "Мобільний додаток". URL: www.tustan.ua/tustan_3d/#4 (дата перегл. 08.05.2020).

УДК 519.254

О.Б. Назаревич, канд. техн. наук, доц., Г.В. Шимчук

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ОПИС ЧИСЕЛЬНОГО МЕТОДУ СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗУ ДЛЯ АНАЛИЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ

O. Nazarevych, G. Shymchuk

DESCRIPTION OF THE NUMERICAL METHOD OF SINGULAR-SPECTRAL ANALYSIS FOR ANALYSIS OF TIME SERIES

Сингулярний розклад матриці – один із найвідоміших матричних розкладів. Розклад або факторизація – мультиплікативне представлення матриці у вигляді кількох матриць (зазвичай двох або трьох), які мають ті чи інакші властивості. Процес факторизації здійснюється на основі різних лінійних перетворень у відповідних просторах над векторами, які ототожнюються з стовбцями або рядками вихідних матриць, а також матриць проміжних етапів в застосовуваних алгоритмах.

Однією із найбільших переваг є те, що SSA носить адаптивний характер реалізації процесу газоспоживання і не потребує апріорної інформації про його структуру, а регулюється лише одним параметром L –, який підбирається експериментально, опираючись на досвід дослідника.

У багатьох природничих науках склалось уявлення про можливість опису природних процесів за допомогою функції, що складається з декількох доданків (загальна адитивна модель):

$$f(x) = f_T(t) + f_n(t) + f_r(t) + \varepsilon(t), t \in [0, T] \quad (1.1)$$

Де повільна нерегулярна складова, здебільшого називають трендом, $f_n(t)$ – періодична або сума періодичних складових (сезонні, добові тощо), $f_r(t)$ – швидкі нерегулярні малі варіації, в котрі, як правило, включають все, що не вкладається у формальну модель, інколи включають і випадкові шуми, $\varepsilon(t)$ – випадкова складова, що описується випадковим процесом певного типу.

У результаті використання методу відбувається розкладання часового ряду на адитивні складові: річний тренд, гармонічні коливання з основним періодом 24 години (загалом 8, 12, 24, 168 год) та стохастичний залишок. До недоліків можна віднести інтерактивність методу його застосування, що потребує втручання фахівця з досвідом роботи на етапі групування окремих адитивних складових, а також неоднозначність вибору параметра L .

Базовий метод сингулярно-спектрального аналізу полягає в перетворенні часового ряду в багатовимірний шляхом побудови траєкторної матриці за допомогою векторів вкладення. Його часто називають процедурою «нарізки» часового ряду довжиною L , групуванням членів сингулярного розкладу нової матриці, що утворилася за наступним відновленням. Інтерактивність методу, а відповідно і його складність, полягає в правильному виділенні (групуванні) адитивних складових вихідного часового ряду газоспоживання, таких як тренд, періодичні та квазіперіодичні компоненти, а також стохастичний залишок (зміст якого часто розглядають як шум). Відповідно якісь і точність альтернативних прогнозів залежить від досвіду дослідника (вибору параметра L). Завдяки цьому методу можна отримувати прогнозні значення за рекурентним та векторним алгоритмом (як модифікація рекурентного).

Оскільки сингулярний розклад матриці відбувається за тою ж схемою, що й знаходження власних пар в симетричній матриці, то ми будемо розглядати відомі алгоритми для розв'язку останнього.

Для вирішення задачі знаходження власних значень можна застосувати наступні чотири алгоритми: алгоритм бісекції і зворотної ітерації (BI) [1], QR [2, 3], і алгоритму «розділай і владарюй» (DC) [4, 5], алгоритм MRRR.

Всі ці алгоритми представлені в [6], але порівняння продуктивності [7] показали, що DC і MRRR найшвидші з існуючих. Також якісний аналіз дозволяє зазначити наступне. Як і алгоритм MRRR, метод зворотних ітерацій дозволяє розраховувати підмножини власних пар за зниженою обчислювальною вартістю, вимагаючи $O(nk^2)$ арифметичних операцій в найгіршому випадку. На противагу цьому, інші методи можуть тільки обчислити всі власні пари і може їх обчислювальна складність в найгіршому випадку складатиме $O(n^3)$ [8]. Для всіх цих алгоритмів існують реалізації як для послідовної так і для розподіленої пам'яті. Всебічне обговорення паралельних існуючих алгоритмів і їх продуктивності можна знайти в [9]. З погляду точності, QR і DC, як правило, кращі ніж BI і MRRR; DC вимагає $O(n^2)$ додаткової пам'яті а, отже, набагато більше, ніж решта алгоритмів, які вимагають тільки $O(n)$ додаткового місця для зберігання; DC і MRRR набагато швидші, ніж QR і BI; незважаючи на те, що MRRR використовує найменшу кількість операцій з плаваючою комою, DC може бути швидшим на деяких класах матриці. Тобто те, який алгоритм, DC чи MRRR, буде швидшим, залежатиме від спектрального розподілу вхідної матриці.

Література

1. Dhillon I. Relative Robust Representations of Symmetric Tridiagonal Linear Algebra / I. Dhillon, B. Parlett // Linear Algebra and its Applications, 2000. – Vol. 309, no. 1-3. – С. 121–151.
2. Dhillona Inderjit S. Multiple representations to compute orthogonal eigenvectors of symmetric tridiagonal matrices / Inderjit S. Dhillona, Beresford N. Parlett // Linear Algebra and its Applications, 2004. – Vol. 387. – С. 1–28.
3. Divide and Conquer Symmetric Tridiagonal Eigensolver for Multicore Architectures // Parallel and Distributed Processing Symposium / [G. Pichon, A. Haidar, M. Faverge та ін.]. – Hyderabad, 2015. – С. 51–60.
4. Dongarra J. A. Quark user' guide: Queuing and runtime for kernels / J. Dongarra, J. Kurzak, A. YarKhan // Innovative Computing Laboratory University of Tennessee, Technical Report, 2011.
5. Francis J. G. F. The QR Transformation A Unitary Analogue to the LR Transformation – Part 1 / J. G. F. Francis // Computer Journal, 1961. – vol. 4, no. 3 – С. 256–271.
6. Bashe, C. J. The Architecture of IBM's Early Computers [Electronic resource] / [C. J. Bashe, W. Buchholz, G. V. Hawkins та ін.] // IBM Journal of System Development, 1981 – Mode of access: URL: http://web.ece.ucdavis.edu/~vojin/CLASSES/EECS272/S2005/Papers/IBM-Architecture-Bashe_sep81.pdf.
7. Bentley Jon Writing Efficient Programs / Jon Bentley – Prentice Hall Ptr, 1982. – 170 с.– ISBN 978-0139702440.
8. Algorithm 880: A Testing Infrastructure for Symmetric Tridiagonals Eigensolver / J. Demmel, O. Marques, B. Parlett, C. Vömel. // ACM TOMS., 2008. – Vol. 30, no. 1.– С. 1508–1526.
9. Chapman B. Using OpenMP – Portable Shared Memory Parallel Programming / Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas – The MIT Press, 2007. – 384 с. – ISBN 978-0262533027.

УДК 519.8

Р.М. Небесний, І.В. Свистун, Р.З. Золотий, канд техн. наук, доц.
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ ОРІЄНТОВАНОГО АЦИКЛІЧНОГО ГРАФА

R. Nebesnyy, I. Svistun, R. Zoloty, Ph. D., Assoc. Prof.
APPLICATION OF ORIENTED ACYCLIC GRAPH

Кожен орієнтований ациклічний граф має топологічне впорядкування вершин таке, що початкова вершина кожного ребра проходить раніше в сортуванні, ніж кінцева. Загалом, це сортування не є унікальним; DAG має унікальне топологічне упорядкування тоді і тільки тоді, якщо він має орієнтований шлях, що містить всі вершини, в цьому випадку сортування таке ж, як у порядку, в якому вершини з'являються на шляху.

Комбінаторне завдання перелічення графа для підрахунку спрямованих ациклічних графів вивчав Робінсон в 1973 р.. Кількість DAG на позначеному вузлі n , де $n = 0, 1, 2, 3, \dots$, (ці цифри можуть з'являтися в будь-якому порядку в топологічній впорядкованості DAG) становить 1, 1, 3, 25, 543, 29281, 3781503, Це також можна обчислити за допомогою рекурентного співвідношення

$$a_n = \sum_{k=1}^n (-1)^{k-1} \binom{n}{k} 2^{k(n-k)} a_{n-k} \quad (1.1)$$

Ерік У. Вайнштайн припустив, а Маккей в 2004 р. довели [60], що ті ж числа будуть отримані в результаті обчислення бінарної матриці, для якої всі власні числа є додатними і дійсними.

Орієнтоване дерево це спрямований граф, утворений шляхом орієнтації ребра вільного дерева. Кожне орієнтоване дерево є DAG. Зокрема, це відноситься і до деревоподібних структур, сформованих орієнтацією всіх ребер в напрямку від кореня дерева. Multi-tree-structured граф являє собою орієнтований граф, в якому існує не більше одного орієнтованого шляху (в обидва напрямки) між будь-якими двома вузлами; еквівалентом є DAG, в якому для кожного вузла v , множина вузлів, досяжних з v утворює дерево.

Є ряд задач, які можна вирішити за допомогою DAG, оскільки він грає ключову роль в алгоритмі розв'язку. В роботі розглянуто саме такі алгоритми і тому ці випадки потребують детальнішого аналізу.

Алгоритмічна задача знаходження топологічного сортування може бути вирішена за лінійний час. Алгоритм Кана для топологічного сортування знаходить порядок вершин безпосередньо, шляхом збереження списку вершин, які не мають ребер, що з'єднують їх з вершинами, які ще не були перераховані, і повторно додає одну з таких вершин до кінця списку, який будується. Крім того, топологічний порядок може бути побудований за допомогою алгоритму пошуку в глибину. Також можна перевірити, який із даних орієнтованих графів є DAG за лінійний час декількома способами: або спробувати знайти топологічне сортування, а потім перевірити для кожного ребра чи є результат дійсним, або, як альтернатива, для деяких топологічних алгоритмів сортування, перевіряючи, що алгоритм успішно сортує всі вершини не видаючи помилку умови.

Також складною задачею є побудова DAG. Будь-який неорієнтований граф може бути перетворений в DAG, якщо вибрати загальний порядок його вершин і орієнтацію кожного ребра з початкової кінцевої точки до більш пізньої кінцевої точки. Тим не менше, різні загальні порядки сортувань можуть привести до однієї ациклічної орієнтації. Кількість ациклічних орієнтацій рівна $|X(-1)|$, де X є хроматичним многочленом даного графа.

Будь-який орієнтований граф може бути перетворений в DAG видаленням набору зворотних вершин або набору зворотних дуг. Тим не менш, знаходження найменшого такого набору це NP-складна задача. Довільний орієнтований граф може бути перетворений в DAG, це називається стисненням, шляхом перетворення кожного з його сильно зв'язних компонентів в одну супер вершину. Коли граф вже є ациклічним, його найменша множина зворотних вершин і множина зворотних дуг порожня, і його стиснення є самим графом.

Транзитивне замикання даного DAG, з n вершинами і m ребрами, може бути побудоване за час $O(mn)$ за допомогою або пошуку в ширину, або пошуку в глибину, щоб перевірити досяжність з кожної вершини. Крім того, воно може бути вирішене за час $O(n^\omega)$, де $\omega < 2,373$ є показником для алгоритмів швидкого множення матриць; це теоретичне поліпшення в порівнянні з граничним $O(mn)$ для щільних графів.

У всіх цих алгоритмах транзитивного замикання можна виділити пари вершин, яких можна досягнути шляхом довжиною два або більше з пар, які можуть бути пов'язані шляхом одиначної довжини. Транзитивне скорочення складається з ребер, що утворюють шлях одиначної довжини, які є єдиними шляхами, що з'єднують їх кінцеві точки. Таким чином, транзитивне скорочення може бути побудоване в тих же межах асимптотичного часу, що і транзитивне замикання.

Задача замикання приймає в якості вхідних даних орієнтований ациклічний граф з вагами на його вершинах і шукає мінімальну (максимальну) вагу закриття набір вершин з яких не виходять ребра. Її можна вирішити за поліноміальний час, використовуючи скорочення задачі про максимальний потік.

Деякі алгоритми спрощуються при використанні DAG замість загальних графів, який базується на принципі топологічного сортування. Наприклад, можна знайти найкоротший шлях і найдовший шлях від деякої вершини DAG за лінійний час шляхом обробки вершин в топологічному порядку, і обчислення довжини шляху для кожної вершини, який буде мінімальною або максимальною довжиною, отримується за допомогою будь-якого з його вхідних ребер. На відміну від цього, для довільних графів знаходження найкоротшого шляху може вимагати повільніших алгоритмів, таких як алгоритм Дейкстри або алгоритм Беллмана-Форда, а знаходження найдовшого шляху в довільному графі має NP-складність.

Представлення DAG часткового порядку часто використовується в задачах планування для систем завдань з обмеженим впорядкуванням. Наприклад, DAG можуть бути використані для опису залежностей між клітинами таблиці: якщо одна комірка обчислюється за формулою з участю значення другої комірки, потрібно намалювати ребро DAG з другої комірки до першої. Якщо вхідні значення для таблиці змінюються, всі інші значення таблиці можуть бути перераховані за допомогою однієї оцінки на клітку, шляхом топологічного сортування клітинки і переоцінки кожної клітинки згідно обрахованого порядку. Аналогічні проблеми впорядкування завдань виникають в make-файлах для компіляції програми, планування інструкцій для низькорівневої оптимізації програми і планування технічного оцінювання та аналізу програми для управління великими проектами. Залежні графи без циклічних залежностей формують орієнтовані ациклічні графи.

Література

1. Tisseur F. Parallizing The divide and conquer algorithm for the symmetric tridiagonal eigenvalue problem on distributed memory architectures / F. Tisseur, J. Dongarra // SIAM J. SCI. COMPUT, 1998. – Vol. 20. – С. 2223–2236.
2. Templates for the Solution of Algebraic Eigenvalue Problems: A Practical Guide / [Z. Bai, J. Demmel, J. Dongarra та ін.]. – Philadelphia: SIAM, 2000. – 440 с.

УДК 519.8

Р.М. Небесний, І.В. Свистун, О.С. Голотенко, канд техн. наук
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ОРИЄНТОВАНИЙ АЦИКЛІЧНИЙ ГРАФ

R. Nebesnyy, I. Svistun, O. Golotenko, Ph. D.
ORIENTED ACYCLIC GRAPH

У математиці та інформатиці, орієнтований ациклічний граф (DAG), являє собою орієнтований граф без орієнтованих циклів. Тобто, він формується сукупністю вершин і орієнтованих ребер, кожне ребро з'єднує одну вершину з іншою, так що немає не можливо з деякої вершини V пройти деяку послідовність ребер і знов повернутися до V .

DAG можуть бути використані для моделювання багатьох різних видів інформації. Відношення досяжності в DAG утворює частковий порядок, а будь-яке кінцевий частковий порядок може бути представлений у вигляді DAG за допомогою відношення досяжності. Набір завдань, які повинні формувати послідовність, за умови, що деякі завдання повинні виконуватись раніше, ніж інші, можуть бути представлені у вигляді DAG з вершиною для кожного завдання і ребрами для кожного обмеження; алгоритми топологічного впорядкування можуть використовуватися для генерації валідної послідовності. Крім того, DAG може бути використаний як просторово-ефективне представлення набору послідовностей з підпослідовностями, які перекриваються. DAG також використовується для представлення системи подій або можливих подій і причинно-наслідкових зв'язків між ними. DAG також можуть бути використані для моделювання процесів, в яких потоки даних в рухаються через мережу процесорів, або станів сховища в системі керування версіями.

Відповідна концепція множини неорієнтованих графів називається лісом – неорієнтований граф без циклів. Вибір орієнтації для лісу виробляє особливий вид спрямованого ациклічного графа, що називається орієнтованим деревом. Крім того, кожен неорієнтований граф має ациклічну орієнтацію, розподілення напрямку для його ребер, що робить його орієнтованим ациклічним графом.

DAG має наступні математичні властивості: доступність; транзитивне замикання; транзитивне скорочення.

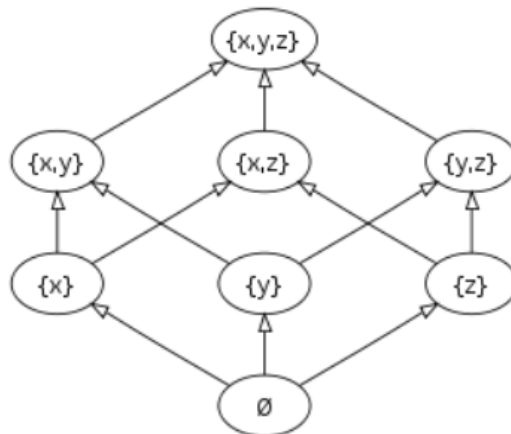


Рисунок 1 – Діаграма Гасе, яка представляє відношення часткового порядку серед множини підмножин елементів дерева

Кожен орієнтований ациклічний граф породжує частковий порядок \subseteq для його вершин, де $u \subseteq v$, коли існує орієнтований шлях з u в v в DAG. Тим не менше, багато різних DAG можуть призвести до цього ж відношення досяжності співвідношенням. Наприклад, DAG з двома ребрами $a \rightarrow b$ і $b \rightarrow c$ має те ж відношення досяжності, що й

граф з трьома ребрами $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, $a \rightarrow c$. Нехай G це DAG, його транзитивне скорочення це граф з найменшою кількістю ребер, що представляє те ж відношення досяжності, що і G , і його транзитивне замикання це граф з більшістю ребер, який представляє те ж відношення досяжності.

Транзитивне скорочення і транзитивне замикання однозначно визначені для DAG; на відміну від цього, для орієнтованого графа, що не є ациклічним, не може бути більше, ніж одного мінімального підграфа з тим же відношенням досяжності.

Транзитивне замикання G має ребро $u \rightarrow v$ для зв'язаної кожної пари $u \leq v$ різних елементів в відношенні досяжності G , і, отже, може розглядатися як орієнтоване представлення відношення досяжності \subseteq в термінах теорії графів: кожна частково впорядкована множина можуть бути перетворена в DAG в цьому випадку. Якщо DAG G являє собою часткове відношення \subseteq , то транзитивне скорочення G є підграфом G з ребром $u \rightarrow v$ для кожної пари часткового порядку \subseteq ; транзитивне скорочення корисне в візуалізації часткового порядку, тому що вони мають менше ребер, ніж інші графи, що представляють той самий порядок, і тому спрощують креслення графа. Діаграма Гассе, зображена на рисунку 1 часткового порядку являє собою креслення транзитивного скорочення, в якому орієнтація кожного ребра показана шляхом розміщення вихідної вершини ребра на нижчу, ніж кінцева вершина ребра, позицію.

Отже, тип застосування спрямованих ациклічних графів виникає в стислому поданні безлічі послідовностей у вигляді шляхів в графі. Наприклад, орієнтований ациклічний граф слова являє собою структуру даних в інформатиці, утворену орієнтованим ациклічним графом з одним джерелом і з ребрами, поміченими літерами або символами; шлях від джерела до приймача в цьому графіку являє собою набір рядків, таких як англійські слова. Орієнтований ациклічний граф слова економить простір порівняно з префіксним деревом, дозволяючи шляхам розходитися і сходитися таким чином, що набір слів з тими ж ймовірними суфіксами може бути представлений в одному вузлі дерева.

Та ж ідея використання DAG для представлення сімейства шляхів, використана в бінарній діаграмі рішень, структури даних, які базуються на DAG використовуються для представлення двійкових функцій. У бінарній діаграмі рішень кожна вершин, яка не є приймачем, позначена ім'ям двійкової змінної, а кожен приймач і кожне ребро позначене 0 або 1. Значення функції для будь-якої підстановки змінної є значенням приймача, знайденим по шляху від однієї вершини джерела до кожної вершини не приймача по вихідному ребру, що має міткою значення змінної в початковій вершині. Так само, як спрямовані ациклічні граfi слів можна розглядати як стислий вигляд префіксних дерев, бінарні діаграми рішень можна розглядати як стислі форми дерев рішень, які економлять простір, дозволяючи шляхам з'єднуватись, коли вони погоджуються з результатами всіх інших рішень.

Література.

1. Tisseur F. Parallizing The divide and conquer algorithm for the symmetric tridiagonal eigenvalue problem on distributed memory architectures / F. Tisseur, J. Dongarra // SIAM J. SCI. COMPUT, 1998. – vol. 20. – С. 2223-2236.
2. Templates for the Solution of Algebraic Eigenvalue Problems: A Practical Guide / [Z. Bai, J. Demmel, J. Dongarra та ін.]. – Philadelphia: SIAM, 2000. – 440 с.

УДК 004.8

П.А. Ониськів, Я.В. Литвиненко д-р. тех. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ РІВНІВ АВТОНОМНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

P. Onyskiv, I. Lytvynenko, Dr., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF LEVELS OF CARS AUTONOMY

Великим кроком до реалізації безпечних поїздок на автомобілях стало використання у їх бортових комп'ютерах допоміжних систем, які здійснюють обробку відео з камери автореєстратора та опрацьовують додаткову інформацію із давачів. Такі системи в скупності реалізують машинний зір автотранспортного засобу. При цьому, бортовий комп'ютер автомобіля допомагає водію у керуванні, він може автономно керувати автомобілем, вивести нагадування про зону в якій слід зменшити швидкість, або бути уважним до “інших небезпек”. За остінніх кілька років прогрес у сфері автономності керування транспортних засобів дозволяє безперешкодно рухатись по дорогах за межами населених пунктів і навіть в густонаселених містах.

В даній роботі буде проведений огляд та аналіз рівнів автономності руху автомобілів.

SAE international запропонувала систему красифікації, яка складається з шести рівнів автономності руху автомобілів, вона охоплює останні розробки десятиліття:

0 рівень – без автономності. До цього рівня можна віднести всі автомобілі які ніяким чином не можуть здійснювати автономний рух без участі водія;

1 рівень – мінімальна допомога. Даний рівень передбачає можливість керування прискоренням чи гальмуванням при постійному нагляді з боку водія. До цього рівня відносяться автомобілі з функцією автопаркування;

2 рівень – допомога з увагою водія. На цьому рівні наявна автоматизація кількох процесів, які мають відношення до керування та руху автомобіля. Сюди відноситься сучасна система ADAS, яка допомагає водієві;

3 рівень – обмежена автономність. Третій рівень передбачає автопілот який може діяти тільки в рамках певних сценаріїв. На відміну від автомобілів другого рівня тут забезпечена автономність керування, яка дозволяє водієві не втручатись в процес керування;

4 рівень – автономність в населених пунктах. Автономність четвертого рівня дозволяє повне керування транспортним засобом без водія за наявності 3D карт місцевості з якими буде відбуватися взаємодія, якщо такий автомобіль попаде в місцевість де немає таких карт, він перейде на третій рівень, або відключить автопілот;

5 рівень – повний автопілот. Саме цей рівень забезпечує повну автономність яка прирівнюється до керування людиною. Такий автомобіль може рухатись в любую погоду і полюбій місцевості де є дорога навіть без розмітки.

Отже існує 6 рівнів автономності. Від 0 де автономність відсутня до 5, де автомобіль може рухатись повністю самостійно без водія.

Література

- 1 Tinku A. “Image processing principles and applications”/ Tinku Acharya, Ajoy K. Ray, A JOHN WILEY & SONS, MC., PUBLICATION., 2005 – 451 p.
- 2 Spenser J. “Variational Methods for Image Segmentation” / Spenser Jack, University of Liverpool, 2016 – 264 p.

УДК 004.77

О. Оробчук, С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗНАТЬ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ «КИТАЙСЬКА ОБРАЗНА МЕДИЦИНА» В СЕРЕДОВИЩІ PROTÉGÉ

O. Orobchuk, S. Lupenko, Dr., Prof.

FORMALIZATION OF THE KNOWLEDGE OF SUBJECT AREA «CHINESE IMAGE MEDICINE» AT PROTÉGÉ

У зв'язку з активізацією наукових досліджень альтернативних видів оздоровлення та лікування [1] важливим завданням є уніфікація, стандартизація та формалізація знань китайської образної медицини (КОМ) як перспективної складової інтегративної медицини та побудова для неї інформаційно-аналітичних програмних засобів. Перспективними є інформаційні системи, що базуються на знаннях. Основою таких систем є онтології, які дозволяють автоматизувати опрацювання семантики певної предметної області.

У роботах [2, 3] були розроблені концептуальна модель та логіко-структурні (формальні) моделі предметної області КОМ. Для їх подальшої специфікації й формалізації обрано машинно-реалізовану мову OWL DL та середовище розроблення онтології Protégé, за допомогою яких можливе представлення й опрацювання цих знань в сучасних онтоорієнтованих інформаційних системах. Мова OWL зараз найпоширеніша у світі мова онтологій (в т. ч. для семантичного Web) з формально визначеними значеннями DL (Description Logic) і фактично є стандартом серед засобів організації семантично-орієнтованого доступу користувачів до об'єктів онтології із розвинутою машинно-інтерпретовною аксіоматикою. Формальна семантика OWL має потужні засоби опису логічного виведення в процесі прийняття діагностичних та терапевтичних рішень в КОМ, що автоматизує породження, експлікацію нових знань, які неявно (імпліцитно) містяться в її онтології. Формально-логічним апаратом представлення онтології КОМ є сімейство дескриптивних логік, які поєднують багаті виразні можливості та корисні обчислювальні властивості.

Середовище Protégé дає змогу формалізувати знання, використовуючи класи, відношення, функції, аксіоми та екземпляри, а також має всі засоби для побудови онтологій відповідно до загальноприйнятої методології [4].

Після етапу видобування знань від експертів КОМ [5] було застосовано низхідну методологію, виокремлено основний набір термінів КОМ, визначено їх інтенціонал та екстенціонал, на основі родо-видових відношень між поняттями їх організовано в попередню таксономію з класів та підкласів (які в Protégé відповідають поняттям Class, SubClass), для основних класів визначено диз'юнктивні класи в опції Disjoint With. Оскільки класи самі по собі не надають достатньо повної інформації, то необхідно коректно визначити відношення між термінами таксономії, які в OWL представляють властивості класів. В OWL властивості розділені на 2 види (обидва є підкласом `rdf:Property`): об'єктні властивості – використовуються для зв'язування індивідів один з одним (це екземпляри класу `owl:ObjectProperty`); і властивості типів даних – зв'язують індивіди з так званими значеннями типів даних (це екземпляри класу `owl:DatatypeProperty`). Для атрибутів (властивостей) класів за потреби можна задавати обмеження. У секції Object restriction creator задано діапазони їх значень. Також використано службову властивість `owl:AnnotationProperty`, яка використовується для додання метаданих для класів, окремих екземплярів чи властивостей об'єктів і даних.

Останнім кроком є створення екземплярів класів (що в середовищі Protégé відповідають поняттям Instances). Різні характеристики класів і властивостей, що задаються як обмеження на структуру зв'язків між своїми екземплярами, в OWL називаються аксіомами. Вони становлять собою наперед визначені співвідношення і дають змогу відображати більш тонкі нюанси, ніж за допомогою RDFS.

На рис. 1. приведено фрагмент онтології КОМ – онтологію технології діагностування в китайській образній медицині.

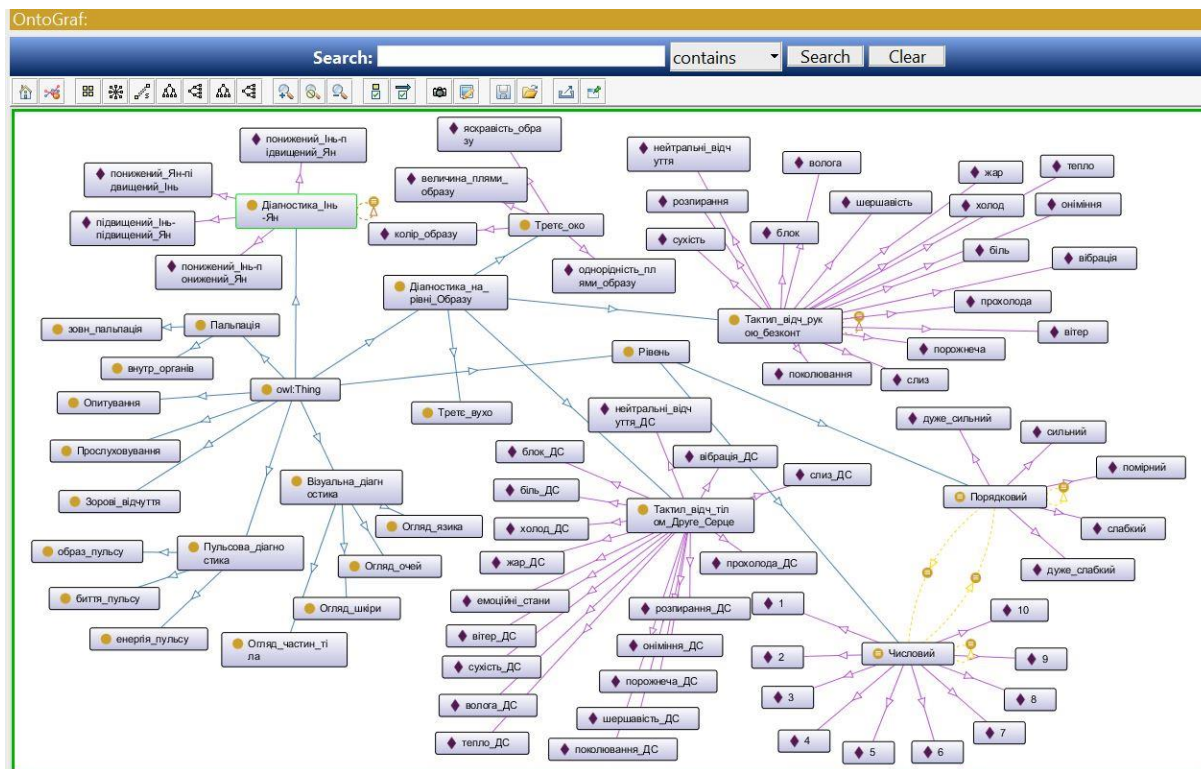


Рисунок 1. Онтограф технології діагностування в КОМ

Література

1. Стратегия ВОЗ в области народной медицины 2014-2023гг. [Электронный ресурс] – 2013. – 72 с. – Режим доступа: http://www.who.int/medicines/publications/traditional/trm_strategy14_23/ru/, вільний (дата звернення: 10.04.2020).
2. S. Lupenko, O. Orobchuk, M. Xu, "Logical-structural models of verbal, formal and machine-interpreted knowledge representation in Integrative scientific medicine", *Advances in Intelligent Systems and Computing IV*, vol 1080, pp. 139–153, 2019.
3. S. Lupenko, V. Pasichnyk, N. Kusanets, O. Orobchuk, M. Xu, "The Axiomatic-Deductive Strategy of Knowledge Organization in Onto-based e-learning Systems for Chinese Image Medicine", in *Proc. 1st International Workshop on Informatics & Data-Driven Medicine*, Lviv, 2018, vol. 2255, pp.126–134.
4. *Ontology Description Capture Method*. [Online]. Available: <http://www.ideal.com/ideal5-ontology-description-capture-method/>. Accessed on: Aug.17, 2018.
5. S. Lupenko, O. Orobchuk, H. Osukhivska, M. Xu, T. Pomazkina, "Methods and means of knowledge elicitation in Chinese Image Medicine for achieving the tasks of its ontological modeling", in *Proc. IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering*, Lviv, 2019, pp. 885–858.

УДК 004.9-502

Д. П. Павлюк, Г. В. Шимчук, В. В. Никитюк, канд. техн. наук
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАВДАННЯ І МЕТОДИ КОГНІТИВНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

D. Pavlyuk, G. Shymchuk, V. Nykytiuk, Ph. D.
TASKS AND METHODS OF COGNITIVE RESEARCH

З розвитком нашого суспільства швидко зростає потік інформації, потребує обробки, і, відповідно, зростає складність її аналізу. Обсяг цих задач перевищує можливості людського розуму. Навіть певна машинна обробка не завжди дозволяє витягти нові або бажані знання. Тому виникає необхідність у якісно іншому рівні її обробки.

Когнітивна інформатика – новий, інтенсивно розвиваючий науковий напрямок, який пов'язаний зі створенням математичного інструментарію, який необхідний для обслуговування багатьох прикладних проблемних напрямків. Затребуваність цього напрямку визначається все дедалі ширшими вимогами практики до функціональності аналітичних інформаційних технологій. Значна роль у його розвитку пов'язана з досягненнями обчислювальної бази сучасної інформаційної індустрії, перспективні компоненти когнітивної інформатики вимагають значних ресурсів.

Головним змістом предметної галузі когнітивної інформатики є проведення наукових досліджень в інтересах створення науково-теоретичного та експериментального базису для побудови когнітивних математичних (в тому числі і кібернетичних) моделей, які обслуговують прикладні дослідження або процеси управління. Область додатків когнітивної інформатики охоплює природно-наукові, економічні, гуманітарні та організаційні сфери.

Головним об'єктом дослідження є когнітивні кібернетичні моделі. Когнітивна кібернетична модель, розглянута як інструмент підтримки процесу управління або підтримки прикладних наукових досліджень, – це програмно-інформаційний комплекс, розміщений в інформаційно-аналітичному середовищі органу управління і призначений для забезпечення процесу «добування управлінських знань», які обслуговують процес інтелектуального аналізу ситуації в конкретних предметних областях.

Когнітивна інформатика, маючи велику кількість додатків, є наукою компілятивною, тобто запозичає і адаптує багато відомих наукових технологій, які використовуються в інших наукових сферах. Узагальненою видовою ознакою когнітивної інформатики є, мабуть, її орієнтованість на побудову інтегральних моделей інструментів, які підтримують процеси здобування «управлінських знань» в різних предметних областях.

В межах даного трактування предметної галузі когнітивної інформатики під «управлінським знанням» розуміється різновид наукового знання в сфері конкретної управлінської діяльності або конкретних наукових досліджень. Воно характеризується осмисленням фактів на основі інтерпретації інформації, що надається інформаційними технологіями (інформаційними системами автоматизованими і неавтоматизованими) або експериментом. Управлінське знання представляються у системі понять даної сфери управлінської діяльності або в інформаційних категоріях, властивих розглянутій предметній області. Вони забезпечують позиціонування необхідного і закономірного в сукупності наданої інформації, позиціонування загального за одиничним і приватним в ситуації, що розглядається.

При проектуванні об'єктів з використанням комп'ютерної підтримки прийнятих рішень вирішуються три базові проблеми:

- цілеспрямована автоматична генерація варіантів цифрових описів об'єктів;
- побудова функцій відгуку – обчислення характеристик об'єкта по заданим цифровому опису об'єкта, параметрам управління та параметрам середовища функціонування;
- оптимізація – побудова об'єкта з найкращими властивостями при наявності обмежень.

Складнощі вирішення цих проблем обумовлені, насамперед, високою розмірністю цифрових описів об'єктів (наприклад, 3D-описів поверхонь), що істотно ускладнює побудову функцій відгуку, що залежать від векторів високої розмірності, і оптимізація в просторі таких векторів. Безліч цифрових описів розглянутого класу об'єктів лежать, як правило, поблизу різноманіть істотно меншою розмірності, і необхідно «залишатися» поблизу цих різноманіть при генерації нових об'єктів (зокрема, в процесі оптимізації).

Перерахуємо деякі базові процедури аналізу і обробки даних, що використовуються в процесі побудови сурогатних моделей:

- визначення внутрішньої розмірності безлічі даних та побудова процедур зниження розмірності (побудова апроксимуючих різноманітних розмірностей);
- побудова багатовимірних нелінійних непараметричних регресійних (апроксимуючих) залежностей;
- кластеризація і класифікація даних;
- передбачення значень помилок процедур;
- генерація (імітаційне моделювання) багатовимірних даних, що лежать поблизу нелінійних різноманіть меншою розмірності.

У порівнянні з класичними постановками цих математичних задач, їх постановки мають ряд особливостей при використанні в когнітивних технологіях, викликаних як специфікою предметних областей, так і необхідністю їх взаємопов'язаного рішення, коли вихідні дані однієї приватної задачі є вхідними даними для іншої задачі, і цільові функції для приватних задач не можна визначити незалежно.

Наприклад, в задачі зниження розмірності потрібно забезпечити близькість не тільки між даними та їх відновленими (в результаті послідовного застосування процедур стиснення і відновлення) значеннями, але і значеннями різних функціоналів від них (наприклад, в задачі зниження розмірності геометричного опису аеродинамічних профілів крила в якості такого функціоналу виступає розподіл тиску на поверхні профілю при заданому набігає потоці). Крім того, змістовна постановка проблеми формулює завдання зниження розмірності в евклідовому просторі в рівномірної виваженої метриці, в той час як переважна частина теоретичних робіт використовує середньоквадратичну метрику, і необхідно, як мінімум, апроксимувати рівномірну метрику підходящої виваженої середньоквадратичною метрикою. Іншим прикладом є можливість використання в задачі зниження розмірності наявної додаткової інформації про умови, при яких дані були отримані.

Література

1. Горелова Г.В., Ильченко И.А. Когнитивное моделирование процессов загрязнения урбоэкосистем // Сб. трудов 4-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» CASC'2004, ИПУ РАН. Москва, 2004. Т. 1. С. 60–67.
2. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: Материалы 1-й Международной конференции. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 5167 с.

УДК 681.518:621.31

А.М. Паламар

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ МОДУЛЬНИМ ДЖЕРЕЛОМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ СТАНІВ

A. Palamar

SIMULATION MODELING OF THE CONTROL ALGORITHM FOR THE MODULAR UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY USING STATE DIAGRAM

В Україні, як і в багатьох країнах світу, набуває все більшої актуальності питання забезпечення споживачів надійним постачанням якісною електроенергією. Одним з способів його вирішення є застосування модульних джерел безперебійного живлення (ДБЖ) для здійснення стабільного електропостачання важливих об'єктів. Завдяки наявності надлишкової кількості силових блоків та забезпеченню їх резервування з використанням можливості «гарячої» заміни, досягається високий рівень відмовостійкості таких систем. Проте, в цьому випадку важливою проблемою є нерівномірність часу, протягом якого модулі ДБЖ знаходяться у ввімкненому стані. Актуальною задачею є реалізація методу переключення силових модулів з метою забезпечення однакової тривалості їх роботи та, відповідно, збільшення часу їх напрацювання на відмову.

В роботі запропонований алгоритм управління комутацією силових модулів ДБЖ для забезпечення їх рівномірної ротації в процесі експлуатації. Для дослідження запропонованого методу була побудована імітаційна модель системи керування модульним ДБЖ для реалізації цього режиму роботи.

Для побудови імітаційної моделі керуючої логіки відмовостійкої системи модульного ДБЖ в цій роботі застосовувалось програмне середовище візуального моделювання Simulink, яке є розширенням пакета прикладних програм Matlab. В процесі моделювання використано математичний апарат бібліотеки компонентів Stateflow, який базується на використанні діаграм станів та переходів, реалізованих у вигляді компонента Chart.

Імітаційна модель логіки керування комутацією випрямлячів ДБЖ з трьома модулями, яка наведена на рис. 1, складається з двох незалежних блоків `Rec_Num_1_of_3` та `Rec_Num_2_of_3`. В кожен з них входить шість станів, які послідовно змінюють один одного через два часові інтервали: короткий (`short`) і довгий (`long`). Їх тривалість задається у параметрах налаштувань компонента Chart. Короткий часовий інтервал, період якого може становити від 20 до 40 секунд, відображає тривалість перехідного процесу під час підключення кожного наступного силового модуля з метою їх ротації. Довгий часовий інтервал, тривалість якого може встановлюватись від кількох годин до кількох днів, відображає період роботи кожної комбінації підключених силових модулів.

На початковому етапі роботи алгоритму усі силові модулі повинні бути ввімкненими. Кількість модулів, які працюють одночасно під час кожного періоду їх ротації, задається вхідним сигналом `RecNum`. В залежності від цього значення відбувається перехід до відповідного графу (`Rec_Num_1_of_3` або `Rec_Num_2_of_3`). Розроблена модель імітує процес комутації модулів ДБЖ в залежності від заданого коефіцієнта їх завантаженості, який визначається як відношення споживаної потужності до номінальної потужності ДБЖ.

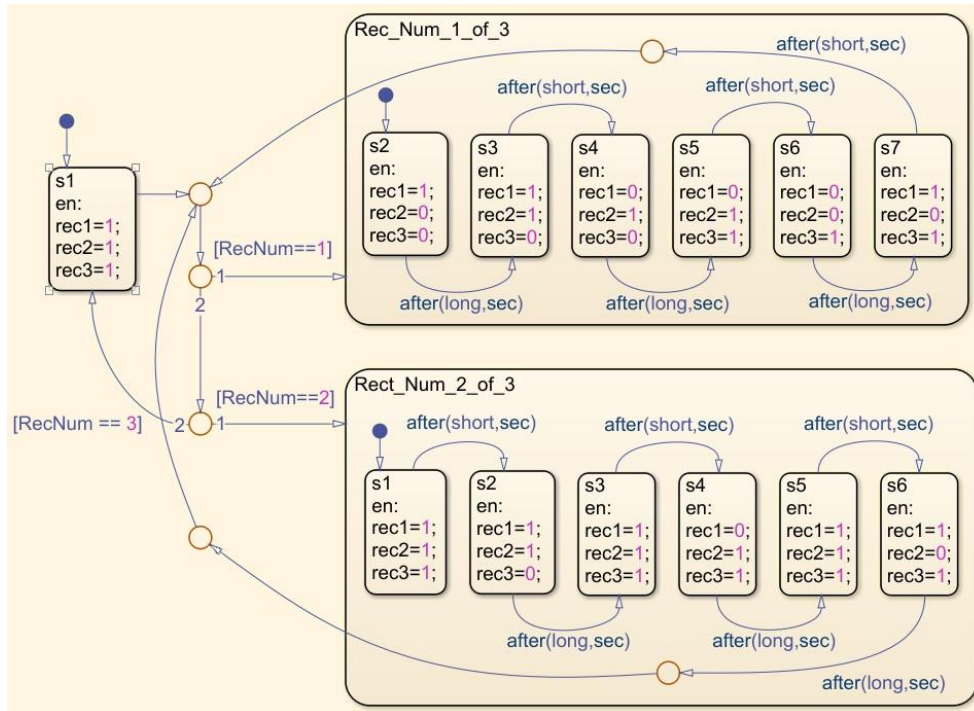


Рис. 1. Імітаційна модель логіки керування комутацією випрямлячів модульного джерела безперебійного живлення, реалізована засобами Simulink-Stateflow

Як видно з результатів моделювання (рис. 2), переключення силових модулів здійснюється таким чином, що принаймні один з них завжди залишається у ввімкненому стані. Під час здійснення чергової ротації, спочатку відбувається ввімкнення наступного модуля, а через деякий час, який відповідає тривалості переходного процесу, здійснюється вимкнення попереднього.

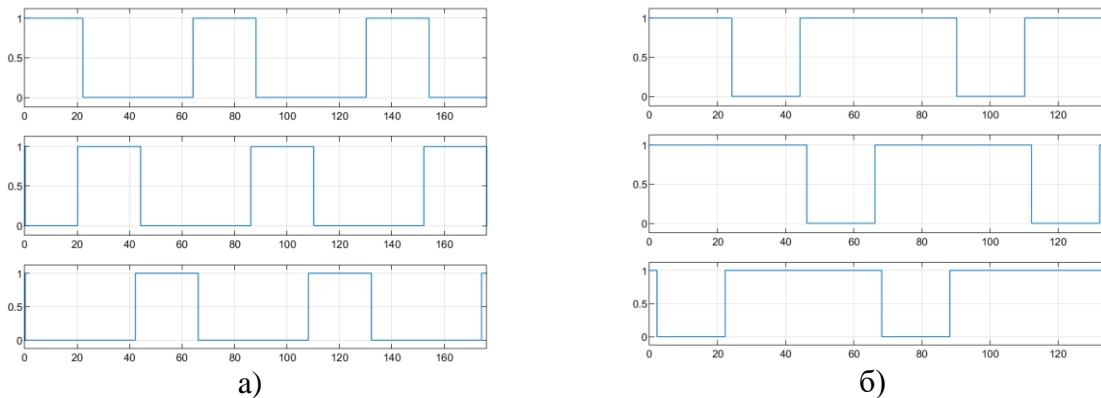


Рис. 2. Результати моделювання: а) періоди ввімкненого та вимкненого станів комбінацій одного з трьох силових модулів ДБЖ; б) періоди ввімкненого та вимкненого станів двох з трьох силових модулів ДБЖ

Застосування алгоритму ротації силових модулів дало змогу рівномірно розподілити тривалість роботи кожного з них, що в свою чергу призвело до збільшення часу їх напрацювання на відмову та, відповідно, підвищення надійності ДБЖ. Результати моделювання продемонстрували ефективність розробленої імітаційної моделі логіки керування в різних режимах роботи. Отримані результати можуть бути використані при впровадженні розробленого алгоритму в системі керування модульним джерелом безперебійного живлення.

УДК 621.326

М. Паламар, д-р. техн. наук, проф., М. Стрембіцький, канд. техн. наук, доц.,
Т. Горин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СПОСІБ ЗБІЛЬШЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ РЕФЛЕКТОРА СУПУТНИКОВОЇ АНТЕННОЇ СТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРА

М. Palamar, Dr., Prof., M. Strembicky Ph.D., Assoc., T. Horyn

METHOD OF INCREASING MEASUREMENT ACCURACY ANGLE ORIENTATION REFLECTOR USING MEMS ACCELEROMETER

Для забезпечення достатнього рівня сигналу з антенної станції при роботі в штатному режимі радіоапаратури, важливу роль відіграє точність наведення рефлектора антенної системи на супутник. У зв'язку із розвитком сучасної елементної бази на світовому ринку доступна велика кількість давачів, виготовлених по технології MEMS. Пристрої такого типу забезпечують високу роздільну здатність та точність вимірювання, зберігаючи при цьому невеликі розміри в межах від 1 до 100 мкм.

Спосіб вимірювання робочих кутів антени, який запропонований авторами [1] придатний лише для платформи типу Нехарод, який вимірює кут нахилу платформи. Тому запропоновано використання давача кутів на основі MEMS акселерометра та магнітометра, яким можна поміряти кут місця та азимут. Для антен встановлення давача можливе на її рефлектор, що забезпечує підвищення точності орієнтації дзеркала антени. При використанні даного методу визначення кутового положення виникає потреба в калібруванні осей давача.

В роботі використано дані, що отримані із сенсора марки LSM303DLHC, який є електронним компасом, що належить до сенсорів, які виготовлені по технології MEMS. Це мікросхема в SMD корпусі, кількість виводів – 14, діапазон вимірювання акселерометра $\pm 90^\circ$, магнітометра $\pm 180^\circ$. Роздільна здатність акселерометра 0.0027° , магнітометра 0.005° , робоча напруга 3.3В, має вбудований температурний сенсор, роздільна здатність якого 12 біт, який призначений для коректування показів сенсора в залежності від температури.

Таким чином, задачею калібрування є визначення коефіцієнтів в рівнянні перетворення еліпсоїда в сферу[2]:

$$\begin{bmatrix} Ax \\ Ay \\ Az \end{bmatrix} = (M_{xyz}) \begin{bmatrix} 1/K_x & 0 & 0 \\ 0 & 1/K_y & 0 \\ 0 & 0 & 1/K_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Rx - A_{x0} \\ Ry - A_{y0} \\ Rz - A_{z0} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

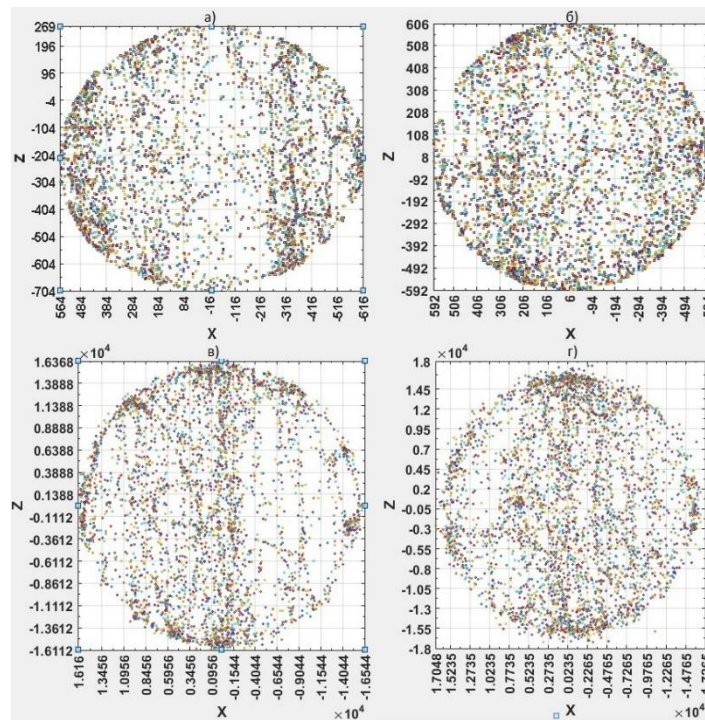
де A – скориговані значення XYZ, M – матриця нерівності, K – чутливість кожного каналу, R – вихідні дані із давача, A_0 – коригуючі значення матриці.

Для усунення похибки зміщення системи координат було виконано коригування розміщення нульової точки давача за допомогою визначених коефіцієнтів. В такому випадку калібрування давача буде мати наступний вигляд [3]:

$$\bar{X}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ia}, \quad X = X_{ia} - \bar{X}_a \quad (2)$$

де: X_{ia} – числові компоненти точок масиву даних; X_a – середнє значення; X – матриця коригуючих значень.

На рисунку 1 приведена візуалізація масиву даних експериментально отриманих із магнітометра та акселерометра до калібрування та після відповідно. Таке вирішення задачі калібрування реалізує ідентифікацію еліпсоїда по масиву даних. Яке дозволяє визначити не тільки зміщення нуля, а також статистично оцінити коефіцієнти підсилення та визначити орієнтацію осей чутливості. Після калібрування похибка даних складає менше 1%.



Основною перевагою методу визначення вектора оцінок з допомогою метода Рисунок 1. «Еліпсоїд чутливості» для магнітометра до калібрування (а), та після калібрування (б), та акселерометра до калібрування (в), та після калібрування (г) найменших квадратів є можливість проведення процедури калібрування без прив'язки до системи координат. Запропонований метод дозволяє позбутися від похибки зміщення нуля, а також компенсувати неоднорідний масштаб осей датчиків та похибку кутової орієнтації магнітометра.

Література

1. Паламар М.І. Спосіб підвищення точності вимірювання нахилу опорно- поворотної платформи антенної системи за допомогою MEMS акселерометра / М.І. Паламар, П.І. Мальований, М.О. Стрембіцький // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Присвяченої 55-річчю заснування ТНТУ та 170- річчю з дня народження І. Пулюя, (Тернопіль, 19–20 травня 2015) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – С. 124–125.
2. Ganssle J. A Designer's Guide to MEMS Sensors [Електронний ресурс]: Digi-Key Electronics. – 2012. – <https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2012/jul/a-designers-guide-to-mems-sensors>.
3. a-designers-guide-to-mems-sensors.
4. Корреляция, ковариация и девиация (часть 3) [Електронний ресурс] <https://habr.com/ru/post/263907>.

УДК 004.51

Ю. Скоренький, Н. Загородна, Р. Козак, О. Крамар

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСВІТНІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Yu. Skorenkyu, N. Zagorodna, R. Kozak, O. Kramar

AUGMENTED REALITY ENABLED TEACHING AND USE OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS FOR LEARNING PURPOSES

Незважаючи на актуальність запобігання кіберзагрозам, досі не існує систем візуалізації для розвитку компетенцій в галузі інформаційної безпеки на основі засобів доповненої реальності (augmented reality, AR), які дозволили б комплексно вирішити проблему захисту сучасних кіберфізичних систем від інформаційних загроз [1, 2]. Серед інтерфейсів доповненої реальності ті, які використовують 3D-голограми для змішування реальних та віртуальних об'єктів, досі не отримали належної уваги. Як реалізація голографічного інтерфейсу AR, у лабораторії кібер-фізичних систем ТНТУ 45-міліметровий пірамідний екран та відеопроєктор (дисплей високої чіткості) використовуються для створення 3D-голограм. Цей пристрій можна використовувати для повноцінного навчання з кібербезпеки. AR-тестування розроблених моделей компонентів кіберфізичних систем (cyber-physical systems, CPS) може бути застосоване для перевірки та налаштування як функціональних, так і нефункціональних (наприклад, ефективності, надійності, безпеки тощо) характеристик, виявлення проблем функціонування. Реалізація такого методу навчання, на наш погляд, підвищить мотивацію та дозволить студентам розвинути необхідні компетентності, досвід та м'які навички.

Запропонована концепція відображення ігрових сценаріїв з підтримкою AR на рамки компетенції та нові тривимірні інтерфейси користувача (фізичні пристрої) можуть покращити ситуацію. Створення фреймворку для впровадження інструментів AR в навчальні програми та сценарії навчання може забезпечити більш швидкі та ефективні методи навчання нових та сертифікаційне навчання діючих ІТ-фахівців у сфері кібербезпеки [3]. Запропонований підхід також може сприяти розвитку навчальних ресурсів AR [4], забезпечити ефективний та безпечний інструментарій віддаленої роботи у творчих галузях.

Література

1

2. Васса, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., Kinshuk. : Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. In: Educational Technology & Society, 17, 133–149, (2014).

3

4 .

–232 (2019).

УДК 519.216

Н. Стадник, С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФУНКЦІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СКЛАДНОСТІ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ДИСКРЕТНОГО ЦИКЛІЧНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ

N. Stadnyk, S. Lupenko, Dr. Prof.

FUNCTIONS OF COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF STATISTICAL EVALUATION METHODS CORRELATION FUNCTION OF DISCRETE CYCLIC RANDOM PROCESS

Відомим методом статистичного оцінювання кореляційної функції $r_{2_{\xi_1}}(t_{m_1}, t_{m_2})$ циклічного випадкового процесу $\xi_1(\omega, t_{m_l})$ дискретного аргументу у задачах спектрально-кореляційного аналізу циклічних сигналів, є метод, який розроблено у роботах. Цей метод дає змогу отримати статистичну оцінку $\hat{r}_{2_{\xi_1}}(t_{m_1}, t_{m_2})$ кореляційної функції $r_{2_{\xi_1}}(t_{m_1}, t_{m_2})$ циклічного випадкового процесу дискретного аргументу за його M -цикловою ω -реалізацією $\xi_{1\omega}(t_{m_l})$, що формально подається у вигляді такого виразу:

$$\hat{r}_{2_{\xi_1}}(t_{m_1}, t_{m_2}) = \frac{1}{M - M_1 + 1} \cdot \sum_{n=0}^{M-M_1} [\xi_{1\omega}(t_{m_1} + T(t_{m_1}, n)) - \hat{m}_{\xi_1}(t_{m_1})] \cdot [\xi_{1\omega}(t_{m_2} + T(t_{m_2}, n)) - \hat{m}_{\xi_1}(t_{m_2})], \quad (1)$$

$$m_1, m_2 \in \{1, \overline{M_1}\}, l_1, l_2 \in \{1, \overline{L}\}.$$

де M_1 ($M_1 \ll M$) – максимальне значення індексів m_1 та m_2 , що вибирається у залежності від кількості усереднень в реалізації статистики, щоб забезпечити необхідний рівень точності та достовірності статистичного оцінювання.

Аналогічна формула для обчислення значення статистичної оцінки $\hat{r}_{2_{\xi_2}}(l_1, l_2)$ кореляційної функції $r_{2_{\xi_2}}(l_1, l_2)$ L -періодичної послідовності $\xi_2(\omega, i)$, що ізоморфна відносно порядку та значень циклічному випадковому процесу $\xi_1(\omega, t_{m_l})$, ґрунтується на виразі:

$$\hat{r}_{2_{\xi_2}}(l_1, l_2) = \frac{1}{M - M_1 + 1} \cdot \sum_{n=0}^{M-M_1} [\xi_{2\omega}(l_1 + L \cdot n) - \hat{m}_{\xi_2}(l_1)] \cdot [\xi_{2\omega}(l_2 + L \cdot n) - \hat{m}_{\xi_2}(l_2)], \quad l_1, l_2 = 1, \overline{L \cdot M_1}. \quad (2)$$

Функція обчислювальної складності $F_2(L, M, M_1)$ задачі оцінювання кореляційної функції за формулою (2) має вигляд:

$$F_2(L, M, M_1) = 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^3 + 6 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 + 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^3 + 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 = 6 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - 6 \cdot L^2 \cdot (M_1)^3 + 9 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 = 3 \cdot L^2 \cdot (2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - 2 \cdot (M_1)^3 + 3 \cdot (M_1)^2) \quad (3)$$

Як видно із формули (3) при зростанні M обчислювальна складність буде лінійно зростати, при зростанні L , обчислювальна складність буде квадратично зростати, а при зростанні M_1 - обчислювальна складність буде змінюватися за кубічним законом.

Функція обчислювальної складності $F_1(L, M, M_1)$ задачі оцінювання кореляційної функції за формулою (1) має вигляд:

$$\begin{aligned}
 F_1(L, M, M_1) &= 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - 3 \cdot L^2 \cdot (M_1)^3 + 6 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 + 10 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - \\
 &- 10 \cdot L^2 \cdot (M_1)^3 + 12 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 = 13 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot M - 13 \cdot L^2 \cdot (M_1)^3 + 18 \cdot L^2 \cdot (M_1)^2 = \\
 &= L^2 \cdot (M_1)^2 \cdot (13 \cdot M - 13 \cdot M_1 + 18).
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Графіки перерізів функцій обчислювальної складності $F_1(L, M, M_1)$ та $F_2(L, M, M_1)$ подано на рис. 1 - 2.

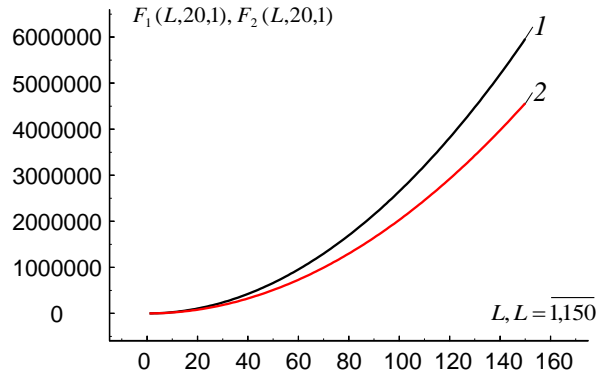


Рис. 1. Графіки перерізів функцій обчислювальної складності $F_1(L, M, M_1)$ та $F_2(L, M, M_1)$ від кількості L відліків циклічного сигналу на одному його циклі при фіксованих значеннях параметрів M та M_1 а саме, при $M = 20$ та $M_1 = 1$;

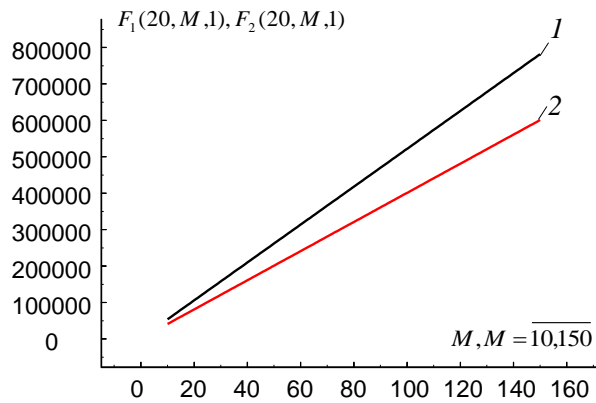


Рис. 2. Графіки перерізів функцій обчислювальної складності $F_1(L, M, M_1)$ та $F_2(L, M, M_1)$ від кількості M зареєстрованих циклів циклічного сигналу при фіксованих значеннях параметрів L та M_1 , а саме, при $L = 20$ та $M_1 = 1$

Як бачимо, функція обчислювальної складності, а саме, кількість операцій (арифметичних та операцій зчитування даних із масивів) для нового методу оцінювання кореляційної функції циклічного випадкового процесу дискретного аргументу є меншою у порівнянні із відомим.

Таким чином, у роботі отримано вирази для функцій обчислювальної складності відомого та нового методів статистичного оцінювання кореляційної функції циклічних випадкових процесів дискретного аргументу, що дало змогу досліджувати аналітичними методами вплив основних параметрів відповідних алгоритмів статистичного оцінювання на їх обчислювальну складність.

УДК 519.218

Н. Стадник, С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф., К. Чізова Ннамене
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КЛАСИ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ ЦИКЛІЧНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ НИМИ

N. Stadnyk, S. Lupenko, Dr., Prof., Ch. Chizoba Nnamene
CLASSES OF EQUIVALENCE OF CYCLIC RANDOM PROCESSES AND THE RELATIONSHIP BETWEEN THEM

Нехай маємо клас Θ усіх можливих циклічних відносно ймовірнісних атрибутів випадкових процесів дискретного або континуального аргументів [1]. Задамо різні типи відношень еквівалентності на класі Θ циклічних випадкових процесів. Зокрема, введемо відношення еквівалентності $\varphi_1 \subset \Theta^2$, що ґрунтується на понятті ізоморфізму [2] циклічних випадкових процесів відносно порядку та значень, та породжує розбиття $D_{\Theta}^{\varphi_1} = \{\Theta_{\beta}^{\varphi_1}, \beta \in \mathbf{B}\}$ класу Θ на підкласи еквівалентності. Також розглянемо відношення еквівалентності $\varphi_2 \subset \Theta^2$, що ґрунтується на понятті ізоморфізму циклічних випадкових процесів відносно порядку та їх ймовірнісних атрибутів циклічності, та породжує розбиття $D_{\Theta}^{\varphi_2} = \{\Theta_{\nu}^{\varphi_2}, \nu \in \mathbf{Y}\}$ класу Θ на підкласи еквівалентності. Окрім цих двох типів відношень еквівалентності на класі Θ задамо відношення еквівалентності $\varphi_3 \subset \Theta^2$, яке має місце між строго ритмічно пов'язаними циклічними випадковими процесами із Θ , та, яке породжує розбиття $D_{\Theta}^{\varphi_3} = \{\Theta_{\gamma}^{\varphi_3}, \gamma \in \Gamma\}$ класу Θ на підкласи строго ритмічно пов'язаних циклічних випадкових процесів. Встановимо основні залежності між розглянутими вище відношеннями еквівалентності $\varphi_1 \subset \Theta^2$, $\varphi_2 \subset \Theta^2$ та $\varphi_3 \subset \Theta^2$, а також між породжуваними ними розбиттями $D_{\Theta}^{\varphi_1} = \{\Theta_{\beta}^{\varphi_1}, \beta \in \mathbf{B}\}$, $D_{\Theta}^{\varphi_2} = \{\Theta_{\nu}^{\varphi_2}, \nu \in \mathbf{Y}\}$ та $D_{\Theta}^{\varphi_3} = \{\Theta_{\gamma}^{\varphi_3}, \gamma \in \Gamma\}$ класу Θ усіх можливих циклічних відносно множини ймовірнісних характеристик випадкових процесів.

Оскільки із ізоморфізму циклічних випадкових процесів відносно порядку та значень із необхідністю слідує їх ізоморфізм відносно порядку та ймовірнісних атрибутів циклічності, то із відношення еквівалентності $\varphi_1 \subset \Theta^2$ із необхідністю слідує відношення еквівалентності $\varphi_2 \subset \Theta^2$ ($\varphi_1 \Rightarrow \varphi_2$), а саме, має місце така залежність між цими відношеннями:

$$\varphi_1 \subset \varphi_2 \subset \Theta^2. \quad (1)$$

Тобто відношення $\varphi_2 \subset \Theta^2$ як підмножина декартового квадрату множини Θ циклічних відносно ймовірнісних атрибутів випадкових процесів включає відношення $\varphi_1 \subset \Theta^2$. Із співвідношення (1) безпосередньо випливає, що розбиття $D_{\Theta}^{\varphi_1} = \{\Theta_{\beta}^{\varphi_1}, \beta \in \mathbf{B}\}$ класу Θ циклічних випадкових процесів є більш дрібнішим, ніж його розбиття $D_{\Theta}^{\varphi_2} = \{\Theta_{\nu}^{\varphi_2}, \nu \in \mathbf{Y}\}$. А саме, оскільки кожний ν -елемент $\Theta_{\nu}^{\varphi_2}$ розбиття $D_{\Theta}^{\varphi_2} = \{\Theta_{\nu}^{\varphi_2}, \nu \in \mathbf{Y}\}$ є множиною ізоморфних відносно порядку та ймовірнісних атрибутів циклічності циклічних випадкових процесів, то задавши відношення еквівалентності $\varphi_1 \subset \Theta^2$ безпосередньо на ньому ($\varphi_1 \subset (\Theta_{\nu}^{\varphi_2})^2$), отримаємо розбиття $D_{\Theta_{\nu}^{\varphi_2}}^{\varphi_1} = \{\Theta_{\nu, \mu}^{\varphi_1}, \mu \in \mathbf{M}\}$ цього ν -елемента $\Theta_{\nu}^{\varphi_2}$. Кожен μ -елемент $\Theta_{\nu, \mu}^{\varphi_1}$ розбиття $D_{\Theta_{\nu}^{\varphi_2}}^{\varphi_1} = \{\Theta_{\nu, \mu}^{\varphi_1}, \mu \in \mathbf{M}\}$ є класом

еквівалентності, а саме, класом ізоморфних відносно порядку та значень циклічних випадкових процесів із ν -елемента $\Theta_\nu^{\varphi_2}$. Розбиття $\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_2} = \{\Theta_\nu^{\varphi_2}, \nu \in \mathbf{Y}\}$ класу Θ , що породжене відношенням еквівалентності $\varphi_2 \subset \Theta^2$, можна подати через елементи більш дрібнішого розбиття $\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_1} = \{\Theta_\beta^{\varphi_1}, \beta \in \mathbf{B}\}$, породженого відношенням $\varphi_1 \subset \Theta^2$, а саме так:

$$\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_2} = \left\{ \bigcup_{\mu \in \mathbf{M}} \Theta_{\nu, \mu}^{\varphi_1}, \nu \in \mathbf{Y} \right\}.$$

Оскільки будь-який клас еквівалентності $\Theta_{\nu, \mu}^{\varphi_1}$ у розбитті $\mathbf{D}_{\Theta^{\varphi_2}}^{\varphi_1} = \{\Theta_{\nu, \mu}^{\varphi_1}, \mu \in \mathbf{M}\}$ класу $\Theta_\nu^{\varphi_2}$ однозначно задається, маркується параметром $\mu \in \mathbf{M}$, а будь-який клас еквівалентності $\Theta_\nu^{\varphi_2}$ у розбитті $\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_2} = \{\Theta_\nu^{\varphi_2}, \nu \in \mathbf{Y}\}$ ідентифікується параметром $\nu \in \mathbf{Y}$, а для ідентифікації будь-якого класу $\Theta_\beta^{\varphi_1}$ у розбитті $\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_1} = \{\Theta_\beta^{\varphi_1}, \beta \in \mathbf{B}\}$ необхідно задати параметр $\beta \in \mathbf{B}$, то цей параметр можна задати парою (ν, μ) , яка є елементом декартового добутку $\mathbf{Y} \times \mathbf{M}$ індексних множин \mathbf{Y} та \mathbf{M} . Тобто, індексна множина \mathbf{B} пов'язана із індексними множинами \mathbf{Y} та \mathbf{M} через їх декартовий добуток, а саме, $\mathbf{B} = \mathbf{Y} \times \mathbf{M}$.

Відношення $\varphi_1 \subset \Theta^2$ та $\varphi_3 \subset \Theta^2$ як підмножини декартового степеня множини Θ , не мають спільних елементів:

$$\varphi_1 \cap \varphi_3 = \emptyset. \quad (2)$$

Тобто, із (2) слідує, що якщо будь-які два циклічні випадкові процеси із Θ є ізоморфними відносно порядку та значень (належать деякому класу еквівалентності $\Theta_\beta^{\varphi_1}$), то вони із необхідністю не є строго ритмічно пов'язаними (мають різні функції ритму і одночасно не належать жодному із класів еквівалентності $\Theta_\gamma^{\varphi_3}$). З іншої сторони, якщо будь-які два циклічні випадкові процеси із Θ є строго ритмічно пов'язаними (мають рівні функції ритму і належать деякому класу еквівалентності $\Theta_\gamma^{\varphi_3}$ із $\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_3}$), то вони із необхідністю не є ізоморфними відносно порядку та значень і одночасно не належать жодному класу еквівалентності $\Theta_\beta^{\varphi_1}$ із $\mathbf{D}_\Theta^{\varphi_1}$.

Виходячи із наведеного вище, видно, що будь-який елемент (циклічний випадковий процес) із Θ може бути однозначно ідентифікованим, шляхом його мічення параметрами β та γ , а саме, парою (β, γ) із декартового добутку $\mathbf{B} \times \mathbf{G}$ індексних множин \mathbf{B} та \mathbf{G} . Тобто, параметри β та γ , фактично, задають певну умовну систему координат, із допомогою якої можна ідентифікувати будь-який циклічний випадковий процес із Θ .

Наведені вище співвідношення лежать в основі структуризації класу циклічних випадкових процесів, що полягає у виявленні різних видів його розбиття на класи еквівалентності, встановлення їх властивостей та аналітичних залежностей між цими відношеннями еквівалентності та елементами розбиттів, що дає можливість розробки методів їх статистичного опрацювання із низькою обчислювальною складністю в портативних цифрових системах із обмеженими обчислювальними ресурсами.

Література

1. Лупенко С.А. Наукова монографія «Теоретичні основи моделювання та опрацювання циклічних сигналів в інформаційних системах» С.А. Лупенко. – Львів: Вид-во «Магнолія – 2006», 2016, – 344 с.
2. Steve Awodey. Category Theory/ Steve Awodey//Oxford science publications. Clarendon press. – Oxford New York 2006. – P.256. ISBN 0-19-856861-4. 978-0-19-856861-2.

УДК 004.51

А.А. Станько

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТАХ РОЗУМНИХ МІСТ

A. Stanko

TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN SMART CITY PROJECTS

Величезний прогрес в гетерогенних технологіях зв'язку дав можливість об'єктам «розумних міст» взаємодіяти один з одним, забезпечуючи при цьому з'єднання з мережею. Однак ці комунікаційні технології не можуть забезпечити бездоганний зв'язок у розумних містах через співіснування тисяч пристроїв, що спричиняє кілька проблем.

Протягом останніх кількох років інновації в галузі комунікаційних технологій стали широко визнаною тенденцією і, як очікується, відіграють вирішальну роль в плані забезпечення зв'язку в розумних містах. Термін «розумне місто» використовується для позначення міст, що займають технологію, які можуть пропонувати збір, аналіз та розповсюдження інформації, щоб трансформувати послуги, пропоновані громадянам, підвищити операційну ефективність та спричинити кращі рішення на муніципальному рівні [1]. Бачення майбутньої парадигми розумного міста базується на понятті сполученості. Зв'язок відіграє головну роль у розумних містах, щоб забезпечити сумісний доступ та взаємозв'язок між неоднорідними об'єктами розумного міста [2]. Крім того, в розумних містах телекомунікаційна інфраструктура також може забезпечити ефективну доставку послуг та якісну інформацію через велику кількість цифрових пристроїв із залученням різних технологій, таких як бездротові сенсорні мережі, «машина-машина» (M2M) зв'язок, зв'язок між автомобілем (V2V), віртуалізація мережі та шлюзи[3].

Загальна кількість таких пристроїв до кінця 2020 року досягне 50 мільярдів. Забезпечення безвідмовного зв'язку стає головною проблемою, оскільки більшість існуючих комунікаційних технологій можуть бути піддані впливу. Існує ряд рішень на базі Bluetooth, ZigBee, WiFi, NFC, Z-Wave, LoRaWAN та 6LoWPAN, їхні можливості щодо пропускну здатності та діапазону передачі дуже обмежені. Більше того, вдосконалені технології проекту партнерства третього покоління (3GPP), такі як WiMAX, LTE та LTE-Advanced (LTE-A), також мають ряд недоліків через велике споживання енергії, оскільки більшість підключених пристроїв в проектах розумних міст мають обмеження ресурсу акумулятора..

Стан телекомунікаційних технологій у «розумних містах»:

Стільниковий зв'язок: будь-яка програма IoT, яка потребує роботи на більшій відстані, може скористатися можливостями стільникового зв'язку GSM / 3G / 4G / 5G. Стільниковий зв'язок здатний надсилати велику кількість даних, особливо для 4G та 5G, витрата, а також споживання електроенергії занадто висока для багатьох випадків, але цей тип зв'язку підходить для швидкодії проектів. LTE-A - має на меті збільшити покриття пропускну здатності, використовуючи технологію дрібних комірок. Маленька комірка - це низькопотужна та недорога базова радіостанція, яка може надавати

підприємствам кращі послуги стільникового зв'язку. Розгортання малогабаритних технологій може допомогти задовольнити комунікаційні та мережеві вимоги програм розумних міст з точки зору сумісності, надійності, обмеженого споживання електроенергії та багатомодального доступу для підвищення якості зв'язку.

Існує нова технологія WiFi на основі IEEE 802.11ah, розроблена для розумного міста. Технологія WiFi сьогодні широко адаптується у світі, але вона не підходить для середовищ, де велика кількість пристроїв підключені один до одного, як у випадку розумних міст.

Також існує механізм [4] для розумних міст, який базується на потужності сигналу WiFi. Цей механізм допоміг відстежувати пацієнтів, які займали деяку кімнату в лікарні або залишалися вдома за допомогою діапазону інтенсивності сигналу WiFi. Сила сигналу WiFi допомагає визначити місце розташування пацієнтів при кожному русі. Смартфони пацієнтів використовуються для отримання інформації про силу сигналів. Основна перевага механізму полягає в тому, що він базується на існуючій інфраструктурі WiFi, а нових змін під час його впровадження не потрібно.

Комунікація із видимим світлом (VLC) може бути майбутньою ширококутовою технологією, оскільки вона забезпечує безперешкодне з'єднання між функціональними шарами архітектури розумного міста.

Існують запропоновані рішення, засновані на комунікаційній технології автомобіль до інфраструктури (V2I), щоб зменшити затори в транспортних мережах у розумних містах. Обмежена пропускна спроможність дорожніх мереж та поодинокі події на маршруті серйозно заважають прогресу в напрямку управління заторами дорожнього руху. У цьому контексті такі комунікаційні технології як V2I можуть допомогти у зменшенні заторів у містах. Незважаючи на те, що запропоноване рішення може певною мірою допомогти вирішити проблему перевантаженості дорожнього руху, відсутність технічних стандартів для забезпечення сумісності та відсутність механізмів зворотного зв'язку до водія.

Бездротові сенсорні мережі на базі IEEE 802.15.4 [5] як інноваційну систему освітлення прикладних програм, що є одним із видів застосунків розумних міст.

Використання WSN в освітлювальних програмах може забезпечити багато переваг, таких як простота впровадження, розширюваність установки та гнучкість. Мережа, розгорнута для програм освітлення, також може включати прилади розумного вимірювання або розподілені датчики, які, як очікується, будуть встановлені найближчим часом.

Інноваційна архітектура на основі програмно визначених мереж (SDN). Архітектура може допомогти забезпечити на вимогу та ефективні мережеві ресурси для пристроїв бездротової персональної мережі (6LowPAN). Метою архітектури було зміцнення додатків на базі Інтернету речей (IoT) помилки контролю та моніторингу. IoT – це майбутнє інтелектуальних програм міста. Незважаючи на багато переваг архітектури, такі як низька вартість, більш детальна безпека та централізоване забезпечення мережі, складність коду та відсутність дружніх функцій є недоліками.

NFC [6] може відігравати важливу роль у розвитку розумних міст. Щоб перетворити розумне місто в реальність, потрібно розробити систему, яка підтримує програми NFC. У цьому контексті хмарна архітектура, заснована на технології NFC, була

запропонована авторами. В архітектурі використовується єдиний інтерфейс для отримання повідомлення та обробки його на сервері, який базується на технології хмарних обчислень. Крім того, була представлена модель планування ресурсів, яка має на меті задовольнити особливості програми NFC. Незважаючи на безліч переваг технологій NFC, таких як зручність та універсальність, слабка безпека є головною проблемою, яка може перешкоджати впровадженню NFC у розумних містах.

Висновки

Розумні міські мережі зазвичай розгортаються за допомогою різних технологій бездротової мережі, таких як WiFi, WiMAX, мобільні спеціальні мережі та бездротові мережі. Однак сумісність цих різноманітних бездротових мереж стала серйозною проблемою. Щоб увімкнути зв'язок між різними бездротовими мережами, необхідно вирішити проблеми, пов'язані з сумісними можливостями. Взаємодія різноманітних бездротових технологій для ефективної доставки додатків і послуг із доданою вартістю призводить до декількох складних питань, що стосуються, головним чином, архітектури, розподілу ресурсів, управління мобільністю, забезпечення якості обслуговування (QoS) та забезпечення безпеки. Таким чином, потрібно приділяти значну увагу вирішенню цих проблем у майбутньому.

Література

- [1] Sounman Hong, Sun Hyoung Kim, Sun Hyoung Kim "Big Data and government: Evidence of the role of Big Data for smart cities" – 2019 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2053951719842543>
- [2] D. Dobrilovic "Networking Technologies for Smart Cities: An Overview" 2018 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://indecs.eu/index.php?s=x&y=2018&p=408-416>
- [3] Mohammad Abdul Matin "Cognitive M2M Communications: Enablers for IoT" 2020 / Springer. Towards Cognitive IoT Networks pp 67–79
- [4] Francesco Potorti, Antonino Crivello "Localising crowds through Wi-Fi probes" Ad Hoc Networks Volumes 75–76, June 2018. Pages 87–97
- [5] Hossam Mahmoud Ahmad Fahmy "Wireless Sensor Networks Essentials" 2020 / Springer. Wireless Sensor Networks pp 3–39
- [6] Zhonglin Cao, Ping Chen, Zhong Ma "Near-Field Communication Sensors" – 2019 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/18/3947>

УДК 004.51

А.А Станько., А.Г. Микитишин, канд. техн. наук, доц., В.В. Левицький, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОНЦЕПЦІЯ АРХІТЕКТУРИ «РОЗУМНОГО МІСТА» ЯК КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ

A. Stanko, A. Mikitishin, Ph. D., Assoc. Prof., V. Levitskyi, Ph. D.

THE CONCEPT ARCHITECTURE OF THE "SMART CITY" AS A CYBERPHYSICAL SYSTEM

«Розумне місто» – комплекс заходів, спрямованих на модернізацію системи управління містом. Для кожного міста набір сервісів та технологій індивідуальний, адже кожне місто має свої проблеми та особливості. Однак можна визначити основні загальні напрями модернізації системи управління містом, без яких жодне місто не може ефективно функціонувати: безпека, охорона здоров'я, мобільність, енергоефективність, водопостачання, відходи, економічний сектор і житло. Концепцію «розумне місто» або «smart city» можна запропонувати як прості рішення, такі як: управління міським транспортом, автоматизована парковка, управління вуличним освітленням; і більш складна, електронна система охорони здоров'я, автоматичне виявлення несправностей трубопроводів у комунальних підприємствах або електронна система безпеки через камери спостереження. [1]

Таким чином «розумним» можна назвати таке місто в якого: інфраструктура та згенеровані дані, і результат їх обробки дозволяють створювати: «розумну економіку», «розумний уряд», «розумну мобільність», «розумне середовище», «розумний стиль життя», «розумний соціум». [2]

Протягом останніх двох десятиліть концепція «розумного міста» значною мірою була орієнтована на пропозицію, що змінило попит і бачення щодо того, як цифрові інновації можуть допомогти створити нові економічні можливості, покращити надання публічних послуг та сприяти залученню громадян у містах. Ця тенденція прискорила на тлі зростаючого попиту на послуги, скорочення державних бюджетів.

Розумні міста знаходяться на межі між соціальними та технологічними вимірами. Концепція охоплює «міста будь-якого розміру», включаючи менші громади чи регіони.

Система інформаційного обслуговування розумного міста - це складна система, яка складається з різних міських компонентів, масивних даних про обсяг та неоднорідну платформу обробки та різноманітні бізнес-системи. Завдяки єдиній інфраструктурі та слабко поєднаній структурі послуг може бути побудована глобальна уніфікована платформа інформаційного обслуговування, яка може реалізувати обмін інформацією та взаємозв'язок системи. Таким чином, можна підвищити ефективність повторного використання та сумісність завдань, послуг та даних.

При розробці архітектури та концепції такої платформи необхідно керуватись сервісній функції розумного міста.

Архітектура «Розумного міста» є складною та мультифункціональною, мобільною кіберфізичною системою. У запропонованій архітектурній структурі є п'ять

шарів: рівень взаємозв'язку, мережевий шар, шар конвергенції, рівень пізнання та рівень конфігурації.

Рівень взаємозв'язку та сприйняття

Під час проектування архітектури «розумного міста» він повинен забезпечувати функцію збору інформації за допомогою давачів та інтелектуальних засобів. Як правило, інформація може бути безпосередньо отримана за допомогою всіх видів давачів від різних контролерів та приводів, або отримана різними системами управління розумними містами. Фізичні компоненти, тобто інтелектуальні давачі, виконавчі механізми, об'єкти Інтернету речей, інтелектуальні системи входять у цей рівень. Потік даних, що, може передаватися мережевому рівню різними способами, такими як Zigbee, WSN, Wi-Fi, IoT та LAN.

Мережевий рівень

Змістовна інформація повинна виводитися залежно від ефективного управління даними та їх аналізу. Існує кілька методів, які реалізовані для перетворення інформації для мережевого рівня. Одночасно мережевий рівень повинен також забезпечувати можливості опису та інтелектуального аналізу неоднорідних даних, породжених гетерогенними вузлами, ефективну локалізацію, спричинену мобільністю вузлів, охопленням, та мережевою перевантаженістю, спричиненою масовою передачею даних тощо. Більше того, другий рівень кіберфізичної архітектури повинен володіти здатністю прогнозування та діагностики, яка могла б принести «самосвідомість» або автономність «розумному місту».

Рівень конвергенції

В архітектурі КФС рівень конвергенції відіграватиме роль інформаційного пулу. Масова інформація надходить у пул від кожного підключеного пристрою. Таким чином, слід отримати специфічний аналіз для отримання внутрішньої інформації. Рівень конвергенції повинен забезпечувати здатність до самопорівняння та самосудження. Рівень конвергенції міг би забезпечити всебічну інформаційну платформу для розумного міста, включаючи платформу обслуговування обміну інформацією муніципальної адміністрації та публічну інформаційну платформу на базі «інтернету речей».

Рівень моніторингу

Рівень є центром моніторингу і може дати ґрунтовні знання для кіберфізичної системи, включаючи аналіз завдань, планування завдань, виконання завдань, моніторинг завдань, що може сприяти правильному прийняттю рішень. Належна інфографіка необхідна для передачі отриманих знань користувачам або операторам. Рівень моніторингу міг би забезпечити функціонування центру для розумного міста, який міг би охопити всі сфери розумного міста, включаючи транспорт, медичне лікування, освіту, безпеку та комунальні послуги.

Конфігураційний рівень

Конфігураційний рівень виконує роль центрального контролю. Через реалізований конфігураційний рівень інформація з кіберпростору - це зворотний зв'язок до реального фізичного простору. Налаштування конфігурації повинні забезпечувати функції, такі як опис послуги, запит на обслуговування, склад сервісу та оцінка послуг, які можуть діяти як центр управління інформацією та управління для розумного міста.

Управління безпекою, контроль синхронності, управління даними, інтелектуальне обчислення та інтерактивний інтерфейс «людина-машина» повинні існувати у всій операційній системі розумного міста на базі кіберфізичної системи, що є гарантією нормальної роботи системи.

Під час запуску «розумного міста» система передачі інформації між вузлами зв'язку може бути реалізована через телекомунікаційну мережу, бездротову сенсорну мережу, мережу мовлення, Інтернет тощо, таким чином буде досягнуто більш широкого зв'язку. Доступність, надійність, безпека та безпека зв'язку безпосередньо впливатимуть на впровадження підсистем розумного міста. Спеціальна передача інформації в основному передається через спеціалізовану мережу зв'язку, оскільки під час переданої інформації існують більш жорсткі вимоги надійності, безпеки, реального часу. У цьому випадку загальнодоступні мережі не використовуватимуться, якщо немає неповних умов або вимог особливих умов.[3]

Висновок

На основі платформи кіберфізичних систем «розумного міста» можуть розгортатись сервіси на відповідних технологіях. Поряд з апаратним, програмним забезпеченням, мережевими компонентами та розумними пристроями, технологічний Інтернет речей також буде відігравати життєво важливу роль для підвищення ефективності роботи міста. Інструментами можуть бути давачі, аналітика, хмарні обчислення, центри обробки даних, комунікація, радіочастотна ідентифікація.

Література

- [1] Valeriia DykanMariia Ieromya "Implementation of Smart City Concept in Ukraine" – 2019 [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2019/08/shsconf_NTI-UkrSURT2019_06015/shsconf_NTI-UkrSURT2019_06015.html
- [2] Kitchin R. "Data-driven, networked urbanism" / Steps № 3 (2017) с. 103
- [3] Xinghua Xia "A Design of Cyber-Physical System Architecture for Smart City" – 2020 / Springer. Recent Trends in Intelligent Computing, Communication and Devices
- [4] Zelalem Jembre Yalew "Machine Learning / AI for IoT, M2M, and Computer Communication" – 2019 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ett.3757>
- [5] McKinsey Global Institute "MGI Smart Cities Executive summary" 2018 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.mckinsey.com>

УДК 004.77:004.942

М.О.Хвостівський, канд. техн. наук, доц., Г.М. Осухівська канд. техн. наук, доц.,
Л.В. Хвостівська, Д.В. Величко

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, Україна

РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРАФІКУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

M. Hvostivskyu, Ph.D., Assoc. Prof., H. Osukhivska, Ph.D., Assoc. Prof., L. Hvostivska,
D. Velychko

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELING OF COMPUTER NETWORK TRAFFIC

Сьогодні важко уявити будь-яку сферу діяльності людини без використання сучасних інтернет-технологій. Особливо це стало актуальним при переході на віддалену роботу та навчання під час карантинних заходів у 2020 році. Тому важливим є надання стабільного та якісного інтернет-зв'язку всім користувачам.

Одним із найважливіших показників роботи комп'ютерної мережі є мережевий трафік, який дозволяє оцінити як активність та поведінку її користувачів, так і здійснити моніторинг та аналіз її функціонування. Тому інтенсивність обміну інформацією в комп'ютерних мережах як локального так і глобального характеру обумовлює актуальність процедури оптимізації розподілу мережевих ресурсів і динамічного керування ними з метою мінімізації вірогідності виникнення перенавантажень. Найефективнішим способом уникнення перенавантажень мережі є прогнозування рівня інтенсивності трафіку мережі в часі, що забезпечить процедуру майбутньої оптимізації мережевих ресурсів та їх параметрів, а це неможливо без використання математичного моделювання.

У працях [1-2] трафік комп'ютерної мережі трактовано як модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу в загальних термінах, що потребує подальшого розвитку та конкретизацію такого використання.

Загальний вигляд трафіку комп'ютерної мережі одного з провайдерів м. Тернополя, зареєстрованого протягом семи днів (з 24.03.2020 р. по 30.03.2020 р.), зображено на рис. 1. Необхідно відмітити, що кожній добі притаманний чіткий пік трафіку мережі (див.рис.1), який характеризується добовими варіаціями один відносного одного в часі та за амплітудними значеннями піків (рис. 2).

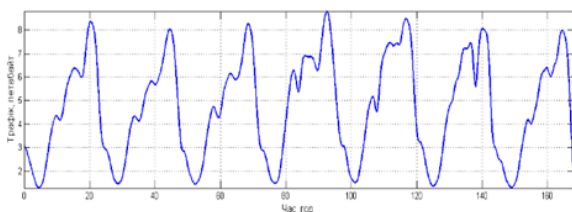


Рис. 1. Трафік комп'ютерної мережі з 24.03.2020 р. по 30.03.2020 р.

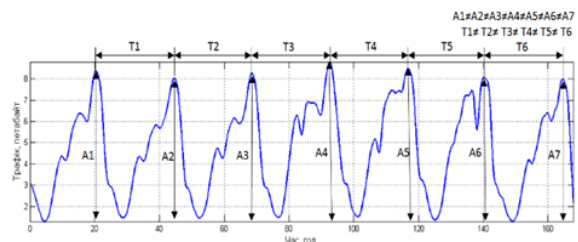


Рис. 2. Варіація параметрів піків трафіку комп'ютерної мережі з 24.03.2020 р. по 30.03.2020 р.

Для наглядності часових варіацій на рис. 3 зображено кількісні значення часових варіацій піків добового мережевого трафіку ($dA_n = \max(T_n - T_{n-1})$, де n – номер варіації, T_n – n -на часова відстань між піками).

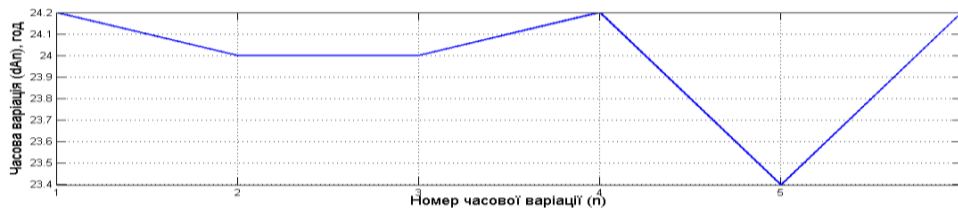


Рис.3. Часові варіації піків добового трафіку комп'ютерної мережі

Варіаційні взаємозв'язки трафіків різних днів дадуть змогу відстежити динаміку зміни параметрів навантаженості мережі, і, тим самим, забезпечить процедуру прогнозування поведінки комп'ютерної мережі.

Для дослідження варіації амплітудно-часових показників трафіків комп'ютерної мережі та виявлення їх взаємозалежності у часі необхідно застосувати засоби математичного моделювання, а саме, описати математичну модель трафіку, яка уможливить дослідження цих варіаційних взаємозв'язків між трафіками різних днів.

Модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу дає змогу врахувати у своїй структурі періодичність (повторність) доби, часову та амплітудну варіативність добового трафіку мережі та має у своєму арсеналі методи та алгоритми дослідження їх взаємозалежності у вигляді виразу:

$$\xi(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \xi_k(t) e^{j2\pi k t / T}, \quad t \in \mathbb{R} \quad (1)$$

де $\xi_k(t)$ – стохастична (варіаційна) складова добового трафіку комп'ютерної мережі у вигляді стаціонарних компонент; $e^{j2\pi k t / T}$ – періодична (добова) складова добового трафіку комп'ютерної мережі із періодом T , який рівний тривалості доби (24 години).

Модель вигляду (1) має у своєму арсеналі синфазний (з та без урахування зв'язків між компонентами), компонентний та фільтровий методи для аналізу (обробки) добового трафіку комп'ютерної мережі з метою отримання результатів, які кількісно відобразять оцінки параметрів взаємоваріації амплітудно-часових показників трафіку. Дослідження варіаційних взаємозв'язків між трафіками комп'ютерної мережі різних днів спостереження забезпечить процедуру апіорного визначення режимів роботи мережевих ресурсів з метою їх оптимізації при наданні якісних послуг користувачам мережі.

Література

1. Білостоцький Т. Математичне моделювання передачі даних в комп'ютерних мережах / Т. Білостоцький, Г. Осухівська // Матеріали II науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 25 квітня 2012 року – : ТНТУ, 2012 – С. 36. – (Секція 3. Комп'ютерні системи та мережі).
2. Осухівська Г. М. Дослідження навантаження трафіку пасивних оптичних мереж / Г. М. Осухівська, Н. І. Недогін // Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 17–18 листопада 2016 року. – Т. : ТНТУ, 2016. – Том II. – С. 86. – (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).

УДК 378.14

О. К. Шкодзінський, канд. техн. наук, доц., М. М. Луцків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**МОНІТОРИНГ ТА АВТОМАТИЗОВАНИЙ ОБЛІК ВИКОНАННЯ
НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В УМОВАХ
ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

O. Shkodzinsky, Ph.D., Assoc. Prof., M. Lutskev

**MONITORING AND AUTOMATED ACCOUNTING OF WORKLOAD IN
DISTANCE LEARNING**

Електронне навчання для сучасного навчального закладу стало важливим компонентом освітнього процесу як у цілому, так і однієї з форм його організації – дистанційного навчання, зокрема. Новітнє програмно-апаратне забезпечення та потужні засоби комунікації створили необхідні та достатні умови для підтримки різноманітних технологій навчання у віртуальному середовищі. Тут учасники освітнього процесу отримали:

- доступ до навчального контенту незалежно від часу доби та місця перебування;
- засоби комунікації та взаємодії, спектр яких починається від електронної пошти і закінчується аудіо- та відеоконференціями;
- системи тестування, що охопили усі види контролю знань від самотестування аж до підсумкової атестації.

Запровадження цих технологій дало можливість ще у 2015 році повністю перевести заочну форму навчання у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя (ТНТУ) на дистанційні технології. Основою для опанування навчальних дисциплін стали електронні навчальні курси (ЕНК) - розміщені у системі електронного навчання університету і доступні через мережу Інтернет взаємно інтегровані електронні освітні ресурси (навчальні, довідкові, практичні) та засоби тестування знань, відповідно до робочої програми дисципліни [1]. Для підтримки проведення онлайн-заходів застосовано інтегровану у систему електронного навчання групу серверів відеоконференцій «BigBlueButton». Паралельно було створено та запроваджено систему контролю якості, експертизи та сертифікації навчального контенту ЕНК [2]. Наступною проблемою, що постала перед розробниками віртуального освітнього середовища в ТНТУ стала потреба реалізації моніторингу та обліку роботи науково-педагогічного персоналу в онлайн-режимі, що особливо загострилась після переходу на повністю дистанційний режим роботи, пов'язаний із запровадженням карантину у другому півріччі 2019/20 навчального року.

В університеті реалізовано постійний моніторинг проведення онлайн-занять у середовищі відеоконференцій. Технічне рішення для моніторингу виконане у вигляді веб-застосунку, що публікує в режимі реального часу список занять, які проводяться на базі серверів відеоконференцій університету й інформацію такого змісту:

- ідентифікатор конференції, що дозволяє унікально вирізнити кожне заняття;
- назва ЕНК, на базі якого проводиться заняття;
- вид заняття, академічна(і) група(и);
- кількість учасників;
- викладач-модератор заняття;
- чи використовується аудіо-зв'язок викладачем;
- чи використовує викладач презентацію та скільки у ній слайдів;
- чи використовується викладачем трансляція головного вікна свого комп'ютера;

- чи використовує викладач трансляцію з веб-камери;
- чи проводиться аудіовідеозапис заняття.

ID	Курс	Вид заняття, група(и)	Учасників	Модератор	🎤	💬	🖥️	🔒	REC	Приєднатись
37210	Construction machinery	Practice	2	Ігнат'єва В. Б.	так	-	-	-	-	Приєднатись
29378	Fundamentals of management	Lectures and practical classes	8	Мосій О. Б.	так	4	-	-	-	Приєднатись
37175	Інтелектуальна власність	Практична робота №5	9	Гагалюк А. В.	так	3	-	-	-	Приєднатись
37181	Інтелектуальні системи аналізу консолідованої інформації	Л.Р №5	7	Струтинська І. В.	так	-	так	-	-	Приєднатись
37081	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лекція	10	Окіпний І. Б.	так	14	-	-	-	Приєднатись
2208	Вища математика (II семестр)	Лекція /СП - 11, СП-12, СБ-11	20	Цимбалюк Л. І.	так	13	-	-	-	Приєднатись

Рис. 1. Робоче вікно системи моніторингу перебігу он лайн-занять

Програма дозволяє також уповноваженим на це працівникам у режимі глядача приєднатись до заняття, щоб спостерігати за ним очима студента.

Рішення реалізоване, з використанням програмного інтерфейсу (API) «BigBlueButton», який було частково розширено («BigBlueButton» розповсюджується із відкритим вихідним кодом). Зокрема в API було додано функції для отримання розширеної інформації про презентацію (кількість слайдів) та чи транслює викладач своє робоче вікно під час заняття. API «BigBlueButton» виконаний мовою Java, та використовує БД Redis та MongoDB. Взаємодія веб-застосунку моніторингу і API «BigBlueButton» відбувається за допомогою REST API викликів через протокол HTTPS.

Для накопичення та систематизації статистики в університеті формується щоденний підсумковий звіт активності викладачів. Він генерується в кінці кожного робочого дня і надсилається відповідним підрозділам. Звіт виконується у форматі PDF та містить таку інформацію про кожного викладача, який користувався системою за облікову добу:

- часові рамки та тривалість кожної сесії у системі електронного навчання;
- часові рамки проведених занять у середовищі відео-конференцій, розширена інформація про кожне заняття:
 - ЕНК дисципліни, з якої проводилось заняття,
 - к-сть учасників, вид заняття, академічна(і) група(и),
 - використані інструменти для демонстрації матеріалу;
- загальна тривалість проведеного часу в системі.

Звіт реалізований завдяки розширеному логуванню активності всіх користувачів системи електронного навчання та середовища відеоконференцій. Програмне рішення для формування звіту виконане у вигляді скрипта мовою PHP, що планово запускається процесом crond.

Використання створеної системи забезпечило прозорість для моніторингу перебігу освітнього процесу та можливість обліку виконання навчального навантаження науково-педагогічних працівників в умовах дистанційного навчання.

Література

1. Дячук С. Ф., Коноваленко І. В. Шкодзінський О. К. Віртуальне освітнє середовище ТНТУ на базі LMS ATutor // Міжнародний наук.-практичний семінар «Теорія і практика дистанційного навчання іноземних громадян: вітчизняний та міжнародний досвід» ХНУРЕ, 12 листопада 2014. С.11–15.
2. Костишин С. О., Шкодзінський О. К. Метод та автоматизована система оцінювання ступеня впровадження навчальних курсів у віртуальному навчальному середовищі // Праці наук.-метод. конференції «Впровадження нових інформаційних технологій навчання». – Харків, 2012. – С. 100–104.

Секція: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Голови: д-р. техн. наук, проф. В.А. Андрійчук, д-р. техн. наук, проф. П.С. Євтух,
д-р. техн. наук, проф. М.Г. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф. А.М. Лупенко

Вчений секретар: канд. техн. наук, доц. В.П. Коваль

УДК 628.9.041.9

В.А. Андрійчук, д-р. техн. наук, проф., Я.О. Філюк, канд. техн. наук.,
М.С. Наконечний, канд. техн. наук.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КІНЕТИКА ПІСЛЯСВІЧЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

V.A. Andriychuk Dr., Prof., Y.O. Filiuk, Ph.D., M.S. Nakonechniy, Ph.D.

KINETICS OF AFTERLIGHTING OF LEDS LIGHT SOURCES

В сучасних освітлювальних системах провідне місце відводиться напівпровідниковим джерелам світла. Це пов'язано як з їх енергетичними характеристиками, так і з впровадженням інтелектуальних систем керування освітленням. Нелінійні вольт-амперні характеристики з великою крутизною вимагають керування за допомогою струмових сигналів, які можуть бути реалізовані в режимах імпульсного живлення. Перевагами такого живлення є: керування яскравістю та колірністю свічення СД, створення найбільш сприятливого температурного режиму, забезпечення необхідних умов захисту від критичних режимів і тим самим збільшення терміну експлуатації. Таким чином *актуальним* є вивчення умов імпульсного живлення світлових приладів з напівпровідниковими джерелами світла та пошук найбільш ефективних режимів їх роботи. *Метою даної роботи* було дослідження впливу параметрів імпульсних джерел живлення з широтною модуляцією імпульсів на енергетичну ефективність напівпровідникових джерел світла.

Для дослідження спектрального розподілу СД використовувався монохроматор УМ-2 з фотоелектронним помножувачем ФЕУ-85. Вимірювання енергетичних характеристик випромінювання СД проводились за допомогою інтегрального фотометра. Режим роботи напівпровідникового джерела світла задавався блоком живлення (SW3010D), генератором імпульсів (SIGLENT SDG 1050) та розробленим комутуючим пристроєм, на базі драйвера IR2304. Керування роботою установки, обробкою та збереженням результатів вимірювань здійснювали за допомогою персонального комп'ютера.

Перед тим як перейти до дослідження світлотехнічних характеристик СД були проведені вимірювання його електричних параметрів при імпульсному живленні. Вимірювання проводили для двох типів світлодіодів FYL-3014 і ARPL-1W червоного, синього, зеленого та білого свічення. Світлодіоди FYL-3014 живились від генератора SIGLENT SDG 1050 імпульсами частота, яких змінювалася в межах 1-700 кГц і заповненням 50%. Для живлення СД ARPL-1W додатково використовували електронний ключ.

На рис.1 приведені осцилограми імпульсів струму та напруги по передньому і задньому фронтах, які подавались на світлодіоді синього свічення ($\lambda_{max}=450$ нм). В даному випадку було використано СД типу FYL-3014. Аналогічні осцилограми були

отримані для такого ж типу світлодіодів білого свічення та інших монохроматичних СД. Такі ж дослідження були проведені на СД ARPL-1W відповідного спектрального складу випромінювання та були отримані подібні осцилограми.

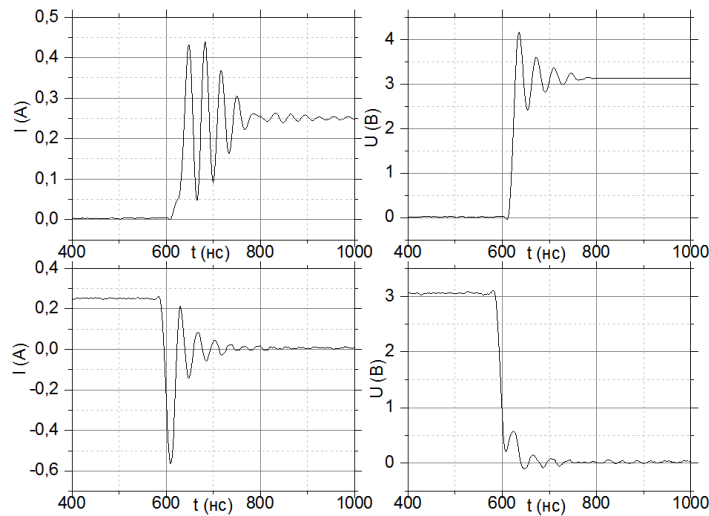


Рис. 1. Осцилограми імпульсів струму та напруги по передньому і задньому фронтах світлодіода синього свічення

На основі аналізу та розрахунків перехідних процесів в світлодіодному електричному колі було запропоновано еквівалентну електричну схему світлодіода при імпульсному живленні, яка приведена на рис. 2. Тут СД представлений паралельною ланкою, що складається з опору R_d , який визначається опором активної області гетеропереходу, та конденсатора C_d , ємність якого дорівнює дифузній ємності переходу. Послідовно їм приєднаний опір R_s , що включає опір пасивних областей СД, а також опір провідникових елементів електричного кола живлення. Еквівалентну схему коаксіального кабелю, по якому подаються імпульси напруги, представлено ланкою $L_p C_p$ з послідовним опором, який увійшов до складу R_s .

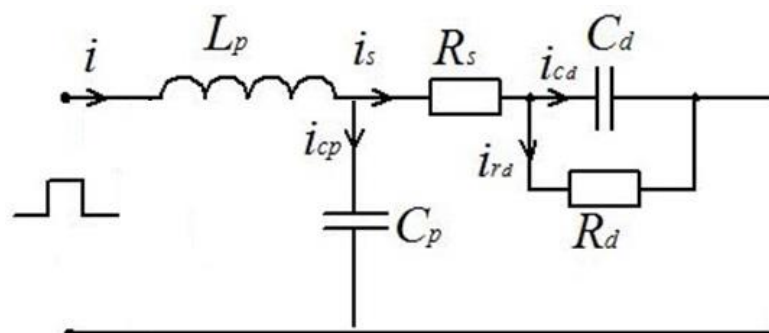


Рис. 2. Еквівалентна електрична схема світлодіода при імпульсному живленні

Для світлотехнічних досліджень були вибрані СД білого, синього, червоного та зеленого кольорів свічення. Спектральний розподіл даних джерел світла, записаний на установці на базі монохроматора УМ-2. Вимірювання кінетики світлових імпульсів проводили як на виході монохроматора, так і в інтегральному фотометрі. На рис.3 показана кінетика затухання світлового потоку світлодіодів.

З отриманих результатів видно, що кінетики затухання світлодіодів описується експоненціальною функцією і складається з короткотривалої та довготривалої складової.

$$I_t = I_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}} + I_2 e^{-\frac{t}{\tau_2}}$$

де, I_t – величина сигналу в момент часу t , I_1 , I_2 – значення сигналу окремої компоненти з часом затухання τ_1 та τ_2 відповідно. Величина часу затухання компонент показана в таблиці.

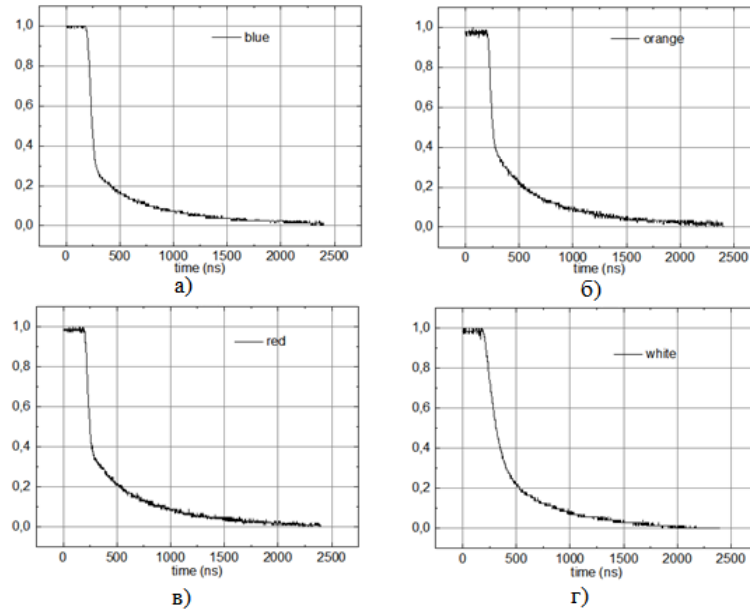


Рис. 3. Кінетики затухання світлового потоку для синього (а), оранжевого (б), червоного (в) та білого (г) світлодіодів.

Тип СД	τ_1 , нс	τ_2 , нс
Синій	52	661
Оранжевий	35	484
Червоний	33	527
Білий	117	816

Таким чином виходячи із кінетики електричних та світлотехнічних параметрів імпульсного живлення світлодіодів FYL-3014 і ARPL-1W встановлено, що максимальна частота імпульсів $f_{\text{макс}} = 700 \text{ кГц}$.

УДК 623.407

І. Белякова, В. Медвідь, В. Пісціо

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАПАЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ НА ОСНОВІ П'ЄЗОТРАНСФОРМАТОРА

I.Belyakova, V.Medvid, V.Piscio

IGNITOR FOR HIGH PRESSURE DISCHARGE LAMPS BASED ON A PIEZOTRANSFORMER

На сьогоднішній день відомі запалюючі пристрої (ЗП) для газорозрядних ламп високого тиску (ГЛВТ), принцип дії яких полягає у формуванні високовольтного імпульсу, у формі х конструкцію умовно можна представити спрощеною принциповою схемою (рис. 1) [1]. Основними недоліками ЗП, які використовуються на даний час, є велика матеріалоемність значні габаритні розміри конструкції та неможливість інтеграції із пристроями середньо та високочастотного живлення ламп високого тиску.

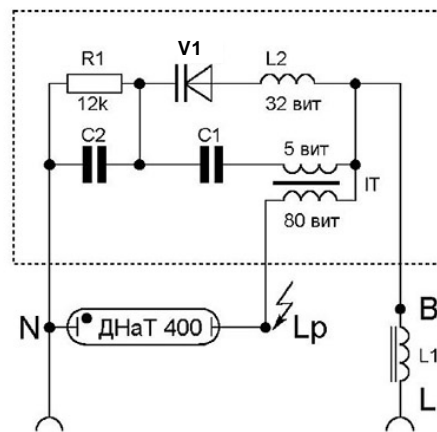


Рис. 1. Принципова схема типового ЗП для ГЛВТ

Результати ряду досліджень, проведених в попередні роки [2,3], підтверджують можливість створення ЗП для газорозрядних ламп на базі п'єзоелемента. Було запропоновано формувати високу напругу за допомогою п'єзоелектричних трансформаторів напруги (ПТН) [2, 3]; які мають високий коефіцієнт трансформації (50 + 1000 в режимі холостого ходу), високий ККД (до 90%), неприйнятні до сильних магнітних полів, стійкі до виникнення короткого замикання в колі навантаження, пожежобезпечні, невеликі за масою і габаритами.

Відомі запалюючі пристрої для ГЛВТ, що містять п'єзотрансформатор напруги та схему керування, що реалізує фазочастотний спосіб управління частотою вхідної напруги п'єзотрансформатора [3]. Основним недоліком такого запалюючого пристрою є складність конструкції, обумовлена великою кількістю дискретних елементів, висока критичність до зміни напруги живлення і зміни температури, що впливає на резонансні характеристики п'єзотрансформатора.

Авторами запропонована конструкція ЗП з ПТН, в якому усунені недоліки попередніх аналогічних пристроїв. Блок-схема такого ЗП представлена на рис. 2. Автоколивання в пристрої підтримуються за рахунок позитивного зворотного зв'язку з виходу ПТН через подільник 4 на вхід схеми керування. Положення робочої точки на амплітудно-частотній характеристиці ПТН задається блоком 1, який визначає робочу частоту п'єзотрансформатора б по відношенню до його власної частоти механічного

резонансу. Вихідна напруга ПТН через подільник 4 перетворюється формувачем 2 в дві послідовності імпульсів, зсунутих по фазі на 180° , із паузою в часі між ними, що забезпечує мінімальні динамічні втрати потужності на транзисторах вихідного каскаду 3 ЗП.

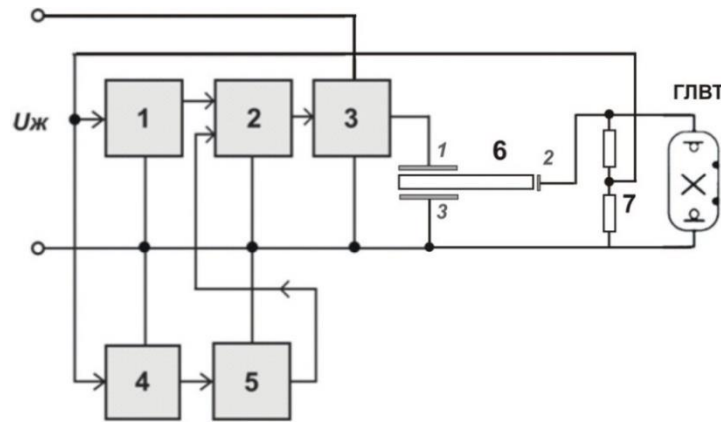


Рис. 2. Блок-схема ЗП на основі ПТН: 1 – задаючий елемент; 2 – формувач імпульсної напруги; 3 – вихідний транзисторний каскад; 4 – пристрій затримки в часі; 5 – пристрій захисту; 6 – п'єзотрансформатор напруги з секціями: 1 – входною, 2 – вихідною, 3 – спільною; 7 – резистивний подільник

Пристрій захисту 5 блокує роботу автогенератора 2, що призводить до знеструмлення ЗП уцілому, у випадку виникнення 1) тривалої роботи ПТН вже після запалювання лампи; 2) тривалого режиму холостого ходу на виході п'єзотрансформатора у випадку, якщо лампа не запалилася.

Давачем, який дозволяє визначити обидва ці випадки, є напруга на резистивному подільнику 7, під'єданого до виходу ПТН. Пристрій затримки в часі 4 обмежує часовий проміжок, протягом якого подається висока напруга запалювання на ГЛВТ (режим ХХ п'єзотрансформатора). Після подання напруги живлення $U_{ж}$ автогенераторна схема формувача 2 починає генерувати імпульси, частота яких вибирається більшою за першу гармоніку резонансної частоти п'єзотрансформатора. Імпульси підсилюються транзисторним підсилювачем потужності 3 і подаються на входню секцію 1 (генератор) п'єзотрансформатора 6. Це збуджує резонансні коливання в ПТН на вищій (другій) гармоніці, які підтримуються в ПТН за рахунок позитивного зворотного зв'язку з резистивного подільника 7. Формувач генерує дві послідовності імпульсів, які подаються відповідно на транзистори вихідного каскаду в протифазі з затримкою в часі, що дозволяє уникнути протікання струму через вихідні транзистори підсилювача 3 в момент їх перемикання. Далі напруга, близька за формою до синусоїди, з виходу 2 ПТН подається на лампу. Вхідна та вихідна напруги п'єзотрансформатора є близькими до синусоїдної,

В запропонованому ЗП використано ПТН поперечно-подовжного типу, що виконаний з п'єзоматеріалу ЦТБС-3 типу ТП-Р1 601403.

Література

1. ИЗУ – импульсные зажигающие устройства // КпрофЭлектро. Электронный ресурс. URL: <https://shop.p-el.ru/blog/elementy-i-ustroystva-elektropitaniya-kompensatsiya-reaktivnoy-moshchnosti/impulsnye-zazhigayushchie-ustroystva/> [Режим доступу: текст]
2. Импульсное зажигающее устройство / Галай Н.В., Кожушо Г.В. / Пат. 92008123. Российская Федерация, МПК6H05B41/231. Заявл. 25.11.1992. Опубл. 1003.1995.
3. Зажигающее устройство на пьезотрансформаторе для разрядных ламп высокого давления / А.А. Горошкевич. В.Р. Медвидь. Н.Г. Тарасенко // Светотехника. – 1993. – № 11. – С. 22–23.

УДК 697.148

В.О. Бурмака, М.Г. Тарасенко, докт. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ЕНЕРГООЩАДНИЙ ВПЛИВ СВІТЛОПРОЗОРИХ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ОФІСНОГО ПРИМІЩЕННЯ

V.O. Burmaka, M.H. Tarasenko, Dr., Prof.

ENERGY-SAVING EFFECT OF TRANSLUCENT STRUCTURES OF EXTERIOR WALL ENVELOPE ON THE ENERGY BALANCE OF AN OFFICE ROOM

За оцінкою Міжнародного енергетичного агентства на освітлення міст і населених пунктів витрачається близько 19% від всієї споживаної за рік електроенергії [1]. В житловому та комерційному секторах, за даними Адміністрації енергетичної інформації США, у 2018 р на ці потреби було використано близько 232 млрд. кВт·год. В Україні, за даними Держенергонагляду витрати електроенергії на штучне освітлення в об'єднаній енергетичній системі України становить близько 2,4 млн. кВт·год (10-12% усього електроспоживання) [2]. При цьому реальною є можливість зниження витрат електроенергії практично вдвічі без погіршення умов освітлення за рахунок удосконалення засобів і способів освітлення, реконструкції діючих освітлювальних установок (ОУ) та організації їх грамотної експлуатації [3]. Для цього потрібно:

- розширити виробництво і сфери застосування енергоефективних джерел світла (ДС) мінімум на 14%;
- збільшити світлову віддачу ДС мінімум на 6%;
- підвищити ефективності освітлювальних приладів (ОП) мінімум на 6%;
- поліпшити експлуатаційні характеристики ОП не менше ніж на 3,5%;
- розширити сфери застосування системи локалізованого освітлення мінімум на 6,5%;
- інтенсифікувати процес впровадження системи регулювання загального штучного освітлення в залежності від кількості природного світла мінімум на 4,5–7,5% [4];

Зрозуміло, що підвищення енергоефективності ОУ не повинно відбуватися за рахунок зменшення величини нормованої освітленості, відмови від використання штучного освітлення при недостатньому рівні природного або відключенні частини світлових приладів тощо. Це пояснюється тим, що втрати від невідповідних умов освітлення значно перевершують вартість зекономленої електроенергії.

Раціональне використання природного світла – це один із способів економії електроенергії на штучне освітлення. Основним джерелом природного освітлення приміщень є світлопрозорі зовнішні огороджувальні конструкції (СЗОК).

В дослідженнях [5-7] розглянуто вплив теплотехнічних параметрів на енергоефективність використання СЗОК. Наступним етапом стало визначення параметрів СЗОК, при яких їх сумарний вплив на сумарний енергетичний баланс приміщення буде позитивним. Для цього потрібно звести в один вираз такі характеристики як термічний опір ($R_{\text{СЗОК}}$), коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації $\varepsilon_{\text{СЗОК}}$, кліматичні умови та характеристики кліматичних пристроїв. Також

потрібно врахувати площу СЗОК (S), питоме споживання електроенергії системою штучного освітлення ($p_{\text{Ш.О}}$) і автономність природного освітлення ($АПО$) при нормованому значенні освітленості. В нашому випадку для офісних приміщень вона становить 300 лк ($АПО_{300}$).

Відповідно до [5] середнє значення COP для сучасних каналних кондиціонерів становить 3,41, а ERR – 2,73. Термічний опір для першої температурної зони України $R_{\text{ЕК}}=3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Виходячи з [5] сумарний вплив СЗОК на енергетичний баланс офісного приміщення, для м. Тернопіль можна описати виразами (1), (2), (3) і (4).

– для південної орієнтації:

$$W_{\text{СЗОК}} = S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} - S_{\text{Пд}} \cdot ((116,272 / R_{\text{СЗОК}} - 35,230) - 1,468 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \text{ (кВт}\cdot\text{год)/рік; (1)}$$

– для північної орієнтації:

$$W_{\text{СЗОК}} = S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} - S_{\text{Пн}} \cdot ((125,216 / R_{\text{СЗОК}} - 37,940) - 5,864 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \text{ (кВт}\cdot\text{год)/рік, (2)}$$

– для західної орієнтації

$$W_{\text{СЗОК}} = S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} - S_{\text{Зх}} \cdot ((120,744 / R_{\text{СЗОК}} - 36,585) + 36,7975 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \text{ (кВт}\cdot\text{год)/рік; (3)}$$

– для східної орієнтації

$$W_{\text{СЗОК}} = S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} - S_{\text{Сх}} \cdot ((125,216 / R_{\text{СЗОК}} - 37,940) + 37,545 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \text{ (кВт}\cdot\text{год)/рік. (4)}$$

Як видно з виразів (1) та (2) для південної та північної орієнтацій коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації (КВПСР) має негативний вплив на сумарний енергетичний баланс в приміщенні, тоді як для західної (3) та східної (4) – позитивний. Проте не варто забувати, що КВПСР також має і позитивний вплив на величину природного світла, яке надходить в приміщення, зменшуючи споживання електроенергії системою штучного освітлення.

Виходячи з виразів (1), (2), (3) та (4) отримуємо нерівності (5), (6), (7) та (8) для визначення параметрів, при яких СЗОК матиме позитивний вплив на сумарний енергетичний баланс приміщення для м. Тернопіль:

– для південної орієнтації:

$$S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} > S_{\text{Пд}} \cdot ((116,272 / R_{\text{СЗОК}} - 35,230) + 1,468 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \quad (5)$$

– для північної орієнтації:

$$S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} > S_{\text{Пн}} \cdot ((125,216 / R_{\text{СЗОК}} - 37,940) + 5,864 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \quad (6)$$

– для західної орієнтації:

$$S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} > S_{\text{Зх}} \cdot ((120,744 / R_{\text{СЗОК}} - 36,585) - 36,7975 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}), \quad (7)$$

– для східної орієнтації:

$$S_{\text{П}} \cdot p_{\text{Ш.О}} \cdot АПО_{300} > S_{\text{Сх}} \cdot ((125,216 / R_{\text{СЗОК}} - 37,940) - 37,545 \cdot \varepsilon_{3\text{С}}). \quad (8)$$

Висновки

Отримано вирази, які дозволяють визначити властивості СЗОК, при яких вони будуть зменшувати сумарне споживання електроенергії офісним приміщенням.

Література

1. Тарасенко М.Г. Динаміка параметрів розрядних ламп високого тиску при розгоранні та димеруванні / М.Г. Тарасенко, К.М. Козак, В.О. Бурмака // Світлотехніка та електроенергетика. – 2015. – № 3-4. – С. 15–21.
2. Черненко П.О. Підвищення ефективності короткострокового прогнозування електричного навантаження енергооб'єднання / П.О. Черненко, О.В. Мартинюк // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 1. – С. 63–70.
3. Гвоздев, С.М. Моделирование и расчет энергоэффективных систем интеллектуального освещения / С.М. Гвоздев, О.К. Куш, В.А. Сторожева // Оптический журнал. – 2011. – № 12 (77). – С. 37–44.
4. Коржнева Т.Г. Анализ теплотерь помещений через системы естественного освещения / Т.Г. Коржнева, В.Я. Ушаков, А.Т. Овчаров // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 4. – С. 56–60.
5. Бурмака В. Вплив орієнтації світлопрозорої зовнішньої огорожувальної конструкції на енергетичний баланс приміщення / Віталій Бурмака, Микола Тарасенко, Катерина Козак, Віктор Хомишин // Вісник ТНТУ. – Т. : ТНТУ. – 2019. – Том 94. – № 2. – С. 111–122. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2019.02.111
6. Бурмака В.О. Залежність теплотехнічних параметрів світлопрозорих зовнішніх огорожувальних конструкцій від їх площі / В.О. Бурмака, М.Г. Тарасенко // Зелене будівництво: Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2019. – С. 83–85.
7. Бурмака В. Енергофактивність застосування світлопрозорих конструкцій для природного освітлення приміщень / Віталій Бурмака, Микола Тарасенко // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування“, 8–9 червня 2017 року. – Т. : ТНТУ, 2017. – С. 196–198.

УДК 629.341

А.В. Гнатов, д-р. техн. наук, проф., Щ.В. Аргун, канд. техн. наук, доц.,
Г.А. Гнатова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ПРОЕКТ СОНЯЧНОЇ ЗАРЯДНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ЯК КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

В Україні тільки по набирає розвиток сонячна енергетика. Для її стимулювання держава вводить різні стимулюючі заходи, як то цільові субсидії, відміна або послаблення податкового навантаження, дотації тощо [1-3].

Мета роботи: аналіз існуючих видів сонячних електростанцій та дослідженням можливості проведення лабораторних та практичних занять на базі гібридної конструкції сонячної електростанції.

Для досягнення зазначеної мети в роботі необхідно розв'язати такі задачі:

провести аналітичний огляд рішень, щодо основних способів перетворення сонячної енергії та в електричну;

дослідити основні види та типи сонячних електростанцій;

запропонувати концептуальне рішення сонячної електростанції на основі її гібридної конструкції щодо розбудови комплексу для проведення лабораторних та практичних занять.

Виходячи з проведеного аналізу конструкцій типів та будови сонячних електростанцій та у відповідності до поставленого завдання за основу для комплексу проведення лабораторних та практичних занять вибрано гібридну мережеву сонячну електростанцію (СЕС) змінного струму, рисунок 1.

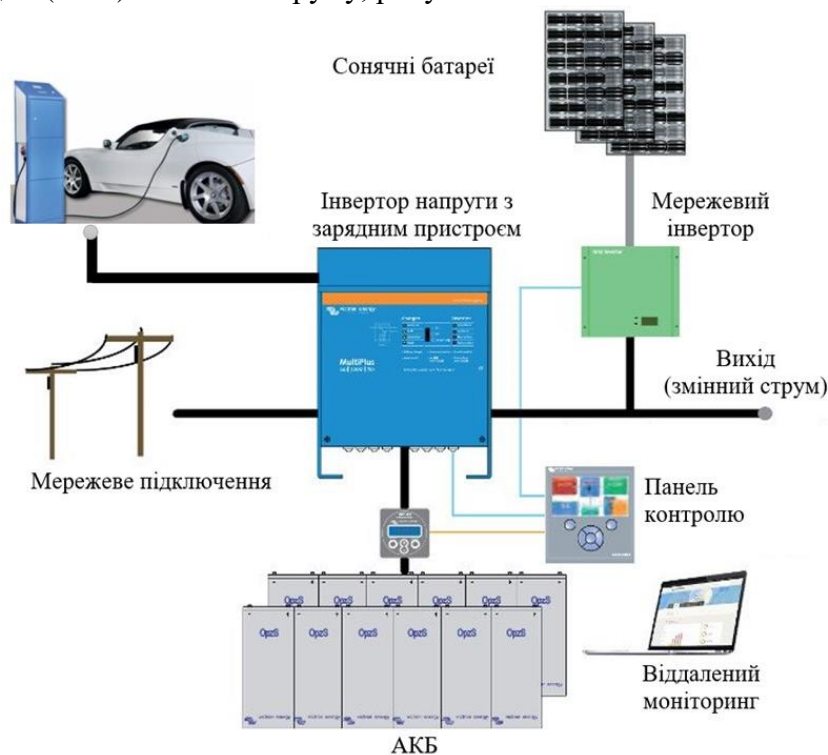


Рисунок 1. Схема структурна СЕС як комплексу для проведення лабораторних та практичних занять

Через панель контролю є можливість вимірювати сигнали та діаграми струму, напруги, потужності від часу на ключових складових елементах даного комплексу:

- сигнали з сонячних батарей (СБ);
- сигнали з АКБ (заряд/розряд);
- сигнали з мережі (прийом та віддача);
- сигнали, що подаються споживачам (наприклад, заряд електромобіля).

Сонячні батареї підключені до мережевого сонячного інвертора (DC/AC). Мережа змінного струму підключається на вхід гібридного інвертора (DC/AC), також до гібридного інвертора підключені АКБ. Вихід мережевого сонячного інвертора і гібридного інвертора об'єднані через розподільний щит і забезпечують електроживленням споживачів змінного струму. Від гібридного інвертора йде вихід до зарядних станцій електромобілів.

Застосування гібридного інвертора з зарядним пристроєм забезпечує ряд переваг – СЕС працює навіть при відсутності напруги в мережі змінного струму, а також в умовах нестабільної мережі.

В якості АКБ у запропонованій зарядній станції пропонується використовувати вживані АКБ від електромобілів. Їх сумарна потужність повинна забезпечити 200 кВт·год (приблизно від 8 до 10 літій-іонних АКБ електромобіля Nissan Leaf).

Отже, пропонується на даному комплексі проводити наступні лабораторні роботи:

1. Дослідження СЕС в режимі автономної роботи – 4 год.
2. Дослідження СЕС в режимі змішаного електропостачання – 4 год.
3. Дослідження СЕС в режимі резервного електропостачання – 4 год.

Пропонується на даному комплексі проводити наступні практичні заняття.

1. Налаштування гібридного інвертора сонячної електростанції на різні режими роботи.
2. Вимірювання вольт-амперної характеристики СБ з поступовим збільшенням та зменшенням опору навантаження.
3. Визначення оптимального навантаження СБ при різних схемах їх підключення.
4. Вимірювання функції потужності СБ в залежності від її навантаження.
5. Вимірювання функції струму, напруги та потужності від часу під час розряду АКБ сонячної електростанції при роботі на номінальне навантаження.
6. Визначення ефективності роботи СБ в залежності від її нагріву.
7. Визначення ефективності роботи СБ при її частковому та повному затемненні.
8. Побудова графіку навантаження сонячної електростанції при підключенні змінного у часі навантаження.
9. Розрахунок сонячної зарядної електростанції для заряду електромобіля.
10. Розрахунок сонячної електростанції для роботи на зелений тариф для одного домогосподарства.
11. Розрахунок сонячної автономної електростанції для забезпечення електроенергією одного домогосподарства.

Література

1. Гнатів А. В. Аналіз схем сонячних електростанцій на фотоелектричних модулях для зарядних станцій електромобілів / А. В. Гнатів, Щ. В. Аргун // Автомобільний транспорт. – Х. : ХНАДУ. – 2017. – Вип. 41. – С. 163-169.
2. Види сонячних електростанцій // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: http://ishop.sutem.com.ua/articles/topics/solar_energy/SES.
3. Гнатів А. В. Визначення оптимальних параметрів навантаження для ефективної роботи кремнієвих сонячних батарей / А. В. Гнатів, Щ. В. Аргун, О.А. Дзюбенко // - Харків : Вісник ХНАДУ. – 2018. – № 80. – С. 53–58.

УДК 621.315.337.4

П. С. Євтух, д-р. техн. наук, проф., О. О. Вакуленко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИПРОБУВАНЬ НАПРУГОЮ ІЗОЛЯЦІЇ ЕМАЛЬОВАНИХ ПРОВІДІВ

P. Yevtukh, Dr., Prof., O. Vakulenko

INCREASING EFFICIENCY OF THE ENAMELLED WIRES TESTING INSULATION

Найбільш визначальним показником якості лакового шару емальованих провідів є напруга пробою. Однак, широко використовувані методики її визначення, в тому числі й стандартні, мають один суттєвий недолік: в розрядному проміжку завжди присутній повітряний, причому різної довжини, що зумовлює значний розкид напруг та їх значне завищення. Дослідженнями встановлено до 3-кратного перевищення напруги пробою ізоляції стандартним методом над реальною напругою пробою у місцях послаблення ізоляції чи розташування дефектів. Так, для емальованого проводу марки ПЭЭИДХ2–200–1,25 ТУУ 31.3–00214534–0.35:2005, одного з провідів досліджуваної серії номіналом (0,56 ... 1,80) мм, були отримані такі найбільш ймовірні напруги U_{50} , кВ, згідно стандартного методу (1) на зразках типу «скруток», візуального виявлення дефектів ізоляції у коронному розряді (2) та методом «суцільного контакту» (3) [1]: $U_{50}(1) : U_{50}(2) : U_{50}(3) = 10,75 : 7,15 : 3,45 = 3,16 : 2,07 : 1$.

Спостереженнями за місцем виникнення видимої корони на робочій частині зразків типу «скруток» при випробуванні ізоляції серії емальованих провідів на пробій було підтверджене допущення, що у місцях розташування дефектів чи послаблень ізоляції є підсилення напруженості електричного поля, яке супроводжується характерним свіченням у фіолетовій області видимого спектру світла.

Напруга виникнення видимого коронного розряду U_k практично співпадала з розрахунковою. Так, при зміні густини повітря у місці проведення випробувань в межах $\delta = 0,97 \dots 1,02$ та при діаметрах досліджуваних провідів $d = (0,30; \dots ; 0,71)$ мм й коефіцієнті шорсткості $m = 0,99 \dots 1,00$ розрахункова напруженість електричного поля виникнення коронного розряду складала $E_k = (79,0 \dots 102,7)$ кВ·см⁻¹. Відповідна напруга U_k розвитку іонізаційного процесу на «скрутках» провідів при відстані між їх центрами $D = (0,328; \dots ; 0,786)$ мм рівна $U_k = (0,93 \dots 2,90)$ кВ. В умовах проведених досліджень поява видимої корони була зафіксована при напругах $U_{к.в.}^* = (1,6 \dots 3,2)$ кВ, що, з врахуванням суб'єктивності зорового сприймання спостерігача, є цілком достатнім підтвердженням справедливості проведених розрахунків.

Отримана поліноміальна модель залежності напруги пробою як функції відгуку, кВ, від складових розрядного проміжку при випробуванні емальованих провідів цієї серії згідно стандартної методики із застосуванням зразків типу «скруток» мала вигляд: $Y = 9,1 + 0,24 \cdot X_1 + 2,74 \cdot X_2 + 0,81 \cdot X_3$. Тут X_1 - відстані вздовж кривої найменшої довжини між місцями пробою штучних дефектів ізоляції, мм; X_2 - те ж згідно стандартної методики, мм; X_3 - номінальний діаметр емальованого проводу, мм. Вплив максимального фактору X_2 (випробування згідно стандартної методики) на функцію відгуку оцінюється значенням (27 ... 30)%, а причиною є статистичний розкид електричної міцності ізоляції, залежний від поздовжньої неоднорідності лакового шару емальованих провідів, що зумовлює появу значного повітряного проміжку різної довжини в розрядному і підтверджує недосконалість стандартної методики щодо виявлення дефектів чи послаблень ізоляції [2].

Для встановлення реального ступеня неоднорідності ізоляції були застосовані статистичні методи дослідження вибірок з мінімальним розміром 10 шт. зразків типу «скрутка». Так, для емальованого проводу марки ПЕТ–155–0,56 ТУ У 31.3–20006134–015:2004 параметри статистичного ряду складалі: $\bar{U}_{n1} = 10,6 \text{ кВ}$, $S_{n1} = 0,92 \text{ кВ}$. Перевірка на аномальність цього варіаційного ряду за допомогою критерію Граббса виявила, що значення $U_1 = 8,2 \text{ кВ}$ є аномальним і повинне бути виключене з вибірки результатів як груба помилка й таке, ймовірність якого менша за рівень значимості $\alpha = 0,05$. Однак, повторна перевірка статистичного ряду з подвоєним числом зразків та параметрами: $\bar{U}_{n2} = 10,24 \text{ кВ}$, $S_{n2} = 1,49 \text{ кВ}$ згідно цього критерію підтвердила наявність аномального «викиду» на рівні $U_2 = 5,6 \text{ кВ}$.

Перевірка на однорідність обох результатів за допомогою t -критерію Ст'юдента: $t_\gamma = t_{0,95} = 2,048 \geq t = 0,162$ показала, що вибіркові середні \bar{U}_{n1} та \bar{U}_{n2} різняться неістотно і обидві вибірки отримані з однієї генеральної сукупності випадкової величини u . Застосування до цих вибірок T -критерію Крамера–Велча, який враховує обмеженість їх об'єму, також підтвердило статистичну однорідність вибірок з їх аномальними значеннями: $|T| = 0,814 \leq u_{0,975} = 1,96$. Нерівність виду: $0,396 \leq 2,623 \leq 2,908$, розрахована за допомогою F -критерію Фішера для встановлення допустимості розкиду середньоквадратичних відхилень S_{n1} та S_{n2} , вказала на рівноточність проведених замірів напруги пробною ізоляцією, а самі заміри - позбавлені систематичної похибки [2].

Позитивний сукупний критеріальний результат підтвердив гіпотезу про те, що ізоляція емальованого проводу містить ділянки з дефектами чи послабленою ізоляцією.

Для встановлення характеристик розподілів напруг пробною у місцях послаблення чи дефектів ізоляції ефективним є застосування спеціально розробленого методу «суцільного контакту» на зразках довжиною $(1,0 \pm 0,1)$ м [1]. Після математичного оброблення отриманих мінімальних значень напруг пробною виявляється, що найбільш близьким є статистичний ряд Грама–Шарльє, який описується рівнянням щільностей розподілів: даного $f_s(U)$ й нормального $\varphi(U)$.

Для двомодальних розподілів з наявними «викидами» обох модальних ділянок напруги ефективним є використання функції правдоподібності $L[M(U); \sigma(U); S_k; \varepsilon]$ у поєднанні з групуванням масиву інтервалами рівної ймовірності. В результаті отримують відкориговані такою процедурою характеристики закону розподілу кожної з модальностей з відповідними відносними частотами w_{s1}, w_{s2} .

Отримані згідно методики [1] в результаті моделювання функції розподілів $F(U)$ використовують для нормування ізоляції згідно п'яти ступенів дефектності: ізоляція бездефектна (теоретично); з низьким, середнім, високим і підвищеним ступенями дефектності.

Розроблена методика дозволяє створювати математичні моделі, які враховують реальну дефектність ізоляції як у вихідному стані емальованого проводу, так і внаслідок дії технологічних чинників виробництва.

Література

1. Євтух П.С. Дослідження інформативності методів випробовувань напругою ізоляції емальованих проводів / П.С. Євтух, О.О. Вакуленко // Енергетика і автоматика. – 2013. – №2. – С. 20–31.
2. Yevtukh, P. Features of statistical data processing at insulation testing of enameled electric wires / P. Yevtukh, O. Vakulenko // Scientific Journal of the Ternopil National Technical University. – № 1 (81). – 2016. – P. 98–106.

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь¹, канд. техн. наук, доц., Ю.Б. Підгайний²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МАЛИХ ГЕС В УКРАЇНІ

M.M. Zin, Ph.D., Assoc. Prof., Y.B. Pidhainyi

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SMALL HYDROPOWER PLANTS IN UKRAINE

В Україні дуже активно розвивається відновлювана енергетика, зокрема мала гідроенергетика. Проектуються, споруджуються та вводяться в експлуатацію нові малі ГЕС. З урахуванням відсутності створів з відносно високими напорами малі ГЕС почали встановлювати у створах з наднизькими напорами – від 2 до 2,5 метрів. З огляду економіки це менш вигідно, однак у випадках наявності великих витрат води там можна використовувати досить високі встановлені потужності гідроагрегатів – 100 кВт і вище. Зокрема, в м. Чортків на р. Серет у створі з напором приблизно 2,5 м споруджено низьконапірну малу ГЕС потужності 200 кВт на базі однієї горизонтальної осьової подвійно регульованої трубної гідротурбіни WTW (Польща). Подвійне регулювання дозволяє цій турбіні ефективно працювати в широкому діапазоні витрат води – від 20 до 100 % відносно номінального значення. В гідрологічних умовах травня 2020 року, який виявився досить посушливим місяцем року, Чортківська мікроГЕС генерує електричну потужність приблизно 90 кВт, тобто працює на менш ніж на половину своєї потужності. Суттєвим недоліком турбіни WTW є її відносно висока ціна, що у випадку несприятливих обставин (наприклад, низьких витрат води у річці) може призвести до значного підвищення терміну її окупності.

На стадії проектування перебуває ще одна мікроГЕС на р. Серет – в с. Милівці (Чортківський район), у створі з напором 2 – 2,5 м, де знаходиться недіючий водяний млин. Розглядаються та порівнюються різноманітні варіанти оснащення цієї електростанції основним обладнанням. ТОВ «Мінігідро» (м. Харків) пропонує для цієї мікроГЕС турбіни T-120, T-100 та T-90 (або T-90P) (цифра в марці гідротурбіни означає діаметр робочого колеса в сантиметрах). Недоліком гідротурбін виробництва цієї компанії є те, що вони не забезпечують регулювання потужності, тобто не можуть «підлаштовуватися» під витрату води у річці. Як виняток, турбіна T-90P має одинарне регулювання (можуть повертатися лопатки лише напрямного апарату), але глибина такого регулювання незначна – 25 % (від 75 до 100 % відносно встановленої потужності) й у випадку роботи на прикритому напрямному апараті ККД турбіни суттєво знижується (тобто він є значно нижчим у порівнянні з ККД подвійно регульованої турбіни). Своє обладнання для цієї станції пропонують також польські компанії WTW і ENERKO ENERGY. Зокрема, компанія WTW пропонує горизонтальну подвійно регульовану осьову трубну гідротурбіну (подібну до встановленої у м. Чортків, тільки з іншим діаметром робочого колеса), а компанія ENERKO ENERGY – вертикальну подвійно регульовану осьову гідротурбіну (тобто «класичну» турбіну Каплана). Однак ситуація з проектуванням мікроГЕС у с. Милівці складатиметься таким чином, що на цій станції необхідно встановити як мінімум дві гідротурбіни: одну – поблизу підпірної стінки, а другу – в районі недіючого водяного млина (відстань між ними – кілька сотень метрів) (з екологічних міркувань). Наразі автори цих тез працюють над вирішенням питання вибору гідротурбін для цієї електростанції.

УДК 621.31

В.П. Коваль, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВОГО ПОТОКУ У ВІТРОВИХ ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ

V.P. Koval, Ph. D.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WIND FLOW USE BY WIND ELECTRIC GENERATORS

Світовий темп споживання енергоресурсів постійно зростає. Багато країн вживають заходи для зменшення споживання енергії з викопного палива, а саме: вугілля, нафта та газ. Разом з цим підтримується виробництво та споживання екологічно чистої та доступної відновлюваної енергії. В умовах поточного глобального співробітництва щодо використання та впровадження відновлюваної енергії споживання цієї енергії продовжує зростати. Прогнозується, що до 2050 року рівень споживання відновлюваної енергії зросте приблизно до 41%. Вітроенергетика є одним із природних відновлюваних джерел енергії, побудованих на певній ділянці, де багато вітру, і він використовується для отримання енергії. Намагаючись підвищити ефективність вироблення вітроенергетики, були інженери випробовували різні технології з метою підвищення ефективності отримання електроенергії. Одна із них – це використання концентратора вітрового потоку, що значно збільшує генерування енергії при не змінному діаметрі вітроколеса. Основна мета використання вітроконцентратора – створити зону низького тиску позаду і навколо лопатей. Ця технологія була апробована та підтверджена науковцями, що займалися підвищенням ефективності перетворення енергії вітру у механічну енергію обертання валу електрогенератора шляхом вдосконалення лопатей через моделювання та експериментально.

З метою встановлення ефективності цієї технології, виготовлено з допомогою 3D друку модель трилопатевого горизонтально-осьового вітроколеса діаметром 50 мм та кутом нахилу лопатей 15° . Концентратор має форму, зображену на рис. 1. Виготовлені 3 розміри концентратора із входними отворами діаметрами 55 мм, 60 мм та 65 мм. У

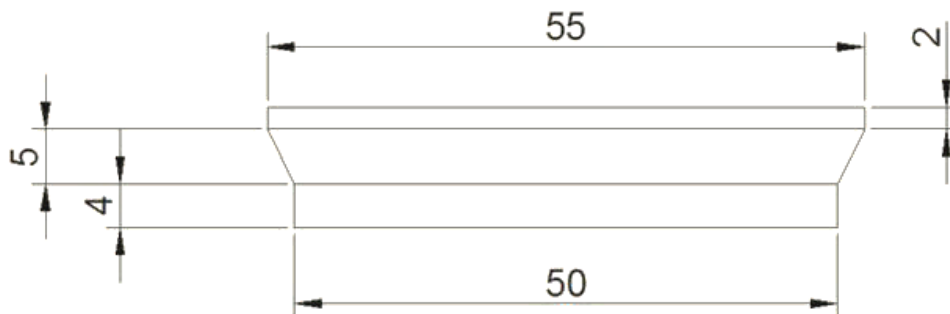


Рис. 1. Форма фізичної моделі концентратора вітрового потоку

побудованій експериментальній установці швидкість вітрового потоку вимірюється анемометром. Швидкість обертання та енергетичні характеристики фіксуються цифровим тахометром HS2234 та ватметром G.T. Power RS.

В процесі експерименту швидкість вітру змінювалася від 2,5 м/с до 4,5 м/с з кроком 1 м/с.

В результаті експериментів встановлено, що використання концентраторів підвищує швидкість обертання трилопатевого вітроколеса на 11,4 %, 28,8% та 36,4 % для діаметрів концентраторів 55 мм, 60 мм та 65 мм відповідно.

УДК 621.321

**М.Г. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф., К.М. Козак, канд. техн. наук, доц,
В.Р. Юськів**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ
ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ СВІТЛОВОГО
ПОТОКУ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА**

M. Tarasenko Dr. Prof, K. Kozak Ph.D. Assoc. Prof, V. Yuskiv

**ENERGY EFFICIENCY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF
EXISTING WAYS REGULATING OF LIGHT SOURCES LUMINOUS FLUX**

Проаналізовано вплив димерування джерел світла на енергоефективність та сумісність з електричною мережею.

Ключові слова: димерування, світлодіодне джерело світла, драйвер, ККД.

It has been analyzed the effect of light sources dimming on energy efficiency and compatibility with the power grid.

Keywords: dimming, LED light source, driver, efficiency

В теперішній час найбільш розповсюдженими є симісторні регулятори світлового потоку. Вони були розроблені для димерування виключно теплових джерел світла (ТДС) (рис. 1,а). З появою світлодіодних джерел світла (СДС) в продажі з'явилися і спеціалізовані світлодіодні драйвери які: а) можуть змінювати значення вихідного струму під дією симісторного димера (рис. 1,б); б) мають додатковий вхід керування постійною напругою 0-10 В (рис. 1,в); г) є DC/DC драйверми із зовнішнім сигналом з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) (рис. 1, г).

Для визначення відповідності параметрів енергоефективності та електромагнітної сумісності при застосуванні схем димерування, зображених на рис.1,а, рис. 1,б; рис. 1,в та рис. 1,г вимогам існуючих нормативно-технічних документів нами були зняті в процесі димерування ЛР потужністю 100 Вт і СДС потужністю 15,5 Вт наступні експериментальні залежності: а) динаміка нормованих значень активної і реактивної потужності; б) динаміка коефіцієнта корисної дії; в) динаміка коефіцієнта потужності; г) динаміка емісії вищих гармонік.

Аналіз отриманих залежностей показав, що при застосуванні симісторного димера (рис. 1,а) на фоні поступового зменшення активної потужності P_n спостерігається зростання реактивної потужності спотворень $W_{н.сп}$ та вмісту вищих гармонік, що і обумовлює падіння коефіцієнта потужності та ККД схеми.

Застосування симісторної схеми димерування з спеціалізованим світлодіодним драйвером призводить до ще більш інтенсивного зростання реактивної потужності спотворень, появи вищих гармонік в споживаному струмі та більш суттєвого падіння ККД схем

При застосуванні спеціалізованого світлодіодного драйвера з додатковим входом для керування постійною напругою 0-10 В та інтегрального імпульсного DC/DC драйвера із зовнішнім сигналом ШІМ ситуація суттєво покращується. Реактивна потужність спотворень, а відповідно і вміст вищих гармонік різко зменшуються. КП і ККД в широкому діапазоні димерування від $\gamma = 1$ до $\gamma = 0,5$ зберігають високі значення. КП в схемі рис. 1,в при $\gamma = 1$ дорівнює 0,91, а в схемі рис. 1,г – 0,98.

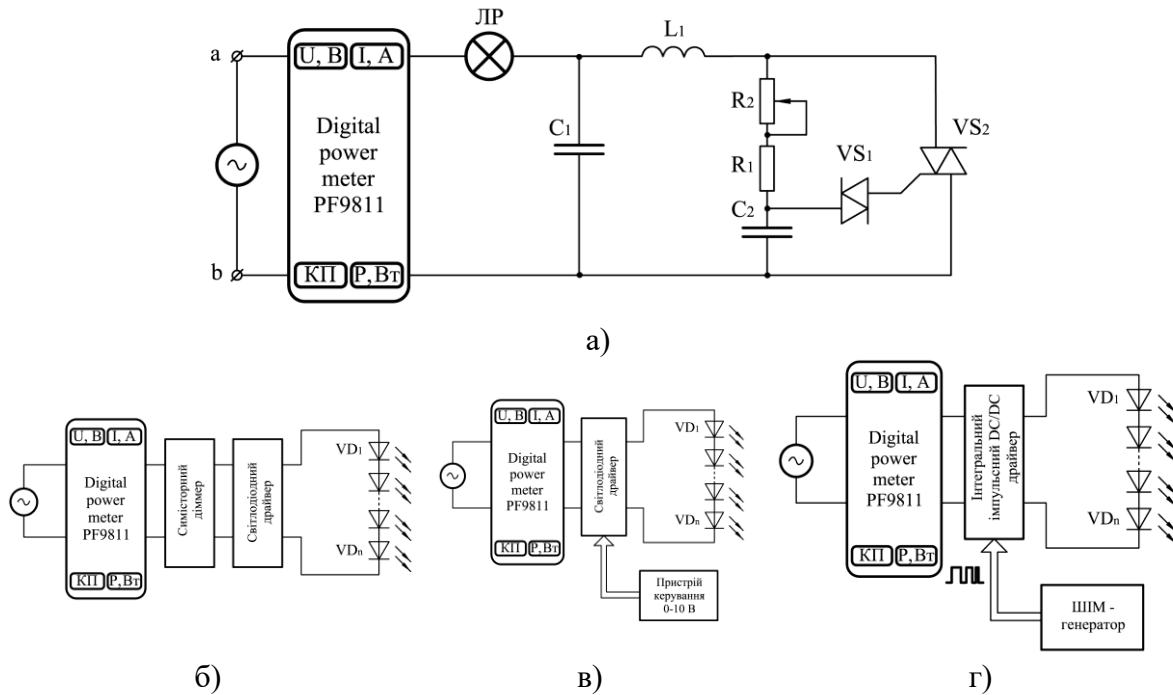


Рис. 1. Схеми димерування ДС: а) симісторна; б) симісторна з спеціалізованим світлодіодним драйвером; в) спеціалізований світлодіодний драйвер з додатковим входом для керування постійною напругою 0-10 В; г) інтегральний імпульсний DC/DC драйвер із зовнішнім сигналом з широтно-імпульсною модуляцією

Висновки

1. Виявлено, що кожному типу джерел світла, в залежності від фізичних принципів їхньої дії (теплових, напівпровідникових, розрядних низького та високого тиску, катодолюмінесцентних тощо), притаманні свої, характерні виключно для них ділянки, в межах яких регулювання світлового потоку є дійсно економічно вигідним. Для теплових джерел світла ця ділянка обмежена нормованим значенням напруги мережі $U_{\text{н}} = 0,40$, в той час як для напівпровідникових ДС такого обмеження не існує.

2. Доведено, що найкращим з точки зору енергоефективності регулювання світлового потоку ДС є те значення аргументу, в околі якого характерні не тільки найменші значення нормованої питомої вартості одиниці світлової енергії, але й виробляється максимальна її кількість. Для ТДС це $U_{\text{н}} = 0,6$, а для СДС – $I_{\text{н}} = 0,27$.

Література

1. Тарасенко М.Г. Методика розрахунку енергоефективності джерел світла. / М.Г. Тарасенко // Світлотехніка та електроенергетика. – 2011 – № 1. – С. 25–34.
2. Козак К. Залежність номінальних світлових віддач джерел світла від номінальних потужностей / К. Козак, М. Тарасенко // Вісник Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя. – 2013 – № 2 (70) – С. 173–182.
3. Козак К. Влияние геометрических параметров люминесцентных ламп на их электрические и светотехнические характеристики при постепенном изменении частоты напряжения питания. / К. Козак, Н. Тарасенко // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Издание Белорусского национального технического университета. – 2013. – № 5. – С. 38–45.

УДК 628.979; 621. 273

М.І. Котик, Л.М. Костик, канд. техн. наук, доц., В.А. Андрійчук, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН

M. Kotyk, L. Kostyk, Ph.D., Assoc.Prof, V.Andriychuk, Dr., Prof.

INFLUENCE OF PULSE IRRADIATION ON PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT PROCESSES

При дослідженні шляхів вирішення актуального завдання підвищення ефективності опромінювальних установок для рослин закритого ґрунту доцільним є вивчення застосування світлодіодних джерел світла завдяки їх високій енергетичній ефективності та різноманітному спектральному складу випромінювання. Також важливою перевагою світлодіодів є можливість їх використання в імпульсному режимі, що дозволяє вивчати кінетику процесів темного перетворення поглинутого випромінювання та відновлення рецепторів до початкового (незбудженого) стану.

При імпульсному опроміненні в листі рослин відбувається підвищення вмісту пігментів і посилення міцності зв'язку хлорофілу і каротиноїдів з ліпоїдно-білковим комплексом. Його дія полягає в зміні активності фотосинтетичного апарату через активацію біосинтезу пігментів і стимуляцію фотосинтезу.

Оцінка ефективності імпульсного випромінювання проводилась за флюоресценцією листка рослини та її ростових і морфометричних параметрах: суха та сира маса, площа листка, хлорофіли *a* та *b* та основні каротиноїди. Дані показники виявились найвищими в теплицях, де на фоні постійного опромінення білим світлом використовувалось імпульсне монохроматичне. Це свідчить про позитивний вплив додаткового імпульсного опромінення на ріст і розвиток рослин. Показники вимірювалися на 30 і 48 дні вегетації рослини перцю однорічного (*Capsicum annuum L.*)

Для постійного опромінення використовували енергоощадні компактні люмінесцентні лампи типу Osram Duluxstar 18W/840. Для імпульсного опромінення використали дві світлодіодні матриці розмірами 0,3 м×0,3 м. Перша складалася з 5 десятиватних світлодіодів синього, а друга – з 5 десятиватних світлодіодів червоного кольору свічення. Період імпульсу складав 1 с.

В дослідних варіантах, де сині та червоні світлодіоди працювали на фоні КЛЛ в імпульсному режимі, спостерігався ріст сирої маси пагона і маси самих листків на фоні суттєвого збільшення площі листової пластинки. Найвищий вміст пігментів хлорофілу *a* і *b* спостерігався при використанні червоного імпульсного світла на фоні КЛЛ.

Отже, проведені дослідження показали, що використання імпульсного опромінення на фоні постійного випромінювання компактних люмінесцентних ламп призводить до змін функціонального стану ФСА. Рослини, вирощені за умов домінування червоної складової спектру ФАР у імпульсному потоці світла, показали збільшення морфометричних показників рослин, концентрації хлорофілів *a*, *b* і основних каротиноїдів.

УДК 621.31

Д.О. Курочкін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ

D. Kurochkin

ANALYSIS OF EXTERNAL LIGHTING CONTROL SYSTEMS

В роботі представлено та коротка характеристика схем управління освітленням. Особливу увагу приділено системі керування DALI з її масштабуванням через протокол інтернет.

Ключові слова: управлінням світлом, DALI, інтернет.

The paper presents a brief description of the lighting control schemes. Particular attention is paid to the DALI control system with its scaling through the Internet protocol.

Key words: light control, DALI, internet.

Одним із шляхів енергозбереження у світлотехнічній галузі є використання систем керування освітленням. На сьогоднішній день застосовуються системи аналогового та цифрового керування. До аналогових систем відносять систему 0-10в, де управління відбувається за допомогою зміни постійної напруги в діапазоні 0 – 10 В. В цьому випадку на входи, що управляють освітлювальними установками (ОУ), подається напруга у вказаному інтервалі і залежно від її величини встановлюється яскравість світлового приладу. Нульовій напрузі відповідає мінімальна яскравість, а значенню +10 В – максимальна. Даний метод дуже затратний та малофункціональний. Основною перевагою цифрових схем є комунікація, зв'язок між окремими пристроями, об'єднаними в систему.

До цифрових систем відносять:

DMX-512A (англ. digital multiplex) – цифровий помножувач, для цифрових мереж передачі даних, використовуваних для управління світлодіодними джерелами світла та пристроями на їх основі. Він є ущільненим цифровим протоколом, здатним працювати з 512 пристроями. Оскільки обмін можливий тільки в одному напрямі він не передбачає перевірки і виправлення помилок.

RDM (Remote Device Management) протокол є модернізацією протоколу DMX512 він підтримує двосторонню комунікацію між керуючим пристроєм і обладнанням. Це дозволяє діагностувати стан приладів. Прожектор з протоколом RDM розпізнається пультом, як тільки його підключають до мережі живлення і керування. Прожектор може передати на керуючий пульт інформацію про свій стан: споживаний струм, робоча температура, час роботи, напругу в мережі, індекс передачі кольору. Протокол RDM дає можливість віддалено задавати стартові DMX-адреси в приладах, що для великих інсталяцій дозволяє істотно прискорити прописування освітлювальних приладів.

Система DALI стандартизована згідно стандарту IEC 60929. Розроблена на основі принципу децентралізованого інтелекту, тому кожен пристрій DALI має пам'ять, в якій зберігається вся необхідна інформація про пристрій, включаючи діагностичну, яка знижує технічні вимоги до системи управління і обсяг даних, переданих по шині. Лінія DALI – інтерфейсу двобічна, що дозволяє передавати інформацію як від контролера до периферійних пристроїв, так і назад. Зв'язок між контролером DALI і окремими пристроями здійснюється по двопровідній лінії. Можливе управління до 64 пристроїв по одній шині, на кожному просторі можна утворювати до 16 варіантів сцен;

Bluetooth система використовується для управління світловими приладами в будинку та індивідуального освітлення і вмонтовується в більшості випадків в невеликі світильники декоративного призначення.

ACN (Architecture for control networks E1.17). мережевий протокол для управління освітлювальними системами по IP-мережі. Зв'язок здійснюється за стандартними лініями Ethernet або Wi-Fi. Протокол ACN є повністю двонаправленим. Кожен пристрій має унікальний ідентифікаційний номер, за яким контролер розпізнає підключені пристрої. Крім того, до кожного пристрою додається файл з описом всіх можливостей джерела світла. Таким чином, контролер зможе керувати світильниками, які з'являться в майбутньому. При переході з DMX512 на ACN розроблений проміжний протокол DMX-over-ACN (Streaming ACN, або BSR E1.31).

GSM-система керування вуличним освітленням побудована по мережевій топології «зірка» (1 сервер — багато клієнтів). Управління відбувається з одного диспетчерського пункту. Обмін даними між сервером і клієнтами в системі відбувається по технології пакетної передачі даних GPRS через мережу Інтернет. Такий тип передачі дуже зручний, так як немає необхідності використання модемів – серверів. Він дозволяє підключити до комп'ютера велику кількість маршрутизаторів і виконувати обмін даними в режимі онлайн з всіма одночасно. Безпроводна система не є повноцінним аналогом провідного зв'язку, адже при безпроводній передачі виникають затримки в передачі даних. Крім того, безперервний потік даних може розбиватися на декілька частин (пакетів). Зазвичай дані обмеження не є суттєвими. Інтернет системи є на теперішній час найефективніші, в розвинених містах поступово запроваджують програму розумне місто, це економить колосальні кошти на енергоспоживанні та обслуговуванні систем зовнішнього освітлення.

УДК 621.322

Lukman Ahmed Omeiza, Salawudeen Ahmed Tijjani, Aikhonmu Oseyemen Daniel

Department of Electrical Engineering Federal Polytechnic Bida Nigeria, Department of Electrical/Electronic Engineering Ahmadu Bello University Zaria Nigeria,
Department of Electrical And Computer Engineering Concordia University Canada

DISCRETE–TIME CONTROLLER DESIGN FOR PITCH CHANNEL

This research proposes a discrete time controller design for the pitch channel for a two degree of freedom helicopter using the root locus method. The proposed lead-lag controller uses zero and pole placement to increase the stability and controllability of the system. Simulation is provided to insure the validity of the proposed controller.

Keywords—Two-degree-of-freedom, Helicopter, discrete time control, root locus, lead lag compensator

The two degree of freedom (2 DOF) helicopter consists of a fixed base with two propellers that are driven by DC motors. One propeller controls the elevation of the helicopter nose about the pitch axis and the other propeller controls the side to side motion about the yaw axis. These non-linearities and model uncertainties make designing a controller for helicopters an open research problem [1]. The interest in this research problem has increased recently due to their potential military and civil applications [2]. Various approaches for stabilization and tracking control of helicopters have been reported in the literature. A fuzzy control technique was presented in [3], a State Dependent Riccati Equation (SDRE) methodology in [4], back-stepping based approach in [5], and linear and non linear feedback control was presented among others [6].

SYSTEM DYNAMICS & PROBLEM STATEMENT

The two degrees of freedom (2DOF) helicopter system is a popular modeling tool due to its highly non-linear nature. The modeling and control tools of this system can be used in multiple areas such as aerospace. The system used in the model is a twin rotor single input single output system. The twin rotors are the yaw rotor and the pitch rotor which control the yaw and pitch of the system respectively. The system can be seen in figure 1.



Figure. 1. 2DOF helicopter system

The free body diagram of the 2-DOF helicopter is illustrated in figure 2. The diagram illustrates the degrees of freedom for the helicopter using the two rotors. In this system the two degrees of freedom are around the yaw axis and pitch axis. The pitch angle increases positively, $\theta(t) > 0$, when the nose is moved upwards, and the body rotates in the counter-clockwise (CCW) direction. The yaw angle increases positively, $\psi(t) > 0$ when the body rotates in the clockwise (CW) direction. When the pitch thrust force is positive the pitch increases, and when the yaw thrust force is positive the yaw increases.

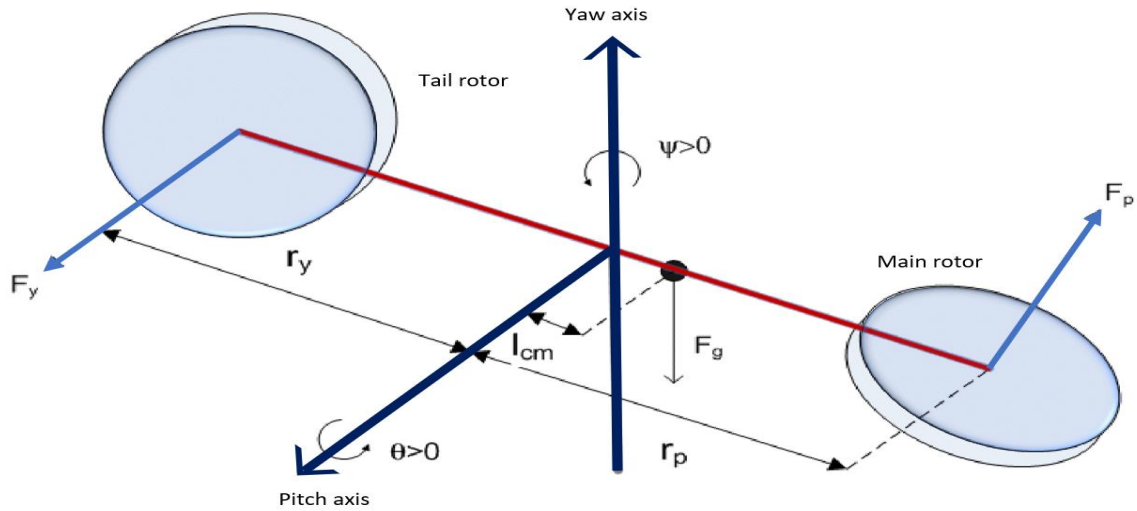


Figure. 2. Simple free-body diagram of 2-DOF Helicopter

The thrust forces acting on the pitch and yaw axes from the front and back motors are then defined. The non-linear equations of motion for the system are derived. Linearization can be used to simplify the non-linear dynamics of the system about a set of preselected equilibrium conditions and presented in the form:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned}$$

The (linearized) state-space equations describing the system are:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -2.7451 & -0.2829 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -0.2701 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 37.2021 & 3.5306 \\ 0 & 0 \\ 2.3892 & 7.461 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} x(t)$$

Where:

$$x = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \psi \\ \dot{\psi} \end{bmatrix}, \quad u = \begin{bmatrix} v_p \\ v_y \end{bmatrix}, \quad y = \begin{bmatrix} \theta \\ \psi \end{bmatrix}$$

The closed loop system presentation for the pitch channel is shown in figure 3.

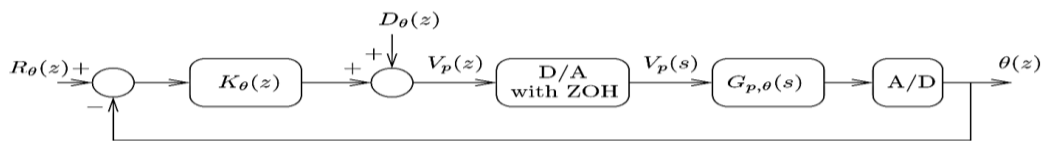


Figure. 3. Closed loop system (pitch channel).

The response of the closed-loop system ($\theta[n]$) to unit step disturbance



$$\frac{\theta(z)}{D(z)} = \frac{G_\theta(z)}{1 + K(z)G_\theta(z)}$$

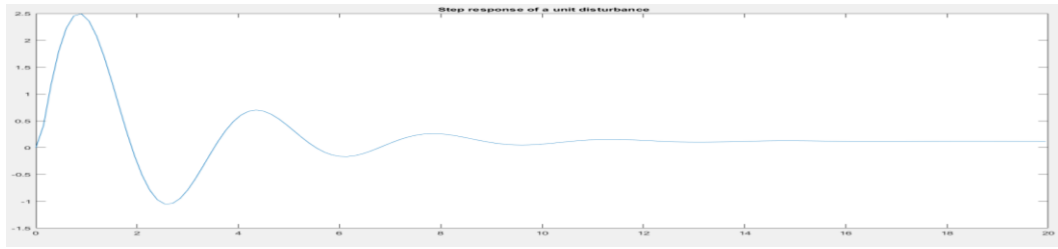


Figure 4. The response of the system to a unit step disturbance

The steady state error of the system is 0.0 to a step input disturbance.

$$\theta_{ss} = \lim_{z \rightarrow 1} \frac{G(z)}{1 + K(z)G(z)}$$

$$\theta_{ss} = \lim_{z \rightarrow 1} (1 + K(z)G(z)) = \infty$$

$$\theta_{ss} = 0$$

Table 1: closed loop system specifications (with step response to the disturbance)

Overshoot	2.0032e+03
Rise Time	0
Settling Time	10.0500
Steady state error	0

From the table it can be seen that the settling time of systems reaction to a step disturbance is less than 16 seconds which means that the system specifications has been met.

Obtain motor voltage $v_p[n]$ in response to step reference input in the pitch channel.

From the step response the peak voltage can be derived. From this the maximum size of step input that does not result in motor saturation is calculated as follows.

$$\frac{V_{max}}{V_p} = \frac{8}{1.0720} = 7.46$$

CONCLUSION.

In this research a controller for a 2-DOF helicopter was designed using the root locus method. The poles and zeros of the lead lag controller were strategically placed to allow the maximum controllability and stability of the system. Simulation results were presented to show the result of the proposed controller under various conditions.

REFERENCES

1. M. Hernandez-Gonzalez, A. Alanis, E. Hernandez-Vargas, Decentralized discrete-time neural control for a Quanser 2-DOF helicopter, Appl. Soft Comput.12(8)(2012)2462–2469.
2. B. Zheng, Y. Zhong, Robust attitude regulation of a 3-DOF helicopter benchmark: Theory and experiments, IEEE Trans. Ind. Electron. 58 (2) (2011) 660–670.
3. B. Kadmiry, D. Driankov, A Fuzzy gain-scheduler for the attitude control of an unmanned helicopter, IEEE Trans.Fuzzy Syst.12 (4) (2004) 502–515.
4. Bogdanov, E. Wan, State-dependent Riccati equation control for small autonomous helicopters, J.Guid. Control Dyn. 30 (1) (2007) 47–60.
5. I.A. Raptis, K.P. Valavanis, W.A. Moreno, A novel nonlinear backstepping controller design for helicopters using the rotation matrix, IEEE Trans. Control Syst. Technol. 19 (2) (2011) 465–473.

УДК 621.327

А. Лупенко, д-р. техн. наук, Т. Чомко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РЕЗОНАНСНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ З ФАЗОВИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ПОТУЖНОСТІ СВІТЛОДІОДНИХ МАТРИЦЬ

A. Lupenko, Dr., Prof., T. Chomko

RESONANT CONVERTER WITH PHASE POWER CONTROL OF LED MATRIXS

Світлодіодні матриці (СМ) набувають значного поширення в сучасних світлотехнічних системах, завдячуючи їх високій світловій віддачі, можливості створення потужних освітлювальних систем, простоті реалізації світлових приладів як для внутрішнього так і зовнішнього освітлення [1]. Вони дають змогу будувати високоякісні димінгові енергоефективні освітлювальні пристрої. Живлення СМ здійснюється за допомогою драйверів – пристроїв силової електроніки, які формують комфортне електромагнітне середовище як для СМ, так і для електромережі. Основним вузлом в ланцюжку енергетичних перетворень таких драйверів є перетворювач постійної напруги коректора коефіцієнта потужності в регульовану напругу (струм) живлення СМ.

В даній роботі розглядається двосекційний резонансний перетворювач постійної напруги з фазовим регулюванням потужності СМ. Такі резонансні перетворювачі мають високий ККД (0,95-0,99) завдячуючи малим комутаційним втратам в *силових ключах* («м'якій» комутації) та малим кондуктивним втратам сучасних електронних ключів.

Схема двосекційного резонансного перетворювача подана на рис.1. Кожна його секція складається з напівмостового інвертора на транзисторах $VT1, VT2$ ($VT3, VT4$), виходи яких через роздільні конденсатори C_s та дроселі L під'єднано до паралельного зв'язаних резонансного конденсатора C та первинної обвитки трансформатора T . Напруги в точках A_1 і A_2 є періодичними прямокутними імпульсами (рис. 2), зсувеними між собою на кут $\varphi = 0 \div \pi$ рад. Амплітуда цих імпульсів дорівнює напрузі живлення E , а їх коефіцієнт заповнення близький до 0,5. Майже синусоїдна змінна напруга резонансного конденсатора C через трансформатор T з коефіцієнтом трансформації n передається на випрямляч, вихідна напруга якого через фільтр $L_\phi C_\phi$ подається на навантаження R_o (СМ).

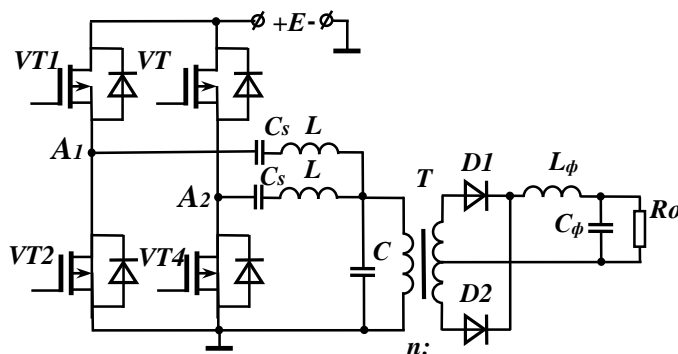


Рис. 1. Схема двосекційного драйвера

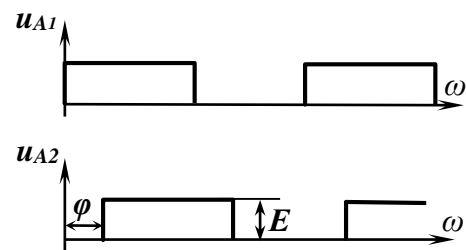


Рис. 2. Осцилограми імпульсів напівмостів

Еквівалентна схема резонансного інвертора подана на рис. 3. В цій схемі секції представлено джерелами синусоїдних напруг, R_i – еквівалентний опір навантаження інвертора (приведений опір випрямляча). Втрати кожної секції враховуються опором r .

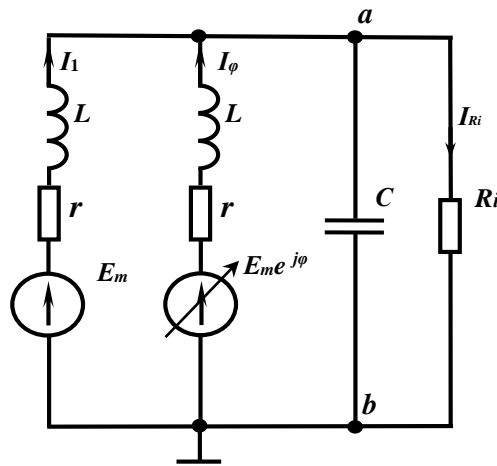


Рис. 3. Еквівалентна схема двосекційного інвертора

Комплексні амплітуди джерел напруг нерегульованої і регульовальної секцій:

$$\underline{E}_1 = E_m = \frac{2E}{\pi}, \quad \underline{E}_2 = E_m e^{-j\varphi}. \quad (1)$$

Для аналізу РІН введено позначення, зведені в табл.1: ω_0 – резонансна частота; ω – робоча частота інвертора; Z_0 – характеристичний опір; Q – добротність; Ω – відносна робоча частота (відношення робочої частоти інвертора до резонансної частоти).

Таблиця 1

$\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{LC}}$	$Z_0 = \frac{2}{\omega_0 C}$	$Q = \frac{2R_i}{Z_0}$
$R = \frac{QZ_0}{2}$	$\omega C = \Omega \frac{2}{Z_0}$	$\omega L = \Omega Z_0$

За результатами аналізу отримано вирази, відповідно, для комплексної амплітуди напруги \underline{U}_{ab} на навантаженні інвертора, комплексних струмів \underline{I}_1 , \underline{I}_φ секцій інвертора, струму \underline{I}_{R_i} в еквівалентного опорі R_i інвертора та потужності P інвертора :

$$\underline{U}_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^2 \underline{E}_i g_i}{\sum_{i=1}^2 g_i + \frac{1}{Z}} = \frac{1}{2} \frac{E_m \frac{1}{j\Omega Z_0} + E_m e^{j\varphi} \frac{1}{j\Omega Z_0}}{\frac{1}{j\Omega Z_0} + \frac{1 + j\Omega Q}{QZ_0}} = \frac{E}{\pi} \frac{1 + \cos \varphi - j \sin \varphi}{(1 - \Omega^2) + j \frac{\Omega}{Q}}. \quad (2)$$

$$\underline{I}_1 = \frac{E_m - \underline{U}_{ab}}{j\Omega Z_0} = \frac{2E}{\pi Z_0} \frac{\left[-\Omega + \frac{1}{2\Omega}(1 - \cos\varphi) \right] + j \left[\frac{1}{2\Omega} \sin\varphi + \frac{1}{Q} \right]}{j(1 - \Omega^2) - \frac{\Omega}{Q}}. \quad (3)$$

$$\underline{I}_\varphi = \frac{E_m e^{-j\varphi} - \underline{U}_{ab}}{j\Omega Z_0} = \frac{2E}{\pi Z_0} \frac{\left[\left(\frac{1}{2\Omega} - \Omega \right) \cos\varphi + \frac{1}{Q} \sin\varphi - \frac{1}{2\Omega} \right] + j \left[\left(\Omega - \frac{1}{2\Omega} \right) \sin\varphi + \frac{1}{Q} \cos\varphi \right]}{j(1 - \Omega^2) - \frac{\Omega}{Q}}. \quad (4)$$

$$\underline{I}_{Ri} = \frac{\underline{U}_{ab}}{R} = \frac{2E}{\pi Q Z_0} \frac{1 + \cos\varphi - j \sin\varphi}{j(1 - \Omega^2) - \frac{\Omega}{Q}}. \quad (5)$$

$$P = \frac{\underline{U}_{ab} \underline{I}_{Ri}^*}{2} = \frac{2E^2}{\pi^2 Q Z_0} \frac{1 + \cos\varphi}{(1 - \Omega^2)^2 + \left(\frac{\Omega}{Q} \right)^2}. \quad (6)$$

Потужність інвертора регулюється в межах від 100% до 0 при зміні фазового зсуву в межах від 0 до π рад.

За допомогою системи схемотехнічного моделювання MicroCap -10 проведено імітаційне моделювання резонансного перетворювача напруги для живлення світлодіодної матриці EPSX-VF88 з номінальними напругою 26 В та струмом 2,3 А. Перетворювач реалізовано на транзисторах IRF630 та діодах MBR10100. Вхідна напруга перетворювача $E=110\text{В}$; коефіцієнт трансформації $n=4$; робоча частота $f=110\text{ кГц}$; індуктивності дроселів $L=239\text{ мкГн}$; ємність резонансного конденсатора $C=17,5\text{ нФ}$.

Результати моделювання добре узгоджуються з результатами проведеного аналізу.

Література

1. С. Антипин, Г. Королев. Светодиодные матрицы против одиночных светодиодов // Полупроводниковая светотехника. – № 5, 2011. – С. 52–54.

УДК 621.3

В. Медвідь, І. Беякова, В. Пісціо

Тернопільський національний технічний університет

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ ЕЛЕКТРОННОГО БАЛАСТУ З ПСЕВДО-ВИПАДКОВИМ СИГНАЛОМ ЖИВЛЕННЯ

V. Medvid, I. Belyakova, V. Piscio

NUMERICAL SIMULATION OF OUTPUT SIGNALS OF ELECTRONIC BALLAST WITH PSEUDO-RANDOM POWER SUPPLY

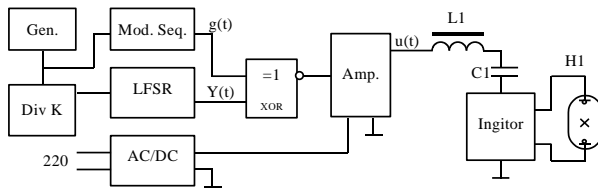


Рис. 1. Блок-схема запропонованого пристрою

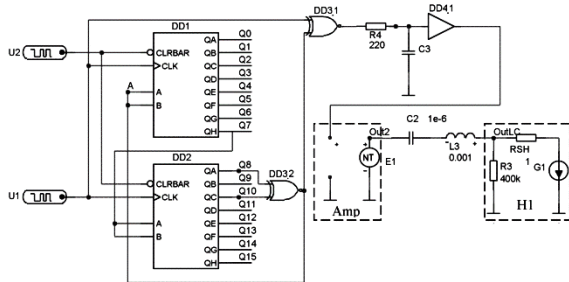


Рис. 2. Моделювання схеми в МікроСар

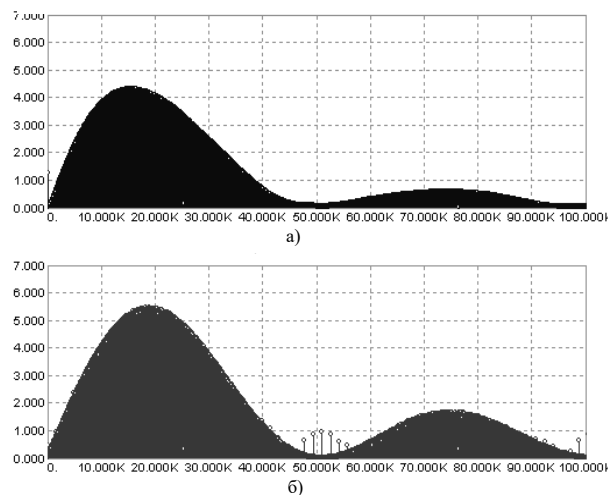


Рис.3. Амплітуди гармонік вихідного сигналу на вході розрядної лампи (а) та на виході відповідного підсилювача(б)

(LFSR – linear feedback shift register). Сигнал з виходу блоку LFSR $Y(t)$ і заповнюючий сигнал $g(t)$ об'єднуються між собою виключаючим-АБО (XOR). Отриманий вихідний сигнал поступає на ключовий підсилювач $Amp.$, вихідний сигнал котрого $u(t)$ через LC контур, та, при потребі, запалювальний пристрій, подається на лампу $H1$. Принципова схема, котра відповідає наведеній структурній моделювалась у середовищі МікроСАР при різній розрядності регістра LFSR (рис. 2). Для спрощення схеми моделююча послідовність рівна у всіх випадках 01, а коефіцієнт поділу частоти генератора

Використанню електронних баластів для ламп високого тиску на підвищену частоту заважає явище акустичного резонансу, що може виникнути у пальнику лампи при роботі на підвищеній частоті [1]. Явище акустичного резонансу призводить до того, що дуга всередині лампи може обертатись, мигати і навіть гаснути, коли баласт працює на частотах, більше декілька кілогерц. Як встановлено, механічна добротність пальника, котра відповідає за резонансні явища у дузі є досить значною, тому на резонансні явища впливають сигнали із невеликого проміжку частот. Якщо ж на лампу подавати широкосмуговий сигнал, то енергія у небезпечному проміжку частот буде малою і явища резонансу не виникнуть [2].

Блок-схема запропонованого пристрою, що реалізує такий принцип, показана на рис. 1. Вона складається із тактового генератора Gen , котрий генерує на своєму виході тактовий сигнал у вигляді меандру із частотою 10-25 кГц, цей сигнал поступає на вхід формувача модулюючої послідовності ($Mod. Seq.$) довжиною K біт і на подільник частоти на K ($Div K$), котрий формує сигнал синхронізації генератора псевдовипадкової послідовності на основі зсувного регістру із лінійним зворотнім зв'язком

стабільний і рівний 1. Схема, котра наведена на рисунку 2 використовувалась для моделювання при розрядності LFSR регістра у 11 біт. Комутація виходів зсувного регістра при інших довжинах регістра зсуву здійснювалась за законом поданим у таблиці 1. Генератор U1 створює тактовий сигнал такої частоти, щоб середньоквадратичний струм лампи був рівний номінальному. Частота сигналу генератора, залежно від розрядності LFSR регістра наведена у таблиці 1. Блок ключового підсилювача Amp моделювався за допомогою блока NTVofV для котрого поведінка вихідного сигналу задавалась табличною залежністю. Блок H1 моделює (у першому наближенні) розрядну лампу ДРЛ-80. Нелінійність вольт-амперної характеристики лампи на високій частоті емпіричною аналітичною залежністю:

$$I = 1.4059 \cdot 10^{-7} u_{\text{л}}^3 - 9.0041 \cdot 10^{-7} u_{\text{л}}^2 + 4.5971 \cdot 10^{-3} u_{\text{л}}$$

Динамічна ВАХ лампи високого тиску була знята при подачі на лампу псевдо-випадкового сигналу з відповідними параметрами. Амплітуди гармонік вихідного сигналу на вході розрядної лампи (а) та на виході відповідного підсилювача (б) показані на рисунку 3.

Таблиця 1.

Розряд- ність LFSR	Закон формування сигналу зворотного зв'язку	Довжина послідов- ності	Частота генератора кГц	Максимальна гармоніка напруги		Макси- мальна гармоніка струму мА
				На виході схеми В	На лампі В	
-	Звичайний електронний баласт		17,8	199,6	158,6	1317,8
6	$\overline{Q5 \oplus Q4}$	63	25,6	31,2	24,6	177,9
7	$\overline{Q6 \oplus Q5}$	127	25,6	21,7	17,3	125,6
8	$\overline{Q7 \oplus Q5 \oplus Q4 \oplus Q3}$	255	25,6	15,4	12,2	88,6
9	$\overline{Q8 \oplus Q4}$	511	25,6	11,0	8,8	62,8
10	$\overline{Q9 \oplus Q6}$	1023	25	7,8	6,1	44,8
11	$\overline{Q10 \oplus Q8}$	2047	25	5,5	4,1	31,8

Як видно із рис. 3 при довжині регістра LFSR у 11 бітів кожна гармоніка сигналу, котрий поступає на лампу не перевищує за амплітудою 4,5 В у всьому діапазоні частот від 0 до 100 кГц, хоча, як впливає із рис. 3 максимальне значення напруги на виході підсилювача становить 157 В. Отже запропонована схема при своїй простоті, дозволяє "розподілити" потужність вихідного сигналу на досить широкий діапазон частот зменшивши тим самим можливість виникнення резонансу пальника на деякій окремій частоті. Як впливає з таблиці, у запропонованій схемі амплітуда небезпечних гармонік падає приблизно у 2 рази при збільшенні розрядності регістра на 2 біти і, теоретично, вже для 11-розрядного регістра зсуву може впасти більше ніж у 35 разів порівняно із живленням лампи від звичайного джерела високочастотної напруги сталої частоти.

Література

1. Панфилов Д.И., Поляков В.Д., Поляков Ю.Д., Барышников А.Н. Электронные пускорегулирующие аппараты для трубчатых люминесцентных ламп // Инженерная микроэлектроника № 2, 1999 г. – С. 18–22.
2. Аналіз методів та схем запобігання виникненню явища акустичного резонансу в газорозрядних лампах високого тиску / Медвідь В., Беякова І., Пісьціо В. // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 259–260.

УДК 623.17.38

Б.Я. Оробчук, канд. техн. наук, доц.; Р.Я. Тимчак

Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНА РАДІОМЕРЕЖА ОБМІНУ ДАНИМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕМЕХАНІКОЮ В СИЛОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc. Prof, R. Tymchak

TECHNOLOGICAL RADIO NETWORK OF DATA EXCHANGE FOR CONTROL OF TELEMECHANICS IN POWER ENERGY

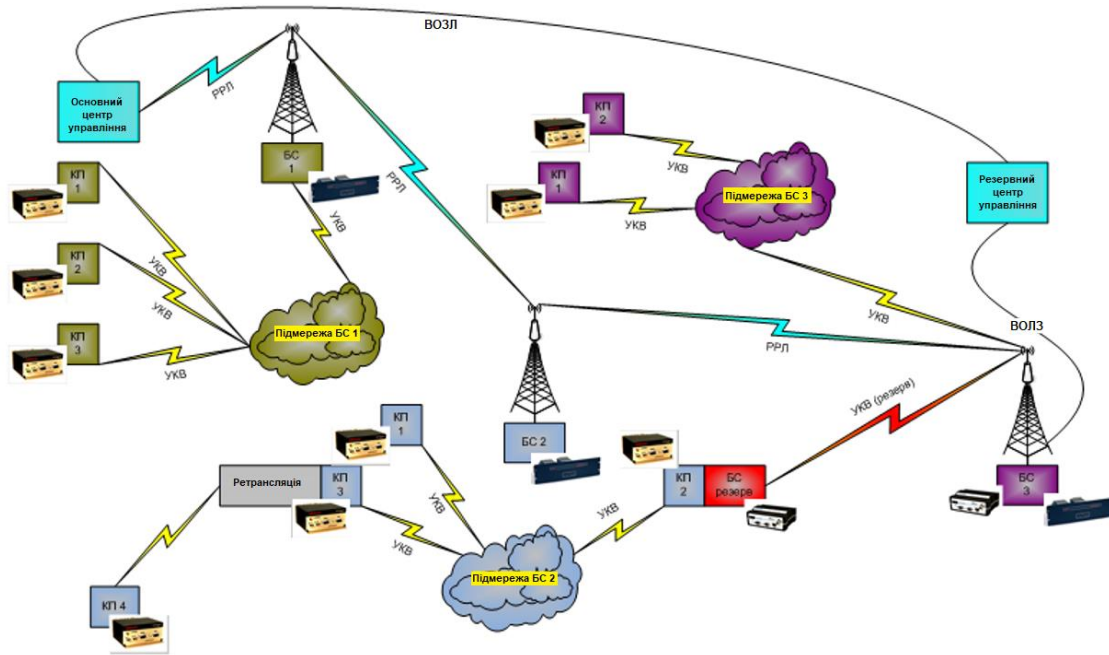
На сьогоднішній день великий розвиток в області передачі даних отримали бездротові мережі – мережі радіозв'язку [1]. Це пояснюється зручністю їх використання, дешевизною і прийнятною пропускну спроможністю. Однак кількість користувачів, що працюють в неліцензованому діапазоні частотного спектра, з кожним днем стає все більше. У зв'язку з цим досить актуальним стає питання, яким способом бездротовий пристрій вибере вузол доступу для установки зв'язку. В даний час пристрої вибирають вузли доступу за величиною сигналу. Цей спосіб дозволяє визначити найближчий до пристрою вузол доступу [2]. Однак велика величина сигналу не обов'язково означає хорошу пропускну здатність.

На даний момент для побудови радіоканалів ВАТ «Тернопільобленерго», як і більшість обленерго України, використовує технологію пакетної передачі даних на основі протоколу АХ.25. У цій роботі ми пропонуємо побудувати радіоканали на основі технології Wi-Fi, що дозволить збільшити пропускну здатність радіоканалу та додати в канал передачі даних відеоінформацію, що є на даний час актуальною вимогою.

Для передачі даних з енергооб'єктів використовуються як провідні так і бездротові мережі передачі даних. В якості основних каналів передачі даних використовують провідні канали, в якості резервних каналів – бездротові канали передачі даних. Також можливі ситуації, коли з яких-небудь причин провести провідний канал до енергооб'єкта неможливо, тоді основним і єдиним каналом передачі даних стає радіоканал. У такій ситуації критичною величиною стає пропускну здатність радіоканалу, так як для передачі відеоінформації потрібна ширина каналу більша, ніж для передачі телеметричної інформації.

Технологічні радіомережі обміну даними використовуються для обслуговування АСУ в електроенергетиці і будуються на обладнанні, що має різні технічні характеристики. У зв'язку з цим найбільш показовими є приклади використання таких радіомереж і їх функціональних можливостей.

Розглянемо варіант побудови технологічної радіомережі обміну даними на прикладі радіомережі управління телемеханікою в силовій енергетиці. АСУ є невід'ємною частиною будь-якої повітряної лінії електропередачі, що пов'язано з особливостями даного виду передачі електроенергії та передбачає обов'язковий безперервний контроль і управління параметрами роботи. В даний час для забезпечення АСУ на об'єктах повітряних ліній електропередач широко використовуються технологічні радіомережі збору даних і управління телемеханікою на основі вузькосмугових радіомодемів УКВ діапазону [3]. Нижче розглянуто варіант побудови такої радіомережі на базі вузькосмугових радіомодемів Dataradio I-Base/Integra-TR і Viper-SC виробництва американської компанії CalAmp [4]. Варіант реалізації радіомережі обміну даними для окремої ділянки системи управління телемеханікою лінії електропередачі (загальна протяжність лінії складає більше 3500 км, швидкість обміну даними в технологічній радіомережі УКВ-діапазону – 19200 біт/с) представлений на рис. 1.



Умовні позначання:			
БС	– базова станція		– Радіомодем I-Base
ВОЛЗ	– волоконно-оптична лінія зв'язку		– Радіомодем Integra-TR
КП	– контрольований пункт		– Радіомодем Viper-SC
РРЛ	– радіорелейна лінія		

Рис. 1. Стационарна радіомережа управління телемеханікою на вузькосмугових радіомодемах

Література

1. Б.Я. Оробчук, Ю.І. Старик. Впровадження технологічної радіомережі обміну даними / Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. – Тернопіль, 2019. – Том 3. С. 63–64
2. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications // IEEE The Institute of Electrical and Electronics Engineers. – 2006. – 802.11.
3. CalAmp is a telematics pioneer leading transformation in a global connected economy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://www.calamp.com>
4. Подготовка к внедрению LTE в Украине набирает обороты/ Forbes Украина. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://forbes.ua/opinions/1343438-podgotovka-k-vnedreniyu-lte-v-ukraine-nabiraet-oboroty> 15.12.2012

УДК 621.382.2

**И.А. Селиверстов, канд. техн. наук, доц., С.Р. Селиверстова, канд. техн. наук, доц.,
А.Н Фролов, канд. техн. наук, доц.**

Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДИОДОВ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

I. Seliverstov, S. Seliverstova, A. Frolov

TECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTION OF VARIABLE CAPACITY DIODES

Введение. В технологии изготовления диодов основными и важнейшими условиями получения качественных приборов являются методики внесения примесей в полупроводник для получения совершенных структур р-п переходов, а также способы образования контактов полупроводник-металл. Для изготовления диодов переменной емкости (в частности приборов КВ 114) применяется меза-технология, которая позволяет получать максимально-возможные напряжения пробоя и использует только одну фотолитографию, что приводит к снижению себестоимости изготовления пластин с кристаллами. Однако эта технология приводит к большому разбросу параметров и характеристик, а также не позволяет получить максимально возможные значения добротности и коэффициента перекрытия по емкости.

Актуальность исследований. Для улучшения параметров и характеристик прибора без увеличения себестоимости предложен новый технологический процесс с применением слоев пористого анодного окисла кремния. В этом процессе используется только одна фотолитография, что уменьшает себестоимость изготовления пластины с кристаллами. Технология с пористым анодным окислом кремния позволяет использовать достоинства меза-технологии не только по увеличению напряжения лавинного пробоя и по уменьшению числа технологических операций, но также позволяет создавать алюминиевый контакт вместо никелевого контакта. А это должно значительно уменьшить уровень обратных токов [1].

Постановка задания. Исследование эффектов, влияющих на обратные токи, показало, что основной причиной высокого уровня обратных токов является применение никеля для формирования металлического контакта. Никель дает глубокие уровни в запрещенной зоне кремния, что значительно повышает токи рекомбинации. Для уменьшения токов рекомбинации необходимо применять алюминий вместо никеля. Это приводит к снижению уровня обратных токов на несколько порядков.

Результаты исследований. Для проверки данного варианта технологии была проведена партия из 4 пластин. Основные технологические операции проводились в типовых режимах создания прибора КВ114, с некоторыми отличиями. Вместо формирования меза-структуры путем травления кремния в кислотных травителях после фотолитографии по нитриду, проводилось анодное окисление в режимах формирования пористого анодного окисла кремния в кипящем водном растворе борной кислоты. Режим подбирался так, чтобы высота слоя пористого анодного окисла над планарной поверхностью была в пределах 12-15 мкм. Полученные слои пористого анодного окисла кремния имели вертикальные стенки благодаря особенностям анодного процесса.

После этого проводилась операция термического окисления через пористый окисел при температуре 1100°C в течении 45 минут в атмосфере влажного кислорода для создания слоя окисла кремния, защищающего р-п переход.

Удаление слоя нитрида кремния проводилось при помощи типовой операции травления в растворе ортофосфорной кислоты.

Металлический контакт создавался не химическим осаждением никеля, а путем вакуумного напыления алюминия термическим распылением. Из-за обрыва слоя алюминия на вертикальных стенках слоев пористого анодного окисла кремния, фотолитография по алюминию не применялась. При достаточной высоте слоев пористого анодного окисла кремния (больше чем в 10-11 раз, чем толщина слоя алюминия – 1-1,2 мкм) напыленный слой алюминия разрывается на вертикальных стенках [2]. В результате эксперимента получается структура прибора, в которой наблюдается отдельно алюминиевый контакт к р-п переходу и отдельно слой алюминия на поверхности пористого окисла кремния.

После вжигания алюминия при температуре 450°C в течении 25 минут в инертной атмосфере (в азоте) проводилось измерение обратных токов, который по сравнению с типовой меза-технологией изготовления уменьшился с 32,8% до 15,6%. Процент выхода годных кристаллов на пластине по обратным токам увеличился до 84 %.

Выводы.

Установлено, что основной причиной низкого показателя выхода годного при изготовлении диодов переменной емкости являются повышенные значения обратных токов, которые обусловлены применением никеля для металлизации контактов; замена никеля на алюминий в типовой технологии изготовления меза-структур прибора приводит к значительному увеличению себестоимости; меза-структура позволяет получать максимально-возможные напряжения пробоя, но приводит к большому разбросу параметров и характеристик приборов с разных партий из-за влияния различных факторов (температура, давление, время и т.д.) на процесс травления.

Применение новых технологических приемов с использованием слоев пористого анодного окисла кремния позволяет: получать высокие напряжения лавинного пробоя, используя такие же достоинства, как и у меза-структуры; уменьшает разброс параметров, так как разброс глубины залегания слоев пористого анодного окисла кремния не влияет на площадь р-п перехода; использовать в процессе изготовления только одну операцию фотолитографии, что уменьшает себестоимость изготовления кристаллов приборов; приводит к уменьшению уровня обратных токов на несколько порядков, что повышает выход годных с 15% до 84%.

Література

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2-х книгах. Книга 1. Перевод с англ.- 2-е переработанное и дополненное изд. – М. : Мир, 1984. – 456 с.
2. Фролов О.М., Філіпщук О.М., Шевченко В.В. и др. Патент на корисну модель №1 20347. Спосіб виготовлення діодів зі змінною ємністю. МПК(2017.01) НОІЛ 21/00, НОІЛ 21/761(2006.01). Опубл. 25.10.2017. Бюл. № 20.

Секція: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Голови: д-р. біол. наук, проф. О.С. Покотило, д-р. техн. наук, проф. Т.М. Вітенько

Вчений секретар: ст. викл. Л. А. Сторож

УДК 664:504.054

Н. М. Зварич, канд. техн. наук, доц., О. М. Пилипець, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ УПАКОВКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

N. Zvarych, Ph. D., Assoc. Prof., O. Pylypets, Ph. D., Assoc. Prof.

PROBLEMS OF DISPOSAL OF FOOD PACKAGING

Сучасні вимоги до забезпечення екологічної чистоти продуктів харчування та інших, їх повної безпечності для споживача, вимоги до зручності використання, реалізація їжі та іншої продукції «на винос» або з доставкою викликають постійне розширення видів і асортименту тари і упаковки. Практично вся продукція в супермаркетах продається запакованою. Часто для створення більш привабливого вигляду продукції використовується в рази більше пакувального матеріалу ніж це потрібно для забезпечення власне упаковки. Надзвичайно широко використовуються різні види пакувальних матеріалів закладами швидкого харчування. Тут в основному відбувається пакування маленьких, разових порцій продуктів і кількість упаковки співрозмірна або і більша кількості самого продукту. Такий підхід забезпечує якість продукту, збільшує тривалість його зберігання, але надзвичайно збільшує кількість використаної упаковки, яка потребує утилізації.

Щороку в Україні накопичується близько 600 мільйонів тонн відходів, у тому числі значна частина використаної тари та упаковки. Згідно до Європейської директиви щодо упаковки, у кожній країні виробники та споживачі тари й пакувальних матеріалів несуть відповідальність за забруднення території відходами тари та упаковки, відшкодовують витрати на збір, сортування, переробку та утилізацію цих відходів.

В Україні ще недостатньо впроваджений й відпрацьований комплексний механізм збирання, утилізації та переробки використаних таропакувальних матеріалів. Це створює реальну загрозу для екологічної безпеки нашої держави. Подекуди вже впроваджено роздільне збирання і сортування відходів. Зазвичай для полімерних відходів відводиться один загальний контейнер. Свідомі українці гарно складають в нього пластикові відходи, в тому числі і упаковку. Але не всі види харчової упаковки підлягають переробці. Деякі пластики, на жаль, не підлягають переробці в принципі або їх неможливо ідентифікувати через те, що на них немає маркування. Також неможливо переробити багатокомпонентні упаковки, які складаються з різних пластиків, напилення тощо.

Так не підлягають переробці такі види упаковки:

Дой-пак (doypack) - один з найпоширеніших типів пакування, виготовляється з декількох шарів полімерних плівок, паперу, фольги і т.д. На даний момент не існує виробництв, що могли б переробити такий гнучкий багат шаровий матеріал;

вакуумна упаковка - у кожному магазині в неї заковано величезну кількість продуктів. Ці плівки складаються з кількох шарів поліпропілену (PP), поліаміду (PA), етиленвінілалкоголю (EVOH) або поліетилену (PE) в різних комбінаціях, різної товщини. Також здебільшого ця упаковка є дуже забрудненою.

плівка з блискучою серединою - кольорова, лакована, з блискучою серединою, багат шарова плівка. Це упаковка від чипсів, цукерок, печива, кексів, морозива, різноманітних снєків, спецій, глазурованих сирків, тощо. Вона не переробляється, її можна тільки утилізувати.

Слід по можливості уникати такого пакування, адже зупинити забруднення пластиком можна тільки шляхом зменшення попиту споживача на такі продукти.

УДК 637.3

О.І. Кравець, канд. техн. наук, М.М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФІЛЬТРАЦІЙНО-КОМПРЕСІЙНОГО СУШІННЯ ХАРЧОВИХ МАС

O. Kravets, Ph.D., M. Shynkaryk, Ph.D., Assoc. Prof.
FEATURES OF FILTRATION-COMPRESSION DRYING FOOD MASSES

На даний час перед харчовою галуззю гостро стоїть завдання пошуку нових технологічних прийомів, що дозволять знизити питому енергоємність процесів сушіння. Більшість харчових мас містять велику кількість вологи. Вологий матеріал складається з трьох фаз: твердий скелет (сухі речовини), рідина (вода) і газ (повітря, водяна пара). Основна частина харчових мас є пористими тілами, у порах яких знаходиться повітря або водяна пара [1].

Під час сушіння відбуваються наступні фізичні явища: передача теплоти від теплоносія до матеріалу; рух вологи з центральних шарів матеріалу до поверхневих; випаровування вологи з поверхні матеріалу та дифузія її в навколишнє середовище [1].

Найбільш поширеним у харчовій галузі залишається конвективне сушіння. Проте із розвитком технологій створюються передумови для переходу від традиційного конвективного сушіння до більш ефективних комбінованих способів, які дозволяють підвищити продуктивність сушильних установок та знизити затрати енергії. Зокрема перспективним є поєднання конвективного сушіння із впливом на продукт різного роду електромагнітного випромінювання. Так в роботі [2] наводяться результати експериментів, які свідчать, що використання інфрачервоного випромінювання при конвективному сушінні зерна ячменю підвищує швидкість сушіння та значно знижує споживання енергії. В роботі [3] досліджено можливість інтенсифікації конвекції при сушінні за рахунок так званого «Іонного вітру» - фізичного явища, при якому повітря приводиться в рух за допомогою електромагнітного поля. Достатньо дослідженим є спосіб інтенсифікації процесу сушіння шляхом застосування НВЧ полів [4-6].

Проте має місце певна обмеженість застосування електромагнітних полів в процесах сушіння, що пов'язана із труднощами організації безпечності даних процесів для обслуговуючого персоналу [3] та їх негативним впливом на сам оброблюваний продукт.

Також інтенсифікація сушіння може передбачати збільшення площі поверхні контакту для теплопередачі й масообміну. Цього можна досягти, наприклад, при проходженні сушильного агента крізь шар висушеного матеріалу. Зокрема цей ефект реалізується при фільтраційному сушінні [7]. Однак існуючі шляхи інтенсифікації сушіння за рахунок збільшення площі поверхні контакту обмежені розмірами дисперсних частинок матеріалу – площа поверхні контакту не може перевищувати сумарну площу усіх частинок матеріалу.

Деякі харчові маси (казеїн, сирне зерно) мають пористу структуру та володіють пружно-пластичними властивостями [8]. При дії навантаження на шар такої маси її частинки деформуються і, частка об'єму пор в загальному об'ємі матеріалу (пористість) зменшується. При припиненні дії навантаження частинки частково відновлюють свою попередню форму – їх пористість зростає. В результаті цього пори, релаксуючи, заповнюються оточуючим середовищем. Цей ефект можна використати при сушінні. Наприклад, створивши умови, при яких матеріал піддаватиметься тимчасовому навантаженню, після зняття якого пори будуть заповнюватися сушильним агентом. Враховуючи це, існує перспектива поєднання фільтрування сушильного агента крізь матеріал із періодичною деформацією шару матеріалу та створення нового способу сушіння – компресійно-фільтраційного.

Метою досліджень була оцінка можливості практичного застосування компресійно-фільтраційного сушіння.

Для досягнення поставленої мети провели дослідження компресійно-фільтраційних властивостей із визначенням пористості деяких харчових мас.

Для експериментальних досліджень, враховуючи потенційні пружні властивості, обрано технічний казеїн (не сушений, вологість 58%) та сирне зерно отримане при виробництві сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 9% (періодичний спосіб виробництва).

Вивчення компресійно-фільтраційних характеристик обраних матеріалів проводили з допомогою стандартної для таких досліджень експериментальної установки [8]. Визначення досліджуваних параметрів проводилося в тонкому шарі матеріалу (7–10 мм) при дії на нього тиску. Досліди проводили в одинадцять етапів, з кожним разом збільшуючи тиск, який діє на шар матеріалу, на 0,5 кПа: на першому етапі тиск дорівнював нулю, на останньому – 5,0 кПа.

Встановили, що при зростанні тиску від 0 до 5,0 кПа пористість технічного казеїну зменшується на 18%, а сирного зерна, отриманого при виробництві сиру кисломолочного – на 21%. Тобто з точки зору компресійно-фільтраційного сушіння, деформація шару технічного казеїну чи сирного зерна під тиском 5,0 кПа створить умови для подальшого поглинання ним сушильного агента, об'єм якого приблизно рівний п'ятій частині об'єму продукту. Це дозволить відводити вологу безпосередньо з середини продукту разом із сушильним агентом, який залишить пори продукту при його наступній деформації.

Отже компресійно-фільтраційне сушіння може бути застосоване на практиці по відношенні до пружно-пластичних харчових мас. Ефективність компресійно-фільтраційного сушіння конкретного матеріалу залежить від його пористості та здатності її відновлювати після припинення дії навантаження.

Література

1. Марценюк О.С. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О.С. Марценюк, Л.М. Мельник – К. : НУХТ. – 2011. – 407 с.
2. T. M. Afzal, T. Abe, Y. Hikida. Energy and quality aspects during combined FIR-convection drying of barley. *Journal of Food Engineering*. 1999 Dec; 42(4):177–182.
3. A. Sumorek, W. Pietrzyk. Influence of corona wind on the convective drying course. *International Agrophysics*. 2001 Jan; 15:125–129.
4. D. Wray, H.S. Ramaswamy Novel Concepts in Microwave Drying of Foods. *Drying Technology*. 2015 Apr; 7(33):769–783.
5. M. Zhanga, J. Tangb, A. S. Mujumdar, S. Wangb. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. 2006 Oct; 10 (17): 524–534.
6. Малезик І.Ф. Дослідження процесу НВЧ-сушіння морквяних вичавок при одержанні каротиновмісного збагачувача / І.Ф. Малезик, О.С. Бессараб, Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська // *Наукові праці ОНАХТ*. – 2014. – № 45. – С. 51–55.
7. Матківська І. Я. Кінетика сушіння зерна пшениці фільтраційним методом / І. Я. Матківська, В. М. Атаманюк, І. Р. Барна // *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ"*. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2014. – № 17 (1060). – С. 130–138.
8. Шинкарик М.М. Дослідження компресійно-фільтраційних характеристик білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. – 2012. – № 1 (15). – С. 476–484.

УДК 664.8

Н. Моспанко, Г. Карпик, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ РЕВЕНЮ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

N. Mospanko, G. Karpuk Ph.D.

THE VALUE OF RHUBARB AND PERSPECTIVES OF GROWING IN UKRAINE

Ревінь – ранньовесняна вітамінна культура. Всі її частини багаті біологічно-активними речовинами. Корені містять антраглікозиди та дубильні речовини. В черенках листків відмічається значний вміст вітамінів С, Р, пектинових речовин, солей кальцію. М'якоть багата на цукри та органічні кислоти: яблучну, лимонну, янтарну, фумарову, щавелеву; мінеральні солі калію, фосфору, магнію.

Хімічний склад ревеню визначає його фізіологічні властивості. Вживання даної рослини у великих кількостях призводить до послаблення, а у малих - проявляє в'язучий ефект, що сприяє покращенню стану організму при захворюваннях шлункового тракту, особливо при зниженій кислотності. В лікувальних цілях ревінь використовують як жовчогінний засіб, який підвищує виділення шлункового соку, сприяє очищенню печінки, покращує діяльність кишківника, що особливо важливо для людей похилого віку.

Як лікарський засіб ревінь застосовують у вигляді екстракту, сиропу, порошку з сухих коренів. Високий вміст у складі даної рослини біологічно активних речовин, обмежений термін зберігання дає можливість використовувати його в харчовій промисловості не лише у свіжому вигляді, а й у консервованому. З нього виготовляють джеми, повидло, варення, компоти, цукати. Останнім часом відмічається тенденція до збільшення попиту на різні види соусів, значення яких у харчуванні людини надзвичайно велике. Поряд з покращенням органолептичних показників якості страв, вони збагачують їх склад. А завдяки присутності екстрактивних речовин, органічних кислот збуджують секрецію травних залоз, сприяють кращому засвоєнню основних компонентів. Аналіз ринку консервованих продуктів показав, що незважаючи на широкий асортимент консервованих соусів, соуси з ревеню - відсутні.

Таким чином, є доцільним розглянути можливість розширення асортименту соусів за рахунок використання ревеню. При цьому, слід звернути увагу на способи збереження його високої харчової та біологічної цінності в процесі переробки та консервування. При цьому, слід звернути у вагу на на способи збереження його високої харчової та біологічної цінності в процесі переробки та консервування, адже відомо, що вітаміни, якими багатий ревінь, руйнуються під впливом високих температур.

Використовувати ревінь можна лише з початку травня і до середини червня, адже пізніше черешки його грубіють, і в них починає підвищуватися концентрація щавлевої кислоти, а це шкідливо. Саме тому важливо продовжити термін використання соусів з ревеня шляхом консервування, адже вони чудово доповнюють страви, та підвищують їх харчову та біологічну цінність.

Література

1. Пищевая химия / Под ред. Л.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 581с.
2. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.

УДК 621.326

І.М. Муzychuk, Г.В. Карпик, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЦІННІСТЬ ГАРБУЗА ЯК СИРОВИНИ КОНСЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА

I. Muzychuk, H. Karpyk, Ph.D.

VALUE OF PUMPKIN AS A RAW MATERIAL FOR CANNED PRODUCTION

Сучасна людина знаходиться в стані підвищених нервово-емоційних та знижених фізичних навантажень й в умовах погіршеної екологічної обстановки. Здоров'я людини найважливіша річ в житті. Одним з чинників його збереження є правильне харчування, яке включає вживання продуктів, які забезпечують надходження в організм людини комплексу поживних речовин. Незбалансоване харчування призводить до зниження опірності організму шкідливим факторам навколишнього середовища. Останнім часом науковцями, для оптимізації раціону, розробляється ряд продуктів різної функціональної спрямованості. Метою є повернути всі ті нутрієнти, які були втрачені в процесі виготовлення смачних, зручних у використанні, але малокорисних харчових продуктів. Актуальним є не лише збагачення біологічно-активними речовинами, а й їх збереження.

Перспективною сировиною є гарбуз – цінний харчовий та дієтичний продукт. Його м'якоть багата на вуглеводи, вітаміни групи В, каротин - до 17 г на 100 г сирого продукту, залізо, нікотинову кислоту, кальцій, калій, солі фосфорної кислоти. Важливим є той факт, що дана рослина містить значну кількість харчових волокон, а саме: целюлозу, геміцелюлози, пектинові речовини, які є незамінними природними компонентами. Дефіцит харчових волокон призводить до порушення процесу травлення, сповільнення обміну речовин, накопичення токсичних елементів в організмі людини і виникнення ряду захворювань. Відомо, що для вживання в їжу використовують м'якоть, насіння й квіти гарбуза. Однак, найбільша кількість полісахаридів знаходиться в шкірочці.

Асортимент харчових продуктів виготовлених з гарбуза в Україні невеликий. На ринку переважають такі види консервів як: варення, повидло, пюре, соуси. Науковцями розроблені такі консерви: «Повидло гарбузове», «Пюре з гарбуза і аличі», для дитячого харчування: «Пюре з гарбуза з молоком і манною кашею», «Маринований гарбуз» та ін.

Зважаючи на значний вміст пектинових речовин в даній рослині доцільно було б дослідити можливість використання гарбуза (м'якоті, шкірочки) як сировини для концентрованих фруктових консервів, особливо – желеподібних, та, у разі необхідності, дослідити ефективність внесення інших желуючих речовин.

Література

1. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. посібник / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
2. Юрчак В. Г. Використання пектинів для поліпшення якості макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами / В.Г. Юрчак, Г.В. Карпик, Я. Гордієнко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2012. – Вип. 42. – Т. 1. – С. 242–247.

УДК 664.8

І. С. Назарко, канд. пед. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЯГІД БУЗИНИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ

I. Nazarko, Ph.D., Assoc. Prof.

USE OF ELDER-BERRIES IN TECHNOLOGIES HEALTH NUTRITION

Останніми роками спостерігається підвищення попиту споживачів на натуральні продукти харчування. Проте, за наявних технологій виробництва харчових продуктів, відбувається часткова або повна втрата їх початкового забарвлення і кінцевий продукт без додаткового підфарбовування виглядає не дуже привабливо. Як відомо, забарвлення, смак та аромат їжі у свідомості людини тісно пов'язані та асоціюються з її якістю. Тому, щоб одержати якісні харчові продукти, які мають привабливий, природний, «нехімічний» колір застосовують природні барвники. Їх джерелом є рослинна сировина, а також відходи перероблення плодів та овочів у консервній промисловості. Якість натуральних барвників напряму залежить від технології виділення барвних речовин. Основний спосіб добування барвних речовин із природних об'єктів – екстрагування розчинником (етилловий спирт, вода, рослинна олія), подальше очищення екстракту від домішок і стабілізація пігменту.

Використання натуральних барвників при виробництві харчових продуктів ускладнюється їх низькою стійкістю до впливу окислювачів та невисокою забарвлюючою здатністю (порівняно з синтетичними барвниками). Тому фахівці, які працюють у галузі дослідження та виробництва харчових барвників, для покращення їх властивостей використовують *такі технологічні прийоми*: одержання суспензій та емульсій природних барвних речовин і застосування мікрокапсульованих форм натуральних барвників. Так, подрібнювання пігментів для їх капсулювання з нерозчинним носієм дозволяє створити суспензії з покращеними характеристиками: дисперговані в олії форми пігментів, які раніше були дисперговані у воді (*наприклад*, екстракт із коренів буряка і карамельний пігмент); виробництво барвників різноманітних відтінків; зменшення міграції барвників тощо. Розробленню мікрокапсульованих природних пігментів підвищеної стабільності сприяє використання методу розпилювального сушіння.

Постачальники натуральних барвників ведуть постійні розробки щодо покращення їх якості, підвищення стабільності, технологічних характеристик, кращих методів перероблення і пошуку нових джерел барвників. Такі розробки сконцентровані на чотирьох головних напрямках:

- одержання диспергованих у воді форм малорозчинних природних пігментів;
- посилення стійкості до окислювання за допомогою синергічного використання антиоксидантів;
- поліпшення стабільності до окислювання і прозорості;
- заміна «чужорідних» споживачеві (часто алергенних) інгредієнтів, як арахісової олії і компонентів з генетично модифікованих джерел [2, с. 96].

Дослідження попиту на натуральні харчові барвники в Європі за останні роки показали, що провідне місце в обсягах продажів займають червоні барвники (близько 50%), потім йдуть жовті та зелені. Червоне і червоно-фіолетове забарвлення багатьох фруктів та овочів зумовлене наявністю флавоноїдних барвників – антоціанів. Вони захищають рослини від знижених температур і підвищеної радіації, а як біологічно активні барвники використовуються в харчовій і медичній промисловості. Антоціани

характеризуються достатньою світло-, термо- та кислотостійкістю і доброю розчинністю у воді. Це дозволяє використовувати їх у виробництві молочних продуктів, кондитерських виробів, безалкогольних напоїв тощо. Ці флавоноїдні барвники мають властивості вітаміну Р, підвищують стійкість організму проти шкідливого впливу рентгенівського випромінювання, позитивно впливають на лікування променевої хвороби. перешкоджають утворенню тромбів, підвищують еластичність судин, прискорюють загоєння ран, сприятливо впливають на зір, знижують рівень холестерину, запобігають розвитку онкологічних захворювань.

Доступними джерелами антоціанових барвників в Україні є нетрадиційна сировина – дикорослі плоди та ягоди: **смородина, чорниця, чорноплідна горобина, бузина чорна, вишня, виноград темних сортів та їхні відходи**. Серед останніх великий інтерес становить бузина чорна (*Sambucus nigra*), яка має високий вміст біофлавоноїдів, що впливає на радіопротекторні, антиоксидантні, протизапальні властивості. Ягоди бузини чорної можна застосовувати як для профілактичних цілей, так і при захворюваннях нирок, сечового міхура, діабеті у вигляді повидла, сиропу, чаю, кисілю та вживати їх без будь-якого дозування.

Згідно досліджень Тюрікової І. С. розроблено комплексну технологію виробництва трьох видів антоціанових харчових біологічно активних барвників: порошкоподібного з масовою часткою сухих речовин не менше 92 % та рідких концентрованих барвників з масовою часткою сухих речовин 62-63 % та 27-29 %. Це дозволяє налагодити випуск барвників на підприємствах з різним ступенем технічного оснащення та економічними можливостями. На **рідкий концентрований барвник (27-29 %)** розроблено режим пастеризації, при якому втрати антоціанів складають лише 5%. **Порошкоподібний барвник** виготовляється з концентрату, одержаного за седиментаційно-регенераційною технологією з використанням функціональних носіїв (крохмаль, пектин, сахароза; для діабетиків – сорбіт або ксиліт). Встановлено, що найбільша стабільність барвних речовин спостерігається у порошкоподібному барвнику, а найменша – у висококонцентрованому, отриманому з використанням вакуум-випарної технології [3].

Проведені лабораторні експерименти по забарвленню різних продуктів бузиновими барвниками дають можливість зробити висновок про те, що з позицій стабільності найбільш ефективно використання їх у виробках з високою кислотністю та значним вмістом вуглеводів, які не підлягають жорсткій термічній обробці. Апробація барвника в консервованих компотах і варенні показала, що розклад барвних речовин в результаті термічної обробки складає 7-17 %, що вигідно відрізняє його від інших антоціанових барвників. У зв'язку з цим, його можна широко використовувати для підвищення сенсорних властивостей консервованої продукції [3].

Отже, сучасні харчові продукти повинні не лише приваблювати споживача своїм зовнішнім виглядом, а й покращувати його здоров'я та подовжувати активне життя.

Література

1. Бурак Л. Перспективи використання бузини чорної в харчовій промисловості // Продовольча індустрія АПК. 2012. № 4 (18). С. 31–33.
2. Товарознавство продуктів функціонального призначення : навч. посібник / [Дубініна А. А., Летута Т. М., Янчева М. О. та ін.] / Х. : ХДУХТ, 2015. 189 с.
3. Тюрікова І. С. Розробка технології консервування антоціанових барвників з ягід бузини чорної : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.13. Одеса, 1999. 19 с.
4. Українець А. І., Сімахіна Г. О. Технологія оздоровчих харчових продуктів: Курс лекцій для студентів за напрямом 6.051701 «Харчові технології та інженерія». К.: НУХТ, 2009. 310 с.

УДК 619:614.31:637.56

Т.М. Приліпко¹, д-р. с.-г. наук, проф., Н.В. Букалова², канд. вет. наук, доц.

¹Подільський державний аграрно-технічний університет

²Білоцерківський національний аграрний університет

АНАЛІЗ УМІСТУ КСЕНОБІОТИКІВ У САЛАЦІ СВІЖОМОРОЖЕНІЙ

T. Prylipko, Dr. Prof., N. Bukalova, Ph.D., Assoc. Prof.

CONTENT ANALYSIS OF XENOBIOTICS IN FRESH-FROZEN SALAD

Вступ. Головні засади регулювання безпечності та якості містяться в Законі України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», Регламенті (ЄС) Європейського парламенту і Ради № 178/2002, в яких висвітлено загальні принципи та вимоги правових норм у галузі харчових продуктів [3, 6].

Програмою державного моніторингу визначені групи забруднювачів, які підлягають контролю [6]. Надходження ксенобіотиків у навколишнє середовище пов'язане передусім з антропогенним навантаженням на екосистеми. У навколишньому середовищі ксенобіотики піддаються процесам претворення, в результаті яких змінюються їх фізико-хімічні властивості, міграційна здатність, токсичність для живих організмів. [2,4]. Трансформація ксенобіотиків у навколишньому середовищі значною мірою ускладнює екологічне нормування різних забруднюючих речовин. Негативний вплив ксенобіотиків на живі організми обумовлений як безпосередньою токсичною дією, так і акумуляцією їх на різних ланках трофічного ланцюга, внаслідок чого різко зростає концентрація небезпечних речовин у живих організмах [5]. Ксенобіотики здатні уражати практично всі системи організму: серцево-судинну, нервову, видільну, дихальну, репродуктивну, шлунково-кишковий тракт та органи кровотворення. Серед ксенобіотиків є речовини, здатні інгібувати синтез ДНК та РНК, та такі, що володіють мутагенними, тератогенними та канцерогенними властивостями [1, 6].

Згідно з Директивою 96/23 від 29.04.1996 р. щодо заходів контролю окремих речовин та їх залишкових кількостей у живих тваринах та продуктах тваринного походження, важливою частиною контролю якості та безпеки продуктів харчування для переважної більшості країн ЄС є моніторинг залишкової кількості ксенобіотиків в об'єктах зовнішнього середовища (грунт, вода, сільськогосподарська продукція).

Матеріал і методика досліджень. Тому метою досліджень є аналіз умісту ксенобіотиків у салаці свіжомороженій цілій (ідентифікаційні номери 000316i/1/13, 000316i/2/13, 000316i/3/13) виробництва Ісландія А 615. Дослідження на вміст токсичних елементів проводили згідно з ГОСТ 30178-96, МВ № 5178-90; пестицидів – EN 1528-56; радіонуклідів – МВ ГАММА-2003, МВ БЕТА-2004; мікробіологічну контамінацію – МВ 15.2-5.3-004-2007, ДСТУ EN 12824:2004, ДСТУ ISO 11290-1:2003.

Результати досліджень. За імплементації системи простежування передбачається можливість на будь-якому визначеному етапі харчового ланцюга (від виробництва до реалізації) ідентифікувати походження сировини (на один крок назад) і місце її переробки (один крок вперед), відповідно до цілей інспекції та сертифікації продуктів рибного промислу і аквакультури. Передбачена відповідальність певного оператора ринку на кожному етапі харчового ланцюга. Принципи відслідковування (відстеження) продуктів, як інструменту у системі контролювання та сертифікації харчових продуктів, регламентовані вимогами САС/GL 60-2006. Ключовими елементами системи простежуваності є: ексклюзивний список постачальників; прийняття інформації на вході та ведення обліку (постачальник, код партії постачальника, код партії оператора); розділення партій під час обробки та зберігання, коли змінюються партії надходження сировини (пакетне кодування кінцевого продукту);

відправка супровідних записів (вантажоодержувач, код партії постачальника; зберігання записів та повернення (мінімальний період).

Стосовно будь-якої партії рибного промислу та аквакультури оператор повинен забезпечити процес управління і ведення обліку для зберігання, наскільки це практично можливо, цілісності інформації, переданої оператору постачальником рибопродуктів; передавання інформації про відправлення партії вантажоотримувачу, що в подальшому дозволяє оператору визначити постачальника та будь-яку інформацію про простежуваність, передану оператору постачальником.

Установлено, що масова частка плумбуму в досліджуваних зразках салаки свіжомороженої становила 0,132 мг/кг (норма – 1,0 мг/кг), кадмію – 0,031 мг/кг (0,2 мг/кг), арсену – 0,98 мг/кг (5,0 мг/кг), меркурію – 0,012 мг/кг (0,5 мг/кг). Уміст ГХЦГ α -ізомерів – < 0,001 мг/кг (0,2 мг/кг), ГХЦГ β -ізомерів – < 0,001 мг/кг (0,2 мг/кг), ГХЦГ γ -ізомерів – 0,001 мг/кг (0,2 мг/кг); 4,4-ДДТ – 0,001 мг/кг (0,2 мг/кг) 4,4-ДДЕ – 0,001 мг/кг (0,2 мг/кг); 4,4-ДДД – 0,001 мг/кг (0,2 мг/кг).

Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) склала 30×10^3 КУО/г (норма – 1×10^5 КУО/г), БГКП (колі-форми) в 0,001 г, патогенних мікроорганізмів (у тому числі сальмонел), *Listeria monocytogenes* у 25 г та *Staphylococcus aureus* у 0,01 г – не виділено. Уміст радіонуклідів Cs137 становив < 6,7 Бк/кг за норми не більше 130 Бк/кг, Sr90 – < 4,2 Бк/кг (норма – не більше 100 Бк/кг).

Висновки. За вмістом токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів досліджувана партія салаки свіжомороженої відповідала п. 3.1., а за мікробіологічними – п. 3.1.2 «Обов'язкового мінімального переліку досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження, комбікормової сировини, комбікормів, вітамінних препаратів та ін., які слід проводити в державних лабораторіях ветеринарної медицини і за результатами яких видається ветеринарне свідоцтво (ф-2)», затв. Державним департаментом ветеринарної медицини Міністерства аграрної політики України 03.11.1998, № 16 (зі змінами від 18.11.2003, № 87, зареєстр. у Мінюсті 28.04.2004, № 549/9148).

Література

1. Безпечність харчового продукту // Митна енциклопедія : у 2 т. / І. Г. Бережнюк (відп. ред.) та ін. – Хм. : ПП Мельник А. А., 2013. – Т. 1 : А – Л. – 472 с. – ISBN 978-617-7094-09-7.
2. Закон України «Про внесення змін до Декрету Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію»: (офіц. текст: за станом на 08 грудня 2015 р.) / Верховна Рада України. – Відомості Верховної Ради (ВВР), 2016. – ф 4, ст. 41.
3. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності»: (офіц. текст: за станом на 15 січня 2015 р.) / Верховна Рада України. – Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015. – ф 14, ст. 96.
4. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»: (офіц. текст: за станом на 05 липня 2017 р.) / Верховна Рада України. – Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017. – ф 31, ст. 343.
5. Система управління якістю. Вимоги : ДСТУ ISO 9001:2015. – [Чинний від 2015-09-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с. – (Національний стандарт України, ISO 9001:2008, IDT). 2. Настанови щодо застосовування ДСТУ ISO 9001:2001 у виробництві харчових продуктів та напоїв (ISO 15161:2001, IDT) : ДСТУ ISO 15161:2004. – [Чинний від 2006-04-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 39 с. – (Національний стандарт України, ISO 9001:2008, IDT).
6. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety // Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects» (Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016).

УДК 664

В. Р. Сельський, канд. техн. наук, доц., Т. Є. Мурин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ МОРКВИ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ

V. Selskyi, Ph. D., Assoc. Prof., T. Muryn

USEFUL PROPERTIES OF CARROTS AND ITS USE IN THE PRODUCTION OF JUICES

Морква – одна з основних овочевих культур. У коренеплодах містяться каротиноїди: каротини, фітофлуен і лікопен; пантотенова кислота, аскорбінова кислота; флавоноїди, антоціанідини; в насінні – ефірна олія та флавонові сполуки. Енергетична цінність моркви становить 32 ккал на 100 г продукту. До її складу входять: білки – 1,3 %; жири – 0,1 %; вуглеводи – 6,9 %. Чимало в ній мінеральних речовин, необхідних для організму людини: калію, заліза, фосфору, магнію, кобальту, міді, йоду, цинку, хрому, нікелю, фтору та ін.

Морква містить вітаміни групи В, РР, С, Е, К, в ній присутній каротин – речовина, яка в організмі людини перетворюється на вітамін А. Цей вітамін необхідний для покращення зору, він підтримує у хорошому стані шкіру і слизові оболонки. Вітамін Е дозволяє почистити судини від холестерину, підвищити їхню еластичність, захистити від закупорювання.

Морква широко використовується у консервуванні при виробництві консервів для дієтичного та дитячого харчування. З неї виробляють соки, салати, пюре, маринади, а також добавки для різних консервів (м'ясних, рибних, овочевих).

Морквяний сік використовується при захворюваннях печінки, серцево-судинної системи, недокрів'ї, поліартриті, порушеннях мінерального обміну.

Клінічними випробуваннями підтверджено позитивний ефект від вживання морквяного соку при різних онкологічних станах. Відзначено його позитивну дію на здорові клітини та гальмівну дію на різні (в тому числі, злоякісні) новоутворення. Також він підсилює захисні функції організму і зміцнює нервову систему. Завдяки цим якостям, сік моркви часто використовують у лікувальному харчуванні.

Вміст соку у плодах та овочах високий. Але з ряду причин при вичавлюванні соку після механічного подрібнення вдається вилучити лише 60-70%, з деяких видів сировини не можна одержати навіть і такого виходу.

Використовуючи ту чи іншу обробку овочів виходять з біологічних властивостей клітини. Вважають, що головною перешкодою для отримання соку із рослинної тканини є непошкоджена цитоплазма.

Для більш повного видобування соку необхідного зруйнувати цитоплазматичні оболонки більшості клітин. Для досягнення цього можна скористатися різними методами – механічним, тепловим, заморожуванням, дією електричного струму, НВЧ-обробкою.

У наших дослідженнях виходу соку із різних сортів моркви, ми використовували такі методи впливу на клітини, як різні способи попереднього механічного подрібнення, нагрівання, обробка НВЧ енергією різної потужності та тривалості.

Дано органолептичну оцінку соків із сортів моркви, які вивчали.

Література

1. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва/ Б. Л. Флауменбаум, А. Т. Безусов, В. М. Сторожук, Г. П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006 – 400 с.

УДК УДК 502.34:574.63

І.Я. Стадник, д-р. техн. наук, проф., Ю. Паньків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗМІШУВАЧ РІДКИХ КОМПОНЕНТІВ

I.Stadnyk, Dr., Prof., J. Pankiv

MIXER OF LIQUID COMPONENTS

Змішування з використанням обертових мішалок – гідромеханічний процес, в якому гідродинаміка має вирішальне значення для якості кінцевого продукту та продуктивності процесу. Конструкція змішувального пристрою, в першу чергу, мішалки, що безпосередньо бере участь у формуванні поля швидкості й характеристик турбулентного та конвективного перенесення вимагає постійної уваги на удосконалення. Тому їх конструктивні характеристики безпосередньо впливають на ефективність перемішування компонентів. Під час змішування взаємно розчинних рідин ці характеристики повністю визначають час гомогенізації.

Окрім конструкції змішувачів, корпус робочої камери також має вплив на гідродинамічні характеристики рухомого потоку. Наявність перегородок, затискачів труб, котушок, розподільників газу (барботерів) та інших внутрішніх елементів конструкції різного призначення в робочому об'ємі також впливають на структуру потоку та поле швидкостей. Така конструкція робочої камери відповідно сприяє підвищенню інтенсивності масоперенесення.

Змішувачі із вертикальною циліндричною робочою камерою з кришкою, ввідним і вивідним патрубками, привід з можливістю передачі обертового руху на центральний вал, на якому закріплені лопатеві робочі органи, використовується для перемішування компонентів на підприємствах харчової промисловості. Основним недоліком такої мішалки є нерівномірне перемішування суспензії, осідання твердих частинок на стінках і дні. Це обумовлюється неоднорідним полем турбулентного перемішування у робочому об'ємі апарату.

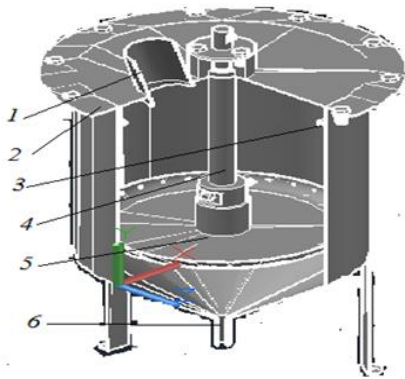


Рис. 1. 3D модель змішувача:

- 1 - патрубок для дозуючого борошна;
- 2 - кришка циліндричної робочої камери;
- 3 - сопло для розпилювання рідких компонентів;
- 4 - тарілчастий робочий орган;
- 5 - тарілчастий робочий орган;
- 6 - патрубок вивантаження змішаної суміші

Наукові розробки виконані на кафедрі обладнання харчових технологій ТНТУ ім. Івана Пулюя передбачають процес змішування компонентів при їх розпиленні, що забезпечує збільшення поверхонь міжфазового контакту та рівномірному їх розподіленні. В циліндричній робочій камері (рис. 1) діаметром d_0 для змішування компонентів зверху уздовж її поверхні рухається шар розрідженого борошна, що дозується вібродозатором. По периметру циліндричної камери розташовані сопла, які призначені для розпилення рідких компонентів направленою факелу в зону руху борошна. Борошно поступає зверху по центру і периметру циліндричної камери і рухається уздовж неї вниз у вигляді шару постійної товщини h_s .

УДК 664.643.1

І.Я. Стадник, д-р. техн. наук, проф., О.М. Пилипець, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ВУЗЛА НАГНІТАННЯ

I.Stadnyk, Dr., Prof., O. Pylypets, Ph.D., Assoc. Prof.

DETERMINATION OF THE INJECTION UNIT SPECIFIC POWER

Одним з факторів, який характеризує процес перетворення вхідного середовища при дії валків, є зміна загальної внутрішньої енергії хімічних зв'язків матеріального потоку. Ця енергія може бути виділена при руйнуванні хімічних зв'язків сполук під час механічних впливів оброблюваного середовища. Як приклад таких процесів може слугувати нагнітання, розкачування тіста тощо. При цих процесах енергія частково витрачається на утворення нових хімічних зв'язків, а частково втрачається в навколишньому середовищі.

Розглянемо рівняння робочого процесу в робочій камері з гомогенним станом робочого середовища. При розрахунках газ вважаємо ідеальним і внаслідок незначної зміни його температури у процесі стиснення беремо сталість величин питомих теплоємностей. Запропонований термодинамічний опис робочого процесу базується у вигляді термомеханічної системи відкритого типу, що знаходиться в енергетичній взаємодії з навколишнім середовищем у квазістаціонарній рівновазі. Термодинамічна модель у загальній системі має дві підсистеми з двофазним станом робочої речовини та з енергообміном через відкриту межу, що розділяє ці підсистеми.

Процес зазначеного енергообміну між підсистемами супроводжується дисипацією частини підведеної енергії, яку, як правило, відносять до категорії гідравлічних втрат. У багатьох розрахункових визначеннях енергетичних характеристик використовується коефіцієнт гідравлічних втрат. У нашому випадку, через складність процесів руху загальної системи, не можливо користуватися кореляційними коефіцієнтами при визначенні енерговитрат у валкових машинах. Нами запропонована термодинамічна модель енергообміну в зазорі між валками на основі дослідних даних, яка не вимагає введення кореляцій за розподіленням швидкостей рідини. Їх точність порівняно нижча відносно вимірювань полів температур (рис. 1).

Рівняння теплового балансу елемента диспергованої газової фази можна записати у вигляді:

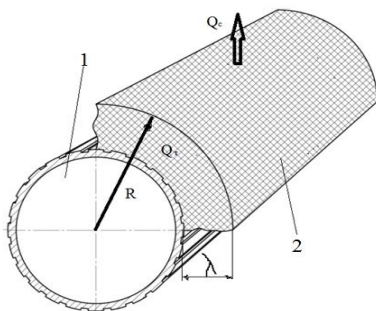


Рис. 1. Схема взаємодії валка з середовищем для визначення теплового балансу: 1 -валковий робочий орган; 2 - шар середовища

$$q_{гр} = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial \rho} \right)_{гр} = r \rho_{газ} \frac{dR}{d\tau} \quad (1)$$

де r - питома теплота випаровування, R – радіус елемента диспергованої газової фази; τ – час.

За умови інтегрування в межах радіуса елемента диспергованої газової фази від 0 до $R_{дгф}$, та часу τ від 0 до τ_0 (τ_0 – загальний час існування елемента диспергованої газової фази). В результаті отримуємо $q_{гр} = \frac{r \rho_{газ} R_{дгф}}{\tau_0}$.

Загальний тепловий потік від середовища до окремого елемента диспергованої газової фази визначається залежністю:

$$Q_{гр} = N_{заг} q_{гр} = (N + N_{рух}) \frac{r \rho_{газ} R_{дгф}}{\tau_0}$$

УДК 664

В. Стручок

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ ПРОГРАМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ

V. Struchok

ANALYSIS OF THE PROGRAM OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN TERNOPIL REGION

В Україні далі залишається невирішеною проблема управління відходами, в тому числі твердими побутовими відходами (ТПВ). З метою забезпечити вирішення зазначеної проблеми Кабінет Міністрів України своїм розпорядженням від 8.11.2017 р. №820-р схвалив Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року.

Інструментом реалізації стратегії визначено затверджений Кабінетом Міністрів України Національний план управління відходами, проект якого був розроблений Міністерством екології та охорони навколишнього природного середовища разом з іншими центральними органами виконавчої влади. Однак, до цього часу проект Національного плану Кабінетом Міністрів України не затверджено.

Виходячи з тексту Національної стратегії [1], термін управління (регулювання) відходами передбачає здійснення заходів щодо багаторазового використання природних ресурсів, перероблення (оброблення) відходів, утилізація відходів. У цій галузі діяльності органів виконавчої влади всіх рівнів ситуація характеризується як критична, де протягом тривалого часу відсутнє адекватне реагування на її виклики, що призвело до поглиблення екологічної кризи і загострило соціально-економічну ситуацію в суспільстві та обумовлює необхідність реформування і розвитку з урахуванням вітчизняного та світового досвіду управління відходами.

У Тернопільській області було схвалено регіональну програму поводження з ТПВ на 2018-2020 роки. Загальний обсяг фінансування програми складає 50330,0 тис. гривень. Разом на виконання 5 інфраструктурних заходів щодо будівництва регіональних чотирьох сміттєпереробних підприємств, спорудження об'єктів генерації теплової та електричної енергії з ТПВ, біоферментації органічних ТПВ для виробництва органічних добрив, влаштування мережі пунктів приймання вторинної сировини, спорудження майданчиків, павільйонів для роздільного збирання ТПВ та придбання контейнерів для роздільного збирання передбачено 46650 тис. гривень, що складає 93% загального обсягу фінансування програми. Аналіз джерел фінансування зазначених заходів показує, що 3000,0 тис. гривень буде виділено з обласного бюджету (6%), 22750,0 тис. гривень (45%) повинні виділити органи місцевого самоврядування (ОМС) і 20900,0 тис. гривень (42%) за рахунок інвесторів, яких ОМС ще необхідно знайти. Очевидним є, що фінансування ключових інфраструктурних заходів регіональної програми в обсязі 43650,0 тис. гривень (87% всього обсягу фінансування) покладено на ОМС і знайти такі кошти для них є надскладним завданням.

Із наведеного вище зрозуміло, що з таким підходом до вирішення проблеми управління ТПВ її вирішити не вдасться. Є очевидним, що реальних джерел фінансування не визначено, оскільки на реалізацію вищезазначених заходів кошти у місцевих бюджетах в такій великій кількості відсутні. Зокрема це стосується таких областей, як Тернопільська, які є депресивними територіями, що існують виключно за рахунок дотацій з державного бюджету.

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 №820-р «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року».

УДК 637.344

**М.М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц., В.Я. Ворошчук, канд. техн. наук,
О.І. Кравець, канд. техн. наук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ЗНЕВОДНЕННЯ МОЛОЧНО БІЛКОВИХ МАС.

M. Shynkaryk, Ph.D., Assoc. Prof., V. Voroshchuk, Ph.D., O. Kravets, Ph.D.

INFLUENCE OF RHEOLOGICAL PROPERTIES ON DEHYDRATION OF MILK PROTEIN MASSES

Виробництво молочно – білкових продуктів можна розглядати як зміну їх реологічних характеристик під дією біологічних і фізичних чинників. На кожному із етапів виробництва ці властивості проявляються в тій чи іншій мірі. Що стосується зневоднення то молочно -білкових мас (сир кисломолочний, тверді і м'які сири), то на завершальному етапі виробництва вони представляють собою дисперсні маси, які складаються з коагульованих білкових структур (тверді частинки) і сироватки.

Розроблення технології виробництва сирів українського асортименту відноситься до 80-х років минулого століття і представлено досить широким асортиментом. Це «Український», «Карпатський» з високою температурою другого нагрівання, «Буковинський», «Дністровський», «Станіславський» з низькою температурою другого нагрівання та м'які сири – «Черкаський», «Гуцульська бринза», різні види кисло – молочних сирів та інші.

Впровадження сучасних машин та апаратів у загальному не призвело до зміни режимних параметрів проведення окремих технологічних операцій, але іноді вимагає їх уточнення і конкретизації. Зокрема це стосується процесу зневоднення та формування сирної головки, оскільки на зміну гвинтовим пресам чи вібраційним апаратам прийшли горизонтальні та вертикальні формувальні апарати, для яких можна встановити оптимальні значення тиску та тривалості формування. До завдань, які стоять в процесі формування можна віднести забезпечення умов зчеплення окремих сирних зерен між собою при утворенні пласту та відділення основної маси сироватки. З цією метою використовують надлишковий тиск при певних температурних параметрах.

Процеси формування пласту та сирної головки є важливими для подальших технологічних операцій. З однієї сторони підвищення тиску дозволяє зменшити тривалість процесу формування і, відповідно, підвищити продуктивність лінії, з іншої сторони – це може призвести до надмірного ущільнення поверхневих шарів маси та до погіршення умов відділення сироватки при наступному пресуванні.

Сирна маса в залежності від величини тиску вона може характеризуватися пружними, в'язкими або пластичними властивостями, які здатні як позитивно так і негативно впливати на процес зневоднення та формування сиру та його подальше пресування. Тому доцільно проводити зневоднення та формування в діапазоні тисків, що відповідають пружним властивостям сирної маси.

Важливим параметром також є температура дисперсного середовища, яка впливає на когезійні властивості сирних зерен. Тому у багатьох випадках формування проходить під шаром сироватки. Метою роботи було дослідження компресійних та фільтраційних характеристик сирної маси при виробництві сирів українського асортименту та встановлення оптимального тиску формування з точки зору збереження пружних властивостей сирної маси.

В результаті проведення експериментів були досліджено пружні властивості мас, встановлено межу між пружними та пластичними властивостями, залежність їх від температури нагрівання. Визначено оптимальний тиск зневоднення (пресування) сирної маси для сирів різного асортименту.

УДК 577.122.2/153.2

**В. Юкало, д-р. біол. наук, проф., К. Дацишин, Л. Сторож, канд. техн. наук, доц.,
О. Крупа, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОТРИМАННЯ СИРОВАТКОВИХ ГІДРОЛІЗАТІВ В УМОВАХ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДНИХ БІОАКТИВНИХ ПЕПТИДІВ

**V. Yukalo, Dr., Prof., K. Datsyshyn, L. Storozh, Ph.D., Assoc. Prof., O. Krupa, Ph.D.,
Assoc. Prof.**

WHEY PROTEINS HYDROLYSATES OBTAINING IN CONDITIONS THAT KEEP NATURAL BIOACTIVE PEPTIDES

У дітей (особливо в ранньому віці) часто спостерігається алергія до білків сироватки молока. Зростає і кількість дорослих з різними порушеннями функції травлення, для яких в тій чи іншій формі характерна непереносимість сироваткових білків молока [1]. Відомі два основні шляхи вирішення цього питання. Насамперед це повна заміна білків молочної сироватки в харчовому продукті на інші повноцінні неалергенні або низькоалергенні харчові білки (наприклад, білки сої). Другий шлях передбачає застосування гідролізатів білків сироватки молока. Низькоалергенні продукти протеолізу (менше 10 амінокислотних залишків) не викликають алергії. Проте, на сьогодні встановлено, що протеїни молока, зокрема молочної сироватки, є не тільки повноцінним джерелом амінокислот, але і великої кількості (більше 300) природних біологічно активних пептидів (БАП). Вони утворюються в процесі нормального травлення в шлунково-кишковому тракті. Ці природні БАП позитивно впливають на функції організму людини і особливо важливі в дитячому віці [2]. Звичайно, що при повній заміні у продукті білків сироватки на інші харчові білки такі природні БАП не можуть утворюватись. В результаті продукт втрачає свою біологічну цінність. У другому випадку використовують низькомолекулярні низькоалергенні гідролізати білків молочної сироватки. Проте, для проведення протеолізу найчастіше використовують дешеві активні протеолітичні препарати рослинного та мікробіологічного походження. При їх підборі звертають увагу на вихід пептидів, органолептичні показники без врахування можливості утворення БАП. При цьому імовірність утворення природних БАП суттєво знижується.

Нами були проведені порівняльні дослідження продуктів протеолізу білків сироватки молока травними протеолітичними ферментами і препаратами мікробіологічного походження, які найчастіше використовуються у виробництві. В результаті було встановлено, що вихід низькомолекулярних пептидів в обох випадках мало відрізняється. Проте, суттєво відрізняються хроматографічні профілі та молекулярно-масовий розподіл отриманих пептидів. Це свідчить на користь застосування травних протеаз для отримання гідролізатів сироваткових білків для низькоалергенних продуктів.

Література

1. Villa, C., Costa, J., Oliveira, M. B. P. P., & Mafra, I. (2018). Bovine Milk Allergens: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 137–164. doi: 10.1111/1541-4337.12318.
2. Brandelli, A., Daroit, D.J., & Correa, A.P.F. (2015). Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. *Food Research International*, 73, 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.016>.

Секція: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Голови: д-р. екон. наук, проф. Б. Андрушків, д-р. екон. наук, проф. О.В. Панухник, д-р. екон. наук Р.П. Шерстюк

Вчений секретар: канд. екон. наук Р.А. Оксентюк

УДК 351

О. І. Вівчар¹, д-р. екон. наук, проф., М. Ф. Зяйлик², канд. екон. наук, доц.

¹Тернопільський національний економічний університет

²Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

**СПЕЦИФІКА ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ
ЯК ВЕКТОР ЗМІЦНЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ФОКУСІ ВИКЛИКІВ
НОВОЇ ЕКОНОМІКИ**

O. Vivchar, Dr., Prof., M. Ziailyk, Ph.D., Assoc.

**SPECIFICS OF FEATURES FORMATION OF INVESTMENT STRATEGY
AS A VECTOR FOR STRENGTHENING ECONOMIC SECURITY IN THE FOCUS
OF CHALLENGES THE NEW ECONOMY**

В сучасних викликах економічних процесів актуальності набуває сфера досліджень формування інвестиційної стратегії у контексті економічної безпеки підприємства. Слід звернути увагу на те, що оптимізація інвестиційної стратегії має здійснюватися на основі комплексного аналізу особливостей зовнішнього економіко-правового середовища, специфіки галузі та внутрішніх особливостей підприємницьких структур.

На основі проведених досліджень встановлено, що інвестиційну стратегію підприємства можна ідентифікувати як систему формалізованих критеріїв, за якими воно оцінює і реалізує свої інвестиційні можливості, моделює свою перспективну інвестиційну позицію і забезпечує її досягнення. Досліджуючи дану тематику вважаємо, що вона є головним планом дій підприємства у сфері його інвестиційної діяльності, який визначає пріоритети її напрямів і форм, характер формування інвестиційних ресурсів і послідовність етапів реалізації довгострокових інвестиційних цілей, що забезпечують ефективний розвиток підприємства. Інвестиційна стратегія, на нашу думку, є структурованою сукупністю декількох взаємозв'язаних аспектів, таких як: інституційний, економічний, нормативно-правовий, інформаційно-аналітичний та інші.

Вибір інвестиційної стратегії пов'язаний з пошуком і оцінкою альтернативних варіантів інвестиційних рішень, які найбільше відповідають меті підприємства і перспективам його розвитку [4, с. 492]. Можна виокремити низку чинників, які впливають на вибір інвестиційної стратегії підприємства з метою забезпечення економічної безпеки, а саме: стадія життєвого циклу підприємства; загальна стратегія розвитку підприємства; стан зовнішнього і внутрішнього ринків інвестиційних ресурсів; інвестиційна привабливість підприємства як об'єкта вкладання засобів тощо. Процес розробки інвестиційної стратегії в системі економічної безпеки включає такі етапи, як: 1) визначення загального періоду формування інвестиційної стратегії; 2) аналіз поточного стану зовнішнього середовища підприємства; 3) формування стратегічних цілей інвестиційної діяльності; 4) розробка найбільш ефективних шляхів реалізації стратегічних цілей; 5) конкретизація інвестиційної стратегії за періодами її впровадження; 6) розробка системи організаційно-економічних щодо забезпечення процесу реалізації інвестиційної стратегії підприємства; 7) оцінка результативності розробленої інвестиційної стратегії [3, с. 167].

З практичної точки зору, послідовність і зміст основних етапів розробки інвестиційної стратегії в системі економічної безпеки підприємства в цілому відображають загальноприйняті в економічній теорії та практиці принципи і методологічні підходи. Зрозуміло, що необґрунтоване здійснення інвестицій ще не гарантує підприємству ринкового успіху, якщо відсутня узгодженість дій у сфері інвестування, основу якої становить інвестиційна стратегія. Водночас інвестиційна стратегія виходить із загальної стратегії економічного розвитку підприємства і має узгоджуватися з нею за цілями та етапами розвитку [2, с. 312].

Слід відзначити, що управління економічною безпекою на основі оптимізації інвестиційної стратегії – це комплекс оперативних дій з негайного залучення додаткових інвестиційних ресурсів шляхом покращення інвестиційної привабливості підприємства. Як наслідок встановлено, що розробка та впровадження інвестиційної стратегії на підприємстві є, по-перше напрямом забезпечення його інвестиційної привабливості, по-друге, одним із основних способів досягнення мети підприємства.

Неможливо залишити поза увагою те, що при формуванні інвестиційної стратегії з метою забезпечення економічної безпеки необхідно врахувати: – належність країни інвестора, у якій він має статус резидента до комісії FATE (Financial Action Task Force on Money Laundering – Міжнародна комісія боротьби з легалізацією кримінальних доходів), яка контролює країни, що не відповідають міжнародним стандартам боротьби з нелегальними фінансовими операціями; – готовність власника підприємства розділити з інвестором, а отже й стратегічним партнером, частину влади в управлінні своїм бізнесом, та адаптуватися до певних змін у діяльності компанії, пов'язаних із залученням інвестора [1].

Прорезюмувавши вище описане, можна констатувати, що формування інвестиційної стратегії як вектор зміцнення економічної безпеки підприємства можна трактувати як єдину високоінтегровану систему в умовах викликів сучасних економічних процесів, що складається з багатьох організаційно-економічних аспектів, нерозривно пов'язаних між собою для забезпечення інвестиційної привабливості підприємства. На нашу думку, саме клімат в країні та внутрішні процеси, які протікають всередині країни формують інвестиційний імідж підприємства, адже, якщо клімат в країні несприятливий, то увияти в цих умовах високий рівень економічної безпеки підприємства неможливо.

Література

1. Бурлан С. А., Філімонова О. Б. Кредит як джерело фінансування інвестиційної діяльності. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Npchdu/Economy/2008_86/86-12.pdf.
2. Зяйлик М. Ф., Вівчар О. І. Інноваційний маркетинг як особливий вид цілеспрямованої творчої діяльності підприємств. Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Сталий розвиток економіки». 1'2013 [18]. С. 311–314.
3. Кириленко В. І. Інвестиційна складова економічної безпеки : монографія. К.: КНЕУ. 2014. 232 с.
4. Штамбург Н. В. Складові економічної безпеки підприємства. Бюлетень міжнародного Нобелівського економічного форуму. 2011. № 1 (4). С. 490–496.

УДК 332.14;504.75.06

С.В. Галицький¹, М.П. Галушак²

¹Державна екологічна інспекція у Тернопільській області

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ІННОВАЦІЙНІ УПРАВЛІНСЬКІ ТЕХНОЛОГІЇ У ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІВ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ В УКРАЇНІ

S. Halytskyi, M. Halushchak

INNOVATIVE MANAGEMENT TECHNOLOGIES IN THE ACTIVITIES OF PUBLIC AUTHORITIES IN UKRAINE

На сьогоднішній день запровадження інновацій в державне (публічне) управління відбувається шляхом втілення нових форм і методів роботи виконавчої влади та місцевого самоврядування, нових управлінських технологій, підходів та інструментів, покликаних, з одного боку, удосконалити саму систему публічного управління, а з іншого, – забезпечити суспільний розвиток. Інноваціями у публічному управлінні можуть бути новостворені або реформовані організаційні структури, механізми управління розвитком суспільства і територій, нові підходи щодо взаємодії владних органів з громадськістю та бізнесом, тощо. Якість запровадження інновацій у публічне управління потребує належного нормативно-правового, науково-методичного, інформаційного, кадрового, мотиваційного та фінансового забезпечення.

Для виходу із трансформаційної кризи українському суспільству необхідна сучасна ефективна система публічного управління. Завдання полягає у створенні цілісної системи організаційних відносин, які б забезпечили ефективні взаємовідносини її компонентів, необхідну координацію і субординацію між ними.

Інноваційний розвиток породжує певні особливості щодо встановлення цілей і стратегічного бачення напрямків розвитку системи публічного управління, модифікує завдання управлінського апарату. Інноваційна діяльність різко підвищує роль державного службовця як менеджера прогресивних змін, а він сам, його кваліфікація, здібності і професійні вміння стають визначальними чинниками адміністративної реформи. При цьому також перебудовуються інструментарій управлінських дій і процедури прийняття управлінських рішень. У ході втілення інновацій впроваджується персоналізація суб'єктів інноваційних процесів на основі розподілу функцій, встановлюються прерогативи використання результатів як окремих інновацій, так і результатів інноваційної діяльності загалом.

Оскільки всі чинники визначального впливу на інноваційні процеси у публічному управлінні реалізуються через діяльність державного службовця, суб'єктний аспект управлінських інновацій породжує необхідність змін в управлінні персоналом органів влади. Управлінські інновації значно ускладнюють роботу державних службовців, вимагають від них нових навичок та більш високих компетенцій. Як засвідчує досвід, інноваційні процеси є ефективним засобом професійного та особистісного зросту працівників публічних установ. Особливо цьому сприяє делегування повноважень і викликане ним скорочення повноважень вищих владних рівнів. Запровадження управлінських інновацій змінює поведінку державного службовця як носія нововведень.

Отже, інновації мають стати засобами вирішення управлінських та соціальних проблем у системі публічного управління. Суб'єкти публічного управління зацікавлені в їх впровадженні необхідністю адаптації до потреб суспільства та і отримання певної вигоди від результатів інноваційної діяльності.

УДК 005.32

О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., Л. Бессонова

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДІЛОВІ КОНФЛІКТИ ТА ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

O. Garmatiuk, Ph.D., Assoc. Prof., L. Bessonova

BUSINESS CONFLICTS AND THEIR MAIN WAYS SOLUTION

Сучасний менеджмент визнає, що в організаціях з ефективним управлінням можуть виникати конфлікти, а деякі конфлікти не тільки можливі, але й бажані. Вважається, що в багатьох ситуаціях конфлікт допомагає побачити різноманітність точок зору, більшу кількість проблем, альтернативи їх вирішення та ін. Тобто йде мова про співробітництво, при якому керівники і підлеглі мають можливість висловити свою думку. В результаті дискусія приводить до вироблення взаємно вигідного і найбільш правильного рішення. Але якщо конфлікти виникають занадто часто, а їх вирішення затягується, то це свідчить про наявність в організації серйозних проблем, які необхідно діагностувати і знайти шляхи їх вирішення. Інакше організація не буде успішно розвиватися і може вийти в стан кризи. Для того, щоб конфлікти не мали негативних для організації наслідків, керівники повинні приділяти їм особливу увагу.

Конфлікт визначається як зіткнення протилежно спрямованих цілей, інтересів, позицій, думок або поглядів опонентів або суб'єктів взаємодії.

Об'єктами конфлікту вважаються ті явища, які формально визнаються конфліктуючими сторонами предметом розбрату. Проте дійсне коріння конфлікту може не усвідомлюватися самими учасниками, або їм соромно в них признатися.

Предмет конфлікту – це основна суперечність, існуюча або уявна проблема, що стала джерелом розбрату. Така проблема не обов'язково повинна бути явною, деколи конфлікт народжується за рахунок прихованих бажань, які по яких-небудь причинах не задоволені. При детальнішому розгляді предмет конфлікту можна побачити зовсім в іншому ракурсі, ніж при побіжному погляді з боку. Досить часто предметом конфлікту стає особиста неприязнь, прикрита якими-небудь, здавалося б, об'єктивними причинами.

Основними учасниками конфлікту є люди – це сторони конфлікту. У зіткненні вони можуть виступати як фізичні, приватні, офіційні або ж юридичні особи. Діяти вони можуть як самотійно, так і об'єднуючись в групи, в тому випадку, якщо мова йде про міжгруповий або особистісно-груповий конфлікт.

Привід конфлікту, або інцидент – це збіг обставин, що призводять до конфліктної ситуації. Приводом для конфлікту можуть служити слова, дії (або бездіяльність). Протиріччя існують завжди і на всіх рівнях – у середині особистості, у міжособистісному спілкуванні, у виробничих відносинах в організації, між організаціями тощо. Але часто їх гострота набуває такої сили, що вони починають перетворювати на конфлікти. Реально конфлікти породжуються самим фактом наявності відмінностей. Безпосередньою ж їх причиною є ставлення людей до відмінностей у думках, поглядах тощо.

Розрізняють об'єктивні і суб'єктивні конфліктні ситуації. Об'єктивною ситуацією є, коли для зіткнення вже існують відповідні підстави. Суб'єктивні ситуації за своєю природою завжди емоційні і бувають наслідком психологічної несумісності людей, їх небажання зрозуміти один одного. У тому випадку, коли відмінності в поглядах уявні і люди просто по-різному виражають одну і ту ж думку, конфліктна ситуація виявляється ще й безпредметною.

Управління конфліктами – це цілеспрямована дія по усуненню (мінімізації) причин, які породжують конфлікт, або на корекцію поведінки учасників конфлікту.

Сам процес управління конфліктною ситуацією включає декілька етапів:

1. Прогнозування конфлікту. Цей етап спрямований на виявлення причин можливого конфлікту в умовах відсутності конфліктної ситуації.

2. Оцінка функціональної спрямованості. Від цього етапу залежать подальші дії з управління конфліктною ситуацією. Якщо аналіз показав, що при успішному подоланні конфлікту його виникнення позитивно позначиться на житті групи, зможе призвести до вирішення будь-яких проблем, то конфлікт необхідно стимулювати. Якщо ж потенційний конфлікт не зможе принести в життя колективу нічого позитивного, а дасть тільки негативні результати, то такий конфлікт слід попередити.

3. Стимулювання конфлікту. По суті це провокація, штучне розпалювання конфліктних дій. Такий виклик відкритого зіткнення обґрунтований тоді, коли справа стосується конструктивних конфліктів, сприяючих усуненню деяких проблем.

4. Попередження конфлікту. Це система заходів, які покликані не допустити відкритого зіткнення.

5. Регулювання конфлікту. Це метод свідомої дії на конфлікт з метою обмежити його, ослабити, забезпечити його розвиток у бік вирішення.

6. Вирішення конфлікту. Воно може бути частковим, якщо усуваються конфліктні дії, але залишається причина конфлікту. Якщо ж конфлікт виключається повністю, включаючи внутрішні установки і реальну причину, то можна говорити про його повне розрешення.

Розрешення конфлікту починається зі встановлення його причин. Складність тут в тому, що дійсні причини нерідко маскуються, бо можуть охарактеризувати ініціатора конфлікту не з кращого боку. Крім того, тривалий конфлікт втягує в свою орбіту все нових і нових учасників, розширюючи і список суперечливих інтересів, що об'єктивно утрудняє знаходження основних причин.

Велику допомогу в цьому надає володіння формулами конфлікту. Основна формула конфлікту: Конфліктна ситуація + Інцидент = Конфлікт.

Конфліктна ситуація – це суперечності, що накопичилися, містять дійсну причину конфлікту.

Інцидент – це збіг обставин, що є приводом для конфлікту.

Конфлікт – це відкрите протистояння як наслідок взаємовиключних інтересів і позицій.

З формули видно, що конфліктна ситуація і інцидент незалежні один від одного, тобто жодне з них не є наслідком або проявом іншого. Вирішити конфлікт – це означає усунути конфліктну ситуацію та вичерпати інцидент. Існують декілька правил формулювання конфліктної ситуації.

Правило 1. Пам'ятаєте, що конфліктна ситуація – це те, що треба усунути. Отже, не можливі формулювання типу: „конфліктна ситуація – в цій людині”, „в соціально-економічній ситуації” і тому подібне, бо не можна усунути людину взагалі та соціально-економічні обставини.

Правило 2. Конфліктна ситуація завжди виникає раніше конфлікту. Конфлікт же виникає одночасно з інцидентом. Таким чином, конфліктна ситуація передуює і конфлікту й інциденту.

Правило 3. Формулювання повинне підказувати, що робити.

Правило 4. Ставте собі питання „чому?” до тих пір, поки не докопаетесь до першопричини, з якої виникають інші.

Правило 5. Сформулюйте конфліктну ситуацію своїми словами, по можливості не повторюючи слів з опису конфлікту. Суть в тому, що при розгляді конфлікту зазвичай багато мовиться про його видимі сторони, тобто про сам конфлікт і про інцидент.

Правило 6. У формулюванні обійдіться мінімумом слів. Коли слів дуже багато, думка неконкретна, з'являються побічні нюанси.

Існують наступні стилі вирішення конфліктів.

Стиль конкуренції. Людина, що використовує стиль конкуренції, вельми активна і вважає за краще йти до вирішення конфлікту своїм власним шляхом. Вона не дуже зацікавлена в співпраці з іншими людьми, зате здатна на вольові рішення. Тобто старається, в першу чергу, задовольнити власні інтереси в збиток інтересам інших, вимушуючи інших людей ухвалювати своє рішення проблеми. Для досягнення мети вона використовує свої вольові якості й якщо воля достатньо сильна, то це вдається.

Стиль ухилення. Другий з основних підходів до конфліктної ситуації реалізується тоді, коли не відстоюються права, не має співробітництва ні з ким для вироблення вирішення проблеми або просто є ухилення від вирішення конфлікту. Можна використовувати цей стиль, коли проблема, що зачіпає, не така важлива для людини, коли не витрачаються сили на її рішення або коли відчувається, що положення безнадійне.

Стиль пристосування. Наступним стилем є стиль пристосування. Він означає те, що треба діяти спільно з іншою людиною, не намагаючись відстоювати власні інтереси. Можна використовувати цей підхід, коли результат справи надзвичайно важливий для іншої людини і не дуже істотні для вас. Цей стиль корисний також в тих ситуаціях, в яких не можна отримати перемогу, оскільки інша людина володіє більшою владою.

Стиль співпраці. Слідуючи цьому стилю, активно береться участь у вирішенні конфлікту і відстоювання своїх інтересів, але при цьому необхідно співробітництво з іншою людиною. Цей стиль вимагає тривалішої роботи в порівнянні з іншими підходами до конфлікту, оскільки спочатку „викладаються на стіл” потреби, турботи і інтереси обох сторін, а потім вони обговорюються. Проте, якщо є час і вирішення проблеми має значення. Це хороший спосіб пошуку взаємовигідного результату і задоволення інтересів всіх сторін.

Стиль компромісу. Цей стиль передбачає поступ в своїх інтересах, щоб задовольнити їх частково, і інша сторона робить теж саме. Іншими словами, часткове задоволення свого бажання і часткове виконання бажання іншої людини, обмін поступками для розробки компромісного рішення, яке влаштувало б обидві сторони.

Важливо зрозуміти, що кожен з цих стилів ефективний тільки в певних умовах, і жоден з них не може бути виділений як найкращий. В принципі, необхідно уміти ефективно використовувати кожен з них і свідомо робити той або інший вибір, враховуючи конкретні обставини. Якнайкращий підхід визначатиметься конкретною ситуацією, а також складом характеру людини. Віддавати перевагу одним стилям або іншим – природно, але жорстка перевага може обмежити можливості особи. Таким чином, важливо визначити свої пріоритети, а також можливі альтернативні варіанти. Це дозволить бути вільнішим у виборі при зіткненні з конкретними конфліктними ситуаціями.

Література

1. Гарматюк О.О., Комунікативний менеджмент: Конспект лекцій. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. 105с.
2. Жигайло Н. Комунікативний менеджмент : навчальний посібник / Наталія Жигайло. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка. 2012. – 368 с. ISBN 978-966-613-949-1.
3. Осовська Г.В. Комунікації в менеджменті. Навчальний посібник. К.: «Кондор», 2003. – 218 с.
4. Етика ділового спілкування // під ред. Гриценко Т.Б. http://pidruchniki.ws/19991130/menedzhment/etika_dilovogo_spilkuvannya_-_gritsenko_tb
5. Чайка Г.Л. Культура ділового спілкування менеджера. - http://pidruchniki.ws/19871030/menedzhment/kultura_dilovogo_spilkuvannya_menedzhera

УДК 352: 005.92

О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., А. Гайдучик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ

O. Garmatiuk, Ph.D., Assoc. Prof., A. Haiduchyk

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION AND REALIZATION OF THE SYSTEM OF ELECTRONIC DOCUMENTS

Управлінська діяльність органів державної влади та органів місцевого самоврядування забезпечується веденням організаційно-розпорядчої документації. Документація використовується як спосіб і засіб реалізації функцій управління. При цьому в документах зосереджується інформація, яку необхідно зберігати впродовж певного часу.

На сучасному етапі суттєво ускладнилися функції управління та зросли обсяги завдань, які покладені на органи державної влади, змінюються вимоги до якості документів. Одночасно активно впроваджуються інформаційні технології, як засоби автоматизації процесів, що пов'язані з документованою інформацією. Крім того в законодавстві з'явилися нові юридичні об'єкти – електронний документ та електронний цифровий підпис, розвиваються нові форми відносин, що базуються на електронному документообігу.

При впровадженні електронного документообігу інформація передається у вигляді електронних документів, тобто документів, що створюються, зберігаються, передаються і доступні для сприйняття за допомогою електронних засобів. Це полегшує роботу з інформацією, прискорює процес роботи з нею, проте комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення стає необхідним посередником у роботі з документами.

Електронний документообіг – це високотехнологічний і прогресивний підхід до суттєвого підвищення ефективності роботи органів державної влади і місцевого самоврядування. Він забезпечується сукупністю технологій, які не тільки значно оптимізують, але й істотно змінюють роботу. Головною проблемою при впровадженні такої системи є її масштабність: система не може бути впроваджена «з нуля», оскільки стосується всіх основних сторін діяльності. Таким чином, перед розгортанням етапів впровадження системи електронного документообігу і діловодства необхідно виважено оцінити готовність всіх органів державної влади і місцевого самоврядування, яких це торкається, до якісно нових технологій.

Наступною особливістю системи електронного документообігу (СЕД) є впровадження її повсюди, на всіх робочих місцях, пов'язаних зі створенням, редагуванням і зберіганням інформації, в інакшому випадку ефективність від її використання буде мінімальною.

На цьому етапі може виникнути з дуже великою вірогідністю ще одна з основних проблем впровадження – консерватизм персоналу, що дуже характерний особливо для державних органів. Негативна дія даного фактору підсилюється слабким кадровим складом. Звичайно, така поведінка працівників обумовлена не тільки небажанням навчатися й перенавчатися, а також, можливо, низькою освіченістю. Стикаючись з подібними питаннями можна звести на нівець всі спроби впровадження СЕД. Особливо це стосується організацій, у яких сама кадрова політика дуже консервативна й ніхто, навіть керівник, не вільний у переміщенні або відновленні кадрів.

Тому запуск комплексної інформаційної системи вимагає досягнення насамперед психологічної готовності працівників до перебудови бізнесів-процесів і перенавчання.

Проте вирішення цих питань в рамках перспективних програм підвищення кваліфікації співробітників державних органів дасть змогу побачити реальні результати тільки через певний період.

Наступною проблемою впровадження може виступити фактор керівництва. Тут можливі різні варіанти наслідків, які будуть залежати від наявності чи відсутності волі керівника. При цьому в кращому випадку система може виявитися впровадженою або тільки в деяких підрозділах, або тільки на деяких рівнях, або тільки для деякого класу бізнес-процесів. У найгіршому випадку вона не буде впроваджена зовсім.

«Антикаталізаторська» поведінка керівника зумовлюється острахом перед наслідками впровадження такої системи, адже робота кожного працівника, не залежно від посади, стає прозорою. Іноді керівники не мають бажання безпосередньо працювати з комп'ютером, переглядати й редагувати документи, а воліють мати справу з живими людьми, а не з документами, у зміст яких необхідно вчитуватись.

Ще одним при цьому важливим фактором є досягнення психологічної готовності керівників до використання електронних аналогів власноручного підпису на документі.

Наступною проблемою при впровадженні СЕД є постійні структурні зміни в організації, що спричиняють слабку формалізацію бізнес-процесів. Наявність таких рухів в середині організації може призупинити чи відкласти впровадження СЕД.

Разом з тим при впровадженні СЕД у державних органах необхідно враховувати високі вимоги до забезпечення безпеки даних і обмеження доступу. Питання урядового документування та електронного документообігу в Україні не відповідають міжнародним стандартам. Окремі органи виконавчої влади намагаються створити відомчі системи електронного документообігу. Але ці системи не мають експертних висновків за результатами державної експертизи у сфері криптографічного захисту інформації та в деяких випадках не відповідають діючому законодавству.

Створення інформаційних систем документообігу і загальні вимоги до СЕД повинні ґрунтуватися на принципах: системності, відкритості, сумісності, стандартизації, ефективності.

Можна зробити висновок, що людський фактор відіграє важливу роль у впровадженні електронного документообігу в роботі органів влади, це означає що до цього питання потрібно вирішувати поступово проте рішуче. До консерватизму підлеглих потрібно підходити глибше, поступово вводити цю систему у їх роботу та знаходити індивідуальний підхід до кожного працівника. Для керівників проводити конференції та вебінари, для того щоб керівник сам приймав таку систему як надійну та зміг впливати на своїх підлеглих та індивідуально підходити до цього питання.

Отже, електронний обіг ефективніший за рахунок того, що легше піддається оптимізації. Витрати на введення систем електронного документообігу окупаються не тільки за рахунок підвищення швидкості обміну інформацією та скорочення витрат на зберігання паперів, але і зменшенням кількості співробітників, зайнятих роботою з документами, відсутністю серйозних витрат на перебудову документообігу внаслідок розвитку міжнародних відносин.

Література

1. Кукарін О.Б. Електронний документообіг та захист інформації: Навчальний посібник / За заг. ред. д. держ. упр., професора Н.В. Грицяк – К.: НАДУ, 2015. – 84 с.
2. Писаренко В.П. Упровадження електронного документування в органах державної влади та місцевого самоврядування. Режим доступу: [http://dridu.dp.ua/zbirnik/2012-02\(8\)/12pvpvms.pdf](http://dridu.dp.ua/zbirnik/2012-02(8)/12pvpvms.pdf)

УДК 005.32

О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., М. Галюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОРПОРАТИВНА КУЛЬТУРА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ

O. Garmatiuk, Ph.D., Assoc. Prof., M. Galyuk.

CORPORATE CULTURE AS AN EFFECTIVE MANAGEMENT TOOL

Успішне функціонування будь-якої організації залежить від системи управління, потенціалу і розвитку її персоналу, корпоративної культури. Зараз почала збільшуватись кількість компаній, які дбають про корпоративну культуру своєї організації, що регламентує поведінку людини й дає можливість прогнозувати її реакцію в критичних ситуаціях.

В Україні питання корпоративної культури є відносно новим та мало вивченим. Актуальність та важливість даного питання полягає в тому, що саме ефективне управління персоналом передбачає тісне об'єднання управлінських форм і методів з корпоративною культурою організації.

Корпоративна культура - це складна система, яка включає цінності, переконання, вірування, уявлення, очікування, символи, а також дієві принципи, норми поведінки, традиції, ритуали та ін., що виникли на підприємстві впродовж терміну його існування та які визнаються більшістю працівників та формують їх поведінку.

Як нам відомо, головною метою корпоративної культури є забезпечення високого рівня прибутковості підприємства, що досягається за допомогою вдосконалення системи управління людськими ресурсами, що у свою чергу забезпечує хороші відносини між працівниками та керівником чи менеджером, а також дає співробітникам впевненість у компанії та бажання продуктивно працювати.

Ключовими елементами корпоративної культури є:

- цінності персоналу;
- комунікаційна система і мова спілкування;
- використання часу;
- взаємовідносини між персоналом;
- розвиток персоналу і його навчання;
- зовнішній вигляд, стиль одягу.

Тобто, корпоративна культура багатоелементна і завжди структурована, вона важлива для будь-якої організації, так як може впливати на: мотивацію працівників; відповідальність кожного співробітника, його ділову репутацію; якість виконаної роботи; продуктивність трудової діяльності; творчий потенціал службовців; загальне ставлення співробітників до роботи.

Створення та розвиток корпоративної культури в організації надає їй ряд переваг:

- знижується конфліктність, поліпшуються виробничі взаємовідносини;
- зменшуються непродуктивні витрати часу;
- присутній загальний емоційний підйом, який впливає на кінцеві результати роботи.

Також корпоративна культура відіграє важливу роль у забезпеченні високого рівня конкурентоспроможності підприємства чи організації, адже вона впливає на найбільш складні нематеріальні стратегічні ресурси, які майже неможливо скопіювати. Завдяки корпоративній культурі досягається свого роду унікальність, неповторність і, в результаті, конкурентні переваги кожного підприємства, як для співробітників так і для споживачів продукції (рис. 1).



Рис. 1. Вплив корпоративної культури на конкурентоспроможність підприємства

Отже, чим вище рівень корпоративної культури, тим вище престиж і конкурентоспроможність підприємства.

Правильно побудований процес формування корпоративної культури забезпечує виховання у працівників таких якостей:

- відповідальне ставлення до виконання своїх обов'язків;
- ініціативність;
- вміння швидко адаптуватися до змін та приймати рішення;
- вміння працювати в команді;
- постійний саморозвиток;
- повага до інших та до себе;
- відповідальність;
- вміння використовувати критичний підхід та прислухатися до критики на свою адресу.

За характером впливу на працівника корпоративну культуру прийнято поділяти на два види:

- позитивна корпоративна культура – формує у працівника важливість своєї професійної діяльності та вкладу у роботу компанії, як способу особистісної трудової самореалізації, а також цінність підприємства, на якому працює, як умови досягнення власних актуальних потреб;
- негативна корпоративна культура – проявляється у відображенні ситуації, коли загальне становище в організації є хорошим, але для працівника з точки зору його саморозвитку та місця у компанії є не вигідним.

Підвищення ефективності праці, лояльності співробітників до компанії може дати тільки цілеспрямовано створена корпоративна культура, яка буде враховувати особливості й потреби конкретної компанії.

Отже, корпоративна культура у системі управління організацією повинна розглядатися як ефективний стратегічний інструмент, що дозволяє орієнтувати усі його підрозділи та усіх працівників на загальні цілі, підвищувати ініціативу персоналу, забезпечувати відданість загальній справі, полегшувати спілкування.

Література

1. Васильченко М.І, Гришко В.В. Комунікативний менеджмент: навчальний посібник. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 208 с
2. Гарматюк О.О. Комунікативний менеджмент: Курс лекцій. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. – 105 с.

УДК 004.8

В.С. Грицишин, Н.В. Габрусєва

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: СЬОГОДНІ І ЗАВТРА

V. Hrytsyshyn, N. Habrusieva

ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TODAY AND TOMORROW

Сьогодні багато країн виділяють значні кошти на розвиток штучного інтелекту (ШІ), який застосовується фактично в економічній, медичній, культурній сферах, торгівлі, агропромисловості, транспорті, машинобудуванні, військовій справі, видобувній галузі, будівельному секторі, індустрії розваг тощо. На даний момент, технології на основі ШІ не мають конкуренції, вирішують як поточні питання бізнесу, так і глобальні завдання сучасності. У найближчому майбутньому вони можуть замінити важливі для підприємств чи організацій способи збирання й аналізу даних. Управлінці, менеджери, керівники повинні заздалегідь навчитися працювати з такими інноваціями, використовувати їх для розвитку своїх компаній, отримання переваг на ринку товарів та послуг.

Штучний інтелект – здатність машин і програм аналізувати отриману інформацію, робити висновки, приймати на їх основі рішення. Він розвивається завдяки алгоритмам прогресивного навчання. Особливо, на наш погляд, сьогодні важливим є те, що можливості ШІ ефективно тестуються та використовуються і в медичній сфері. Наприклад, ШІ добре зарекомендував себе у виявленні та класифікації серцевої аритмії на основі електрокардіограми, діагностиці та лікуванні в офтальмології. Технологія на основі ШІ дозволяє синтезувати людську мову, «зчитуючи» нейронну активність слухової кори головного мозку тощо.

Сьогодні основна боротьба за першість у напрямку, який стосується створення штучного інтелекту, розгорнулася між США і Китаєм, однак інші держави, зокрема й Україна, не залишаються осторонь. Японія також може пишатися своїми розробками, наприклад, роботами. Проте, штучним інтелектом у Японії, в переважній більшості, користуються саме в фінансовому секторі та в промисловості. Відносну конкурентоспроможність деяких європейських країн щодо розробок ШІ ми можемо побачити на рисунку 1 [1].



Рис. 1

Що стосується України, то, відповідно до досліджень, які проводила компанія Deep Knowledge Analytics у 2019 році, вона була одним з лідерів у Східній Європі щодо розробок штучного інтелекту. Також у цьому дослідженні вказувалось, що Україна,

Білорусь і Росія – держави, які отримують велику кількість міжнародних грантів на вивчення означеної проблеми. Україна перемагає у міжнародних конкурсах інновацій (наприклад, український стартап UniEcho виграв Robot Launch 2017 р.). Також, яскравим прикладом є придбання у 2015 р. Snapchat українського стартапу Looksey орієнтовно за 150 млн. доларів. За допомогою цієї технології можна «редагувати» власне обличчя під час відеочату чи обміну фото. Проте Україна не зупиняється на цьому. На початку 2020 року Міністерство цифрової трансформації створило експертний комітет з питань розвитку сфери штучного інтелекту.

«Темпи отримання патентів у галузі ШІ набирають оберті. Це означає, що ми можемо очікувати появу маси нових продуктів, додатків і технологічних способів, заснованих на технології ШІ, які змінять наш побут, а також визначатимуть подальшу форму взаємодії людини зі створеними нею машинами», – заявив Генеральний директор ВОІВ Ф. Гаррі. Прогнози, коли штучний інтелект досягне інтелектуального рівня людини показано на рисунку 2 [2].

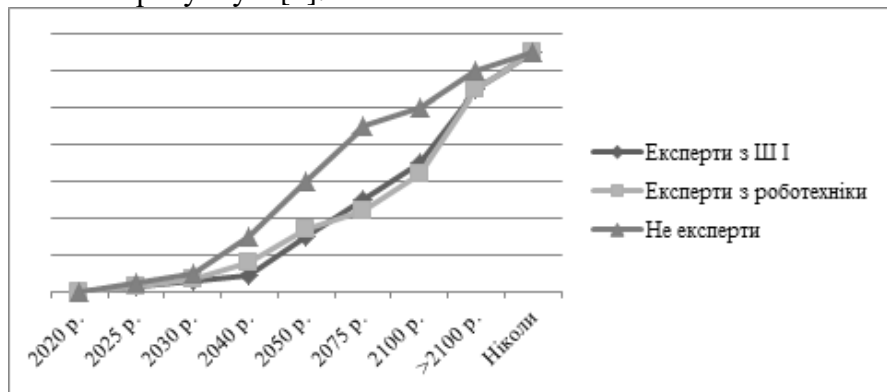


Рис. 2

Варто зауважити, що штучний інтелект, гіпотетично, може не лише приносити користь, а й нести у собі певні загрози. Отримавши здатність самостійно приймати рішення, не виключено, що ШІ обере такий варіант розвитку подій, який прагматично і буде менш затратний, але не міститиме моральної складової, яка притаманна лише людині. Крім того, деякі дослідники попереджають про небезпеку дискримінації, маніпуляцій, поширення пропаганди, які можуть виникнути при зборі та обробці персональних даних за допомогою технологій ШІ. Можливість виконувати штучним інтелектом низькокваліфіковану роботу здатна в перспективі привести до проблем у соціально-економічній сфері, безробіття та падіння рівня заробітних плат.

Зупинити розробку штучного інтелекту нереально, тому що він робить наше життя легшим і зручнішим. Головним завданням є встановлення надійного контролю над його роботою. Для цього необхідно проводити серйозні дослідження, запобігати ймовірним ризикам та бути переконаними, що штучний інтелект виконуватиме те, що запрограмувала людина, без неполадок та непередбачуваних результатів. Будемо надіятись, що ШІ розумітиме, що ми можемо його вимкнути, тому буде різними способами показувати, що він робить те, чого ми хочемо.

Література

1. Ключ до світового лідерства: Чому країни посилено розвивають штучний інтелект. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<https://ua.112.ua/golovni-novyni/kliuch-do-svitovoho-liderstva-chomu-krainy-posyleno-rozvyvaiut-shtuchnyi-intelekt-525688.html>>
2. Гід панікера: Які глобальні загрози на нас чекають та як їх відвернути. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<https://cripo.com.ua/processes/gid-panikera-yaki-globalni-zagrozi-na-nas-cheKayut-ta-yak-yih-vidvernuti/>>

УДК 351

Ю.А. Зарічна, О.Я. Галушчак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДЕРЖАВНОМУ УПРАВЛІННІ

Y. Zarichna, O. Halushchak

DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN PUBLIC ADMINISTRATION

У епоху сучасних технологій Інтернет, засоби зв'язку, соціальні мережі – невід'ємна складова суспільного життя, адже з їх допомогою ми швидше отримуємо інформацію, аналізуємо її. Ці блага цивілізації широко застосовують і в державному управлінні. Сьогодні інформаційно-комунікаційні технології дають можливість висвітлювати діяльність виконавчої влади, отримувати інформацію саме тоді, коли вона потрібна, у простій та лаконічній формі.

Різновидності технологій, які використовують у державному управлінні:

- підтримка прийняття рішень – це вироблення, автоматизоване прийняття або відхилення управлінських рішень; автоматизований процес вибору альтернатив;
- опрацювання даних – використовують для завдань та інформації, яка постійно повторюється;
- керування управлінськими рішеннями;
- експертні системи – використовують для вирішення проблем, які виникають; уникнення конфліктних ситуацій; отримання певних консультацій, порад;
- технологія автоматизованого офісу – використовують для передачі, опрацювання та зберігання інформації.

Широкого застосування у державних органах влади набув електронний документообіг із застосуванням електронного підпису. Звітність (бухгалтерську, кадрову, статистичну) можна подавати за допомогою інформаційних технологій. Що стосується платежів, їх теж проводять через інтернет-банкінг, з використанням програмного комплексу Е-казна. Кожна державна установа має свій офіційний веб-сайт, на якому розміщує інформацію про діяльність своєї установи. Інформація про заробітну плату будь-якого державного службовця є доступною завдяки інформаційним технологіям, вона розміщена на сайті НАЗК. Всі угоди державних установ проходять через систему електронних державних закупівель PROZZORO, як через відкриті торги, допорогові закупівлі, звіти про укладені договори. Єдиний веб-портал використання публічних коштів Е-дата містить інформацію про акти виконаних робіт, фінансову звітність установ, інформацію про відрядження. На жаль, не всі платники податків знають про ці інформаційно-комунікаційні технології, які спрямовані на інформування суспільства про діяльність установ та прозорість використання коштів. Доцільно створити мобільний додаток щодо публічності як діяльності самої установи, так використання нею коштів для того, щоб будь-хто міг ознайомитися, що планується закупити чи яку послугу потребує державна установа. Також буде можливість залишити свої побажання, зауваження, коментарі, які враховуватимуться у прийнятті рішень державною організацією.

Загалом, використання інформаційно-комунікаційних технологій дає змогу пришвидшити реалізацію поставлених цілей через скорочення часу на передавання та отримання інформації, а також зменшення паперової роботи завдяки електронним носіям інформації.

УДК 332.145

Є.Ф. Казьмірович

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ НА
ОСНОВІ ПРИНЦИПУ СМАРТ-СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ НА ПРИКЛАДІ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Yevstakhiy Kazmirovych

**RESEARCH OF STRATEGIC PLANNING FEATURES BASED ON THE
PRINCIPLE OF SMART SPECIALIZATION FOR EFFECTIVE INNOVATIVE
DEVELOPMENT OF THE REGION ON THE EXAMPLE OF TERNOPIIL REGION**

Розроблення регіональних стратегій розвитку органами виконавчої влади України з впровадженням підходів смарт-спеціалізації здійснюється за методологією затвердженою Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [1]. За вищезгаданою методикою розроблений Проект стратегії розвитку Тернопільської області на 2021-2027 роки, який схвалено розпорядженням голови Тернопільської обласної державної адміністрації [2] та подано на розгляд чергової сесії Тернопільської обласної ради.

У 2010 році Європейська Комісія презентувала своє бачення розвитку європейської економіки в стратегії „Європа 2020”, метою якої є подолання структурних недоліків через розвиток трьох взаємно підсилюючих пріоритетів:

- розумний розвиток, що базується на знаннях та інноваціях;
- сталий розвиток, який забезпечує більш ефективне використання ресурсів;
- всеохоплюючий розвиток, який веде до зростання рівня зайнятості, соціальної та територіальної цілісності.

Частиною стратегії „Європа 2020” є адаптована ініціатива “Інноваційний Союз”. Ця ініціатива встановлює всебічну інноваційну стратегію для розбудови європейської спроможності в рамках сталого, розумного, інклюзивного розвитку та презентує концепцію смарт-спеціалізації (S3). Принцип смарт-спеціалізації полягає у фокусуванні знань та їх поєднанні з обмеженою кількістю пріоритетних видів економічної діяльності, щоб країни та регіони стали конкурентоспроможними в світовій економіці. Такий підхід дозволяє країнам/регіонам скористатися ефектом передачі знань, отримання нових та використання даних знань, що є важливим фактором продуктивності. Інакше кажучи, смарт-спеціалізація – це створення унікальних ресурсів та можливостей на основі наявної галузевої структури регіону та знань [3].

Концепція смарт-спеціалізацій спрямована на визначення галузей з високим потенціалом, що спеціалізуються на окремих областях науки і техніки, науково-дослідних роботах та інноваційних підприємствах, які беруть участь у економічному розвитку Тернопільської області, а також впливають на його конкурентоспроможність у національному та міжнародному масштабі.

Тернопільська регіональна смарт-спеціалізація повинна базуватись на чотирьох загальних принципах:

1. Вибір та критична маса: обмежена кількість пріоритетів визначених з урахуванням регіональної спроможності та міжнародної співпраці.
2. Конкурентна перевага: узгоджуючи потенціал науково-дослідний та інноваційний з потребами бізнесу через процес підприємницької діяльності.
3. Взаємозв'язок та кластери: синхронізувати те, що є в регіоні з тим, що має решта країни/світу.

4. Спільне управління: державно-приватне партнерство, модель чотирьох спіралей (quadruple helix) – держава, громадськість, академічна сфера, виробництво.

Проектом стратегії розвитку Тернопільської області на 2021-2027 роки [2] визначено одну з стратегічних цілей „Підвищення конкурентоспроможності регіону”. Досягнення цілі передбачається через реалізацію 5 операційних цілей: стимулювання розвитку малого та середнього бізнесу; розвиток енергоефективності й енергозбереження; розвиток туристичної індустрії; стимулювання залучення інвестицій; впровадження регіональної смарт-спеціалізації. Визначенні галузі смарт-спеціалізації: світлотехнічна, молочна, виробництво нішевої та органічної продукції.

Прогнозовано правильним рішенням був вибір світлотехнічної галузі. В області дану галузь промисловості представляють близько 10 суб'єктів господарювання. Основними виробниками освітлювального обладнання є ТОВ „ОСП Корпорація „Ватра”, ТОВ „Шредер” та ТзОВ „ПВФ Електросвіт”. Підприємства світлотехнічної галузі області виготовляють майже всю номенклатуру високоякісної світлотехнічної продукції, а за деякими позиціями (зокрема, вибухозахищені світильники, світильники для шахт) є монополістами загалом по державі. Продукція реалізується як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Наявна висококваліфікована світлотехнічна академічна школа.

Тернопільський регіон в більшості є сільськогосподарським. В аграрному секторі економіки виробляється понад 60% валової продукції регіону, тому зрозумілим був вибір галузей агропромислового комплексу для смарт-спеціалізації. Впровадження на молокопереробних підприємствах області поглибленої переробки молока (сировини), технологій для вилучення з побічних продуктів переробки цінних компонентів забезпечить зменшення викидів відходів діяльності у довкілля та збільшить прибутковість галузі. Однією з переваг органічного сільського господарства є те, що воно має високий потенціал для забезпечення зайнятості сільського населення і поживлення роботи дрібних фермерських господарств.

Також, доцільно було б розглянути ІТ сектор як галузь смарт-спеціалізації регіону. Проектом Стратегії [2] передбачено окремі заходи підтримки, але не як галузь спеціалізації. Слід відзначити, що галузь розвивається стрімкими темпами та вже сьогодні має значний вплив на економіку Тернопільської області.

З'являється необхідність розроблення повноцінної регіональної стратегії досліджень для смарт-спеціалізації Тернопільської області та реєстрація області на Платформі смарт-спеціалізації (S3 Platform) [4] з відповідним позиціонуванням регіону.

Література

1. Методика розроблення, проведення моніторингу та оцінки результативності реалізації регіональних стратегій розвитку та планів заходів з їх реалізації / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0632-16>
2. Проект стратегії розвитку Тернопільської області на 2021-2027 роки та план заходів з її реалізації у 2021-2023 роках / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oda.te.gov.ua/main/ua/catalog/item/79213.htm?lightWords=796>
3. Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS 3) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/presenta/smart_specialisation/smart_ris3_2012.pdf
4. <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu>

УДК 657

Т.М. Королюк, канд. економ. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПІДПРИЄМСТВА

T.M. Korolyuk, Ph.D., Assoc. Prof.

RISKS MANAGEMENT SYSTEM OF THE ENTERPRISE

Невизначеність умов функціонування суб'єктів господарювання є наслідком впливу ризиків на їх діяльність. Виникає необхідність у постійному моніторингу зовнішніх і внутрішніх факторів ризику з метою їх контролю, уникнення або ж нейтралізації. Управління ризиками можна представити як послідовність наступних етапів:

1. Ідентифікація ризиків. Збір інформації з різних джерел – персонал, звіти, обстеження та зовнішні дослідження. Загальні методи збору даних включають семінари, сценарії, мозковий штурм та опитування. Ці методи можуть бути пов'язані з консультаціями із зацікавленими сторонами, аналізом навколишнього середовища, стратегічними планами тощо.

2. Оцінка впливу ризику. Необхідно здійснити оцінку ризиків, які можуть мати вплив на діяльність підприємства шляхом дослідження ринку, використання комп'ютерного моделювання, методу Дельфі або теорії ймовірності, статистичних тестів або здійснення аналізу чутливості, або ж спиратися на суб'єктивні судження.

3. Вибір значимих ризиків. Передбачає визначення пріоритетності ризиків шляхом відображення ймовірності виникнення кожного ризику з врахуванням його наслідків. Використовується проста шкала високого, середнього та низького рівня як для оцінки вірогідності ризиків, так і для їх наслідків, або більш складна шкала.

4. Реєстрація та групування ризиків. Реєстр ризиків перераховує визначені ризики разом з вірогідністю та наслідками виникнення кожного з них, і гарантує постійну оцінку ризиків. Вибір значимих ризиків підтверджує, що найбільш значимі ризики отримують найбільшу увагу. Ризики групуються у категорії в реєстрі з метою ефективнішого управління пов'язаних ризиків.

5. Оцінка ризиків. Оцінюються ризики щодо прийняття їх підприємством. Це має бути пріоритетом керівництва підприємства. Полягає у встановленні параметрів з метою оцінки певних ризиків в напрямку їх прийняття, відхилення чи управління ними.

6. Реалізація методів управління ризиками. Передбачає прийняття рішення щодо уникнення, зменшення, передачі чи прийняття конкретних ризиків. Уникнення передбачає відмову від діяльності з високим рівнем ризику, тоді як зниження включає зменшення ймовірності чи впливу ризику шляхом запровадження механізмів внутрішнього контролю. Передача може відбуватися за допомогою таких методів, як аутсорсинг, страхування або хеджування, тоді як прийняття означає, що жодних дій не потрібно робити.

7. Звітність про ризики. Інформація про ризики, які можуть виникати в процесі діяльності підприємства, та рішення щодо них з поясненням як вони визначаються, оцінюються та як ними управляють. Повідомляється лише про найбільш важливі ризики з точки зору їх вірогідності та наслідків. Звіти про ризики повинні відображати як валовий ризик (до впровадження контролю), так і чистий ризик (після врахування впливу контролю) для відображення економічної ефективності контролю.

Джерелом інформації для вирішення завдань з управління ризиками на підприємстві є система бухгалтерського обліку, оскільки об'єднує і облікові, і аналітичні операції в один процес взаємопов'язаних елементів.

УДК 94

А.А. Криськов, д-р. істор. наук, доц., С.А. Криськова

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СЕПАРАТИСТСЬКИЙ РУХ НА СХОДІ УКРАЇНИ У 1990-ТІ РОКИ

A.Kryskov, Dr., Assoc. Prof., S.Kryskova

SEPARATIST MOVEMENT IN EASTERN UKRAINE IN THE 1990s

Чимало зусиль приклали рупори пропаганди РФ для того, щоб громадяни України, оцінюючи драматичні події, що розгорнулися навесні 2014 р. у Криму та на Донбасі та тривають досі, вбачали в них безпосередні наслідки революційних подій осені 2013 р. Навіть сьогодні, на сьомому році російсько-української гібридної війни, мало уваги приділяється розгляду та аналізу ідей про нібито винятковість Донбасу та Криму, що їх продукували певні структури ще до появи у Кримській АР «зелених чоловічків» та початку збройної фази протистояння на Донбасі. Проте чимало з них коріняться у публічному дискурсі 1990-х років. Переважно вони стали реакцією антиукраїнських сил на розпад СРСР, намаганням пояснити пострадянське становище цих територій у складі України, демонструванням лояльності місцевого населення до Росії навіть після розпаду СРСР. Після 2014 р. і по сьогодні, після певної модернізації, ці ідеї слугують ідеологічною аргументацією для ватажків псевдореспублік.

Першою формальною організацією, котра просувала подібні ідеї, стало «Интердвижение Донбасса», що виникло восени 1990 р. у Донецьку як відповідь на створення Народного Руху України. Саме тоді вперше з'явився червоно-синьо-чорний прапор, нині символ донецьких сепаратистів. Його очолив журналіст Д. Корнілов. Організація виступала проти виходу України зі складу СРСР, її учасники вже тоді почали обговорення можливості відокремлення Донбасу за прецедентом Донецько-Криворізької республіки (1918-1919 рр.). Ідеологія «Интердвижения Донбасса» базувалася на засадах тези більшовика С. Васильченка про пріоритет економічних обставин при формуванні самодостатнього етносу радянських республік над історичними та культурними.

Аналогічну структуру під назвою «Народное движение Луганщины» у 1990 р. було створено у Луганську на чолі з В. Чекером. Організація пропагувала автономію Луганської області (В. Чекер заявляв, що область залишиться у складі України лише у випадку укладення нового союзного договору; якщо ж Україна відмовиться від «нового союзу», - то область має стати частиною РФ) і користувалася підтримкою політико-економічної групи Тихонова-Єфремова.

У 1991 р. було створено рух «Демократический Донбасс», члени якого закликали створити власні збройні сили і провести асамблею щодо виходу Донецької і Луганської областей зі складу України та створення «республіки Малоросія».

26 жовтня 1991 р. у Донецьку відбувся з'їзд депутатів Рад південно-східних областей (термін вперше було використано саме тоді). Темою стало обговорення федеративного устрою України. 24 листопада 1991 р. в Донецьку започатковано «Движение возрождения Донбасса», яке очолив О. Базилюк (у 1995-1998 рр. був членом Ради співвітчизників при Держдумі РФ). У травні 1992 р. він ініціював «Всеукраинский гражданский конгресс», який об'єднав антиукраїнські сили (головавав на ньому

М. Азаров). Нова організація заявила про вихід на всеукраїнський рівень, її очолили О. Базилюк, Д. Корнілов та отаман донських козаків Луганська В. Карабулін.

У 1993 р. на Донеччині відбувся страйк шахтарів, де крім економічних вимог було заявлено про вимогу надання Донбасу автономії – «червоні директори» вимагали для себе особливого статусу. У 1994 р. за рішеннями Донецької та Луганської облрад було проведено референдум про федералізацію України. Позитивно висловилися за федеративний статус 79,69% учасників референдуму в Донецькій області та 90,38% – у Луганській. Саме цей рік самі сепаратисти вважають датою народження свого руху. Цього ж року «Всеукраїнський гражданский конгресс» було перетворено на «Славянскую партию», метою діяльності якої було об'єднання України, РФ та Білорусі у єдину державу. Фактично, партія оголосила себе слов'янофільською під егідою Росії. Першочерговими задачами партія вважала введення інституту подвійного громадянства, закріплення державного статусу російської мови в Україні, федералізація України і зміцнення зв'язків із РФ. Хоча вже у грудні 1999 р. партійне інтернет-видання «Братя-славяне» опублікувало нові завдання партії, до яких, крім згаданих, було віднесено «створення проросійської партії для повернення втраченого Росією впливу на Україні». Для цього, крім федералізації, необхідно було створити автономії «на всіх землях, завойованих Росією. До них відносяться Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Дніпропетровська, Харківська, Луганська, Донецька області. Необхідно останні дві об'єднати в автономну республіку Донбас».

З 1995 р. делегація від «Славянской партии» стала учасником «Съезда соотечественников» у Москві і стала об'єктом предметного зацікавлення з боку депутата Держдуми РФ К. Затуліна: вже 18 серпня 1995 р. члени партії протестували проти згортання діяльності концерну ОРТ в Україні. Цього ж року до її складу ввійшла «Республиканская партия Крыма» на чолі з С. Цековим, який на той момент був головою Верховної Ради АР Крим.

Серед акцій «Славянской партии» можна згадати участь у поглибленні церковного розколу: саме за наполяганням цієї партії Собор РПЦ відлучив від церкви митрополита Київського Філарета. У 1999 р. навколо партії виник скандал щодо причетності до вербування в Україні найманців до Югославії для війни на боці сербів. Долучилася партія і до оголошення фашистами тих політиків і окремих громадян, які не поділяли її цінностей: 31 жовтня 2003 р. у Донецьку з'явилися бігборди зі свастикою, які мали дискредитувати лідера партії «Наша Україна». Згодом О. Базилюк визнав причетність партії до цієї провокації.

У 1996 р. на базі «Славянской партии» було створено «Конгресс русских общин Украины», широка мережа якого пропагувала тези про жахливі переслідування росіян у колишніх радянських республіках, дискримінацію та утиски, водночас поширюючи віру в абсолютну підтримку будь-якої деструктивної діяльності «дискримінованих» з боку РФ. Очевидно, що без суттєвої підтримки, в першу чергу політичної та фінансово-організаційної, з боку контрольованих РФ як державних, так і недержавних, інституцій, така активність партії не була б можливою.

УДК 352.93

Кузь Т.І., канд. екон. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄДНАНИХ ГРОМАД ЯК БАЗОВОГО РІВНЯ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УСТРОЮ УКРАЇНИ

T.I. Kuz, Ph.D

FORMATION OF UNITED COMMUNITIES AS A BASIC LEVEL OF THE ADMINISTRATIVE-TERRITORIAL ORGANIZATION OF UKRAINE

Сьогодні в умовах функціонування вітчизняної економічної системи з орієнтацією на європейські засади зростання економіки, ефективна соціально орієнтована політика держави є локомотивом кардинальних змін та впровадження системних реформ. Тому одним із важливих векторів державного розвитку є впровадження реформи місцевого самоврядування, основні результати якої об'єктивно вказують на дієвість прийнятого стратегічно виваженого рішення.

Україна першою, якщо не брати до уваги країни Балтії, на пострадянському просторі, зважилася на здійснення реформи децентралізації, для проведення якої, попри просту ідею, була потрібна неабияка політична воля, оскільки нелегко віддавати владу та й ще органам місцевого самоврядування, тим самим виводячи їх з під пильного ока держави і роблячи місцеве самоврядування дійсно самоврядним.

З-поміж усіх імперативів стратегічного розвитку України у напрямі євроінтеграції, проголошених діючим Урядом, реформу децентралізації владних повноважень, що триває в нашій державі з 2014 року, визнано однією із найрезультативніших, внаслідок якої, на початок 2020 року було створено 982 об'єднаних територіальних громад (ОТГ), які охопили третину території нашої країни.

На сьогоднішній день вибори керівних органів ОТГ, які є передумовою початку функціонування ОТГ, проведено лише у 939 ОТГ. Решта очікують на призначення виборів 2020 року. Загалом же, за затвердженими перспективними планами, має бути створено 1289 ОТГ. Найбільше ОТГ функціонує в Дніпропетровській (71), Черкаській (57) і Житомирській та Запорізькій областях (56). Найменше – в Донецькій області (13) У Тернопільській області сьогодні функціонує 54 ОТГ [1].

Формування конкурентоспроможних територіальних громад в Україні, насамперед, передбачає створення сприятливих умов для провадження ефективної економічної діяльності та розвитку бізнесу в громаді, покращення умов життя населення, розміщеного на об'єднаній території та якості послуг, що надаються жителям громади і споживачам продукції, робіт та послуг, організація безпечного життя громадян, розвиток людського капіталу громади та ін.

Реформа децентралізації передбачає передачу повноважень, фінансів на їх реалізацію та відповідальності за їх виконання від центральної влади органам місцевого самоврядування, тобто тому керівництву (місцевим радам та їх головам), яке жителі територіальних громад самі собі виберуть. Вихідним пунктом реформи є усвідомлення, що на місцях краще орієнтуються в локальних проблемах і ефективніше можуть використати кошти на їх вирішення.

Що представляє собою, на даний час, добровільне об'єднання територіальних громад?

На рис. 1 представлено умовну структуру органів управління ОТГ.

Асамблея європейських регіонів поняття, наприклад, регіону визначає як територіальне об'єднання під безпосередньою юрисдикцією суверенної держави із системою самоврядування.

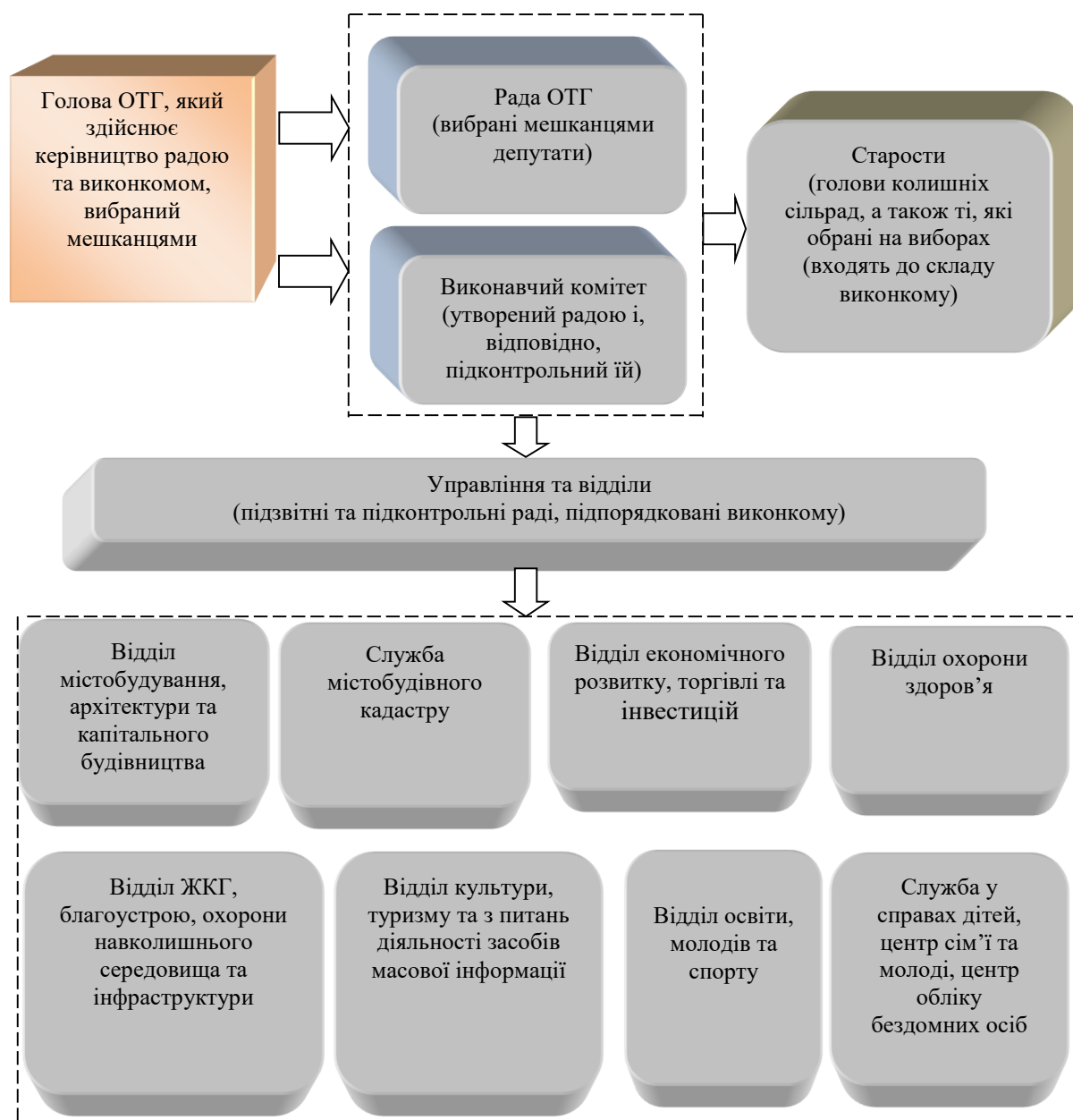


Рис. 1. Умовна структура органів управління ОТГ

За умовами асамблеї, регіон повинен мати свою конституцію, статус автономії чи інший закон, який є складовою законодавства держави і визначає організацію та повноваження регіону. Такий підхід орієнтує на певну суверенізацію соціально-економічного комплексу регіону і визначає, що будучи складовою системи «держава», регіон є окремою структурною одиницею – системою із притаманними їй закономірностями та специфікою розвитку.

Сьогодні в планах соціально-економічного розвитку території доцільно передбачати створення сприятливих умов для провадження ефективної економічної діяльності та розвитку бізнесу в громаді; покращення умов життя населення, розміщеного на об'єднаній території; передбачати заходи підвищення якості послуг, що надаються жителям громади.

Література

1. Державна казначейська служба України. UBR: <https://www.treasury.gov.ua/ua/kaznachejstvo-informuye/obyednani-teritorialni-gromadi>. Режим доступу: 11.05.2020.

УДК 339.172

О.Я. Мединська¹, Г.Б. Машлій², канд. екон. наук, доц.

¹Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів сільськогосподарства Поділля Національної академії аграрних наук України

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БІРЖОВОЇ ТОРГІВЛІ ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ РИНКУ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ

O. Medunska, H. Mashliy, PhD., Assoc. Prof.

INTRODUCTION OF MODERN TECHNOLOGIES OF EXCHANGE TRADE AS A FACTOR OF AGRICULTURAL PRODUCTS MARKET DEVELOPMENT IN UKRAINE

Як свідчить світовий досвід, становлення та розвиток ринкової економіки є неможливим без ефективного і чітко налагодженого функціонування мережі товарних, фондових та валютних бірж. Біржова діяльність виступає стратегічно важливою ланкою системи інституцій інфраструктури ринку, забезпечуючи доступ суб'єктам підприємницької діяльності до сучасних інноваційних технологій торгів, які здатні чинити значний позитивний вплив на діяльність як окремих суб'єктів ринку, так і економічний розвиток країни та світу в цілому.

Організована на засадах використання сучасних інструментів біржова діяльність сприяє оптимізації процесів виробництва та комерційної діяльності, забезпечує ефективний процес формування цін, полегшує процес управління ризиками, врегульовує стан товарного та фінансового ринків, створює умови для здійснення та застосування цінового прогнозування на основі чітких орієнтирів. При цьому біржі діють на засадах відкритості, прозорості, доступності для широкого кола учасників, починаючи від приватних біржових гравців та закінчуючи державними структурами, що можуть використовувати біржу для досягнення власних цілей, у тому числі при формуванні стратегічних запасів товарів, що складають основу продовольчої та економічної безпеки країн світу.

Якщо у 2015-2017 роках біржова активність знаходилася приблизно на приблизно тому ж рівні (біля 25 млрд. угод), то у 2018 році вона значно зросла, про що свідчить зростання вище згаданого показника порівняно з попереднім роком більш як на 20,2% і досягнення його максимального рівня - 30,28 млрд. угод [1]. Це було зумовлено, зокрема, зростанням ролі сучасних інструментів строкової торгівлі у світовій практиці. Слід враховувати, що розвиток біржового ринку є показником розвитку економічної системи країни.

Література

1. Солодкий М.О., Яворська В.О. *Інфраструктура ринку*. Біржовий ринок в умовах глобалізації: стан та перспективи розвитку. Вип. 31, 2019, с. 188–193.
2. Машлій Г.Б., Мацієвська І.В. Напрями розвитку ф'ючерсного ринку в Україні / Світ економічної науки. Випуск 3: Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції економічного спрямування. Тернопіль, 2018, с. 21–23.

УДК 339.13

О.І. Міщук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ НА РИНОК ТЕХНОЛОГІЙ

O.I. Mishchuk

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS ON THE TECHNOLOGY MARKET

Технологія є складовою суспільства. Рівень розвитку технології забезпечує певний рівень життєзабезпечення населення.

На досягнення науково-технологічних цілей спрямовані сучасні темпи науково-технічного прогресу. Від ефективності використання науки, технологій і ресурсів залежать економічне зростання провідних країн. Для ефективного функціонування кожне підприємство будь-якої галузі виробництва повинно мати на меті розширення сфери своєї діяльності, отримання високих прибутків та підвищення своєї конкурентоспроможності на ринку.

На сучасному етапі розвитку економічної системи одним з найбільш ефективних напрямків забезпечення підвищення ефективності виробництва є розвиток інноваційної діяльності, спрямованої на розроблення і використання результатів наукових досліджень, що дає можливість забезпечити прибутковість через задоволення нових потреб ринку.

Прискорення інноваційних процесів, як свідчить досвід промислово розвинених країн, є визначальним фактором розвитку економіки, що підвищує її конкурентоспроможність і забезпечує високий рейтинг країни у світовому економічному просторі.

Інноваційний шлях розвитку підприємства є достатньо складним процесом, необхідною умовою якого є використання та впровадження інновацій. Інноваційний розвиток обумовлюють внутрішні та зовнішні фактори. Технологічна інновація поліпшує якість продукту, створює його нову модифікацію.

Поява нових технологій є наслідком прагнення людини полегшити власну працю, яка прикладається для отримання споживчих благ.

Розвитком технологій можна вважати безперервний процес удосконалення.

Нові прогресивні технології виробництва дозволяють удосконалити існуючі або створити нові продукти. Від рівня розвитку технологій залежать масштаби використання інновацій, що обумовлює інноваційний розвиток підприємства у довгостроковому періоді, а перехід підприємства від одного рівня ринку технологій до іншого дозволяє науково обґрунтовувати стратегію його розвитку. Проте потребує подальшого дослідження питання чи слід вдосконалювати існуючу технологію або придбати нову.

Література

1. Ілляшенко С.М. Інноваційний менеджмент: підручник / С.М. Ілляшенко. – Суми : Університетська книга, 2010. – 334 с.
2. Менеджмент та маркетинг інновацій: монографія; за загальною редакцією д.е.н., проф. С.М. Ілляшенка. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2004. – 616 с.
3. Экономика предприятия: учебник для вузов. – 5-е изд. / под ред. акад. В.М. Семёнова. – СПб. : Питер, 2008. – 416 с.
4. О.Г. Шевлюга, О.М. Олефіренко. Дослідження впливу технологічних інновацій на ринок технологій і розвиток підприємства. Маркетинг і менеджмент інновацій, 2011, № 4, Т. 1.

УДК 657.471

У.М. Плекан, канд. екон. наук

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТОЧНИХ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА У РИНКОВИХ УМОВАХ

U.M. Plekan, Ph.D.

OPTIMIZATION OF CURRENT COSTS OF THE ENTERPRISE IN MARKET CONDITIONS

Зростання актуальності новітніх технологій та ускладнення вітчизняних умов господарювання диктують нові вимоги до системи управління витратами [1]. Постійна потреба у зменшенні собівартості продукції (наданих послуг) та втримання конкурентних позицій змушують підприємства зменшувати поточні витрати та економити ресурси. Поточні витрати, спрямовані на виконання підприємством своєї базової функції – виробництва продукції, складають лівову частку в загальній структурі витрат підприємства. Управління поточними витратами набуває особливого значення в ринкових умовах як ефективного інструмента досягнення економічної ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства.

При здійсненні стратегічного та поточного планування діяльності підприємства зниження поточних витрат та ефективність поточних витрат досягається шляхом підбору методичного забезпечення. Часто на підприємствах використовують нормативний методу при плануванні поточних витрат із зазначенням потреб у матеріалах, бюджету загальнопромислових витрат, бюджету прямих витрат на оплату праці, бюджету витрат на збут, бюджету виробничої собівартості продукції, бюджету загальногосподарських витрат на базі бюджету реалізації продукції [1].

Для прийняття зважених управлінських рішень про поточні витрати підприємства необхідна налагоджена інформаційна система з базою даних про джерела покриття та ефективність використання грошових коштів. Аналіз витрат суб'єкта господарювання передбачає оцінку обсягу та структури випуску продукції, показників персоналу підприємства, основних фондів, рівня собівартості продукції і т. д. Зазначена інформація дозволить сформулювати основні шляхи оптимізації витрат підприємства.

Відповідно до економічного підходу, до складу поточних витрат включаються всі витрати, пов'язані з поточною діяльністю підприємства, включаючи непродуктивні. Останні можуть бути пов'язані з порушеннями в технологічному процесі, незбалансованою структурою ресурсів виробництва тощо. При оптимізації поточних витрат значну увагу варто приділяти саме виявленню непродуктивних витрат.

Для контролю за видами, величиною, структурою, динамікою поточних витрат на підприємствах формують адміністративно-управлінські та виробничі центри відповідальності [2].

Важливе завдання підприємства – серед різноманітних заходів оптимізації поточних витрат підприємства підібрати найоптимальніші, запровадження яких дозволить покращити фінансові результати.

Література

1. Гоцелюк Ю. Є., Янюк М.О., Мельник О.І. Напрями та методи оптимізації витрат підприємства у ринкових умовах. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015. Випуск 8. С. 108–111.
2. Омельниченко О. С. Напрями оптимізації витрат в системі управління. Ефективна економіка. 2016. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/>.

УДК 656.072

І.А. Селівєрстов, канд. техн. наук. доц., П.В. Луб'яний, канд. техн. наук. доц.
Херсонський національний технічний університет, Україна

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РОБОТИ МІСЬКОЇ ПАСАЖИРСЬКОЇ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ

I. Sieliverstov, Ph.D., Assoc. Prof., P. Lubiani, Ph.D., Assoc. Prof.

WAYS OF IMPROVING THE CITY PASSAGE OF THE ROAD ROUTINE SYSTEM

Підрозділам міських виконавчих органів, які в силу своїх функціональних обов'язків керують транспортом міста, доводиться мати справу з дуже складним Об'єктом, яким є транспортна система в цілому і маршрутна система зокрема. Складності, прийняття і реалізації рішень у сфері маршрутного транспорту, крім фінансових проблем, обумовлена низкою чинників: відсутністю загальноприйнятої методики оцінки результатів роботи міського маршрутного транспорту – відсутністю об'єктивної інформації про потреби населення в пересуваннях; великою кількістю суб'єктів, що діють в цій економічній сфері; високою соціальною значимістю об'єкта; слабким розвитком системи моніторингу роботи транспорту і відсутністю відповідної бази даних. Метою роботи є розробка методики організації управління роботою міської пасажирської маршрутної системи, з урахуванням можливостей описаного в [1] методу оцінки якості перевезень пасажирів у містах. Розробка інструменту для оцінки ефективності роботи маршрутного транспорту [2] дозволяє перейти до створення інструменту прийняття ефективних рішень в сфері маршрутних перевезень пасажирів – програми розрахунку параметрів маршрутної системи (МС) і окремих маршрутів. Алгоритм рішення задачі включає в себе наступні етапи:

1. Формування масиву вихідних даних;
2. Перевірка адекватності отриманої моделі, на діючій маршрутній мережі;
3. Формування раціональної маршрутної мережі міста.

Крім інструменту вирішення управлінських завдань, для ефективного управління потрібна наявність бази даних про потреби населення і параметрах роботи міських маршрутів. Для створення такого комплексу є всі передумови з точки зору сучасного рівня знань про об'єкт міської маршрутної системи. Проблема полягає в часі і засобах, необхідних для вирішення цього завдання. База даних про потреби населення і параметрах роботи міських маршрутів є необхідною умовою прийняття обґрунтованих рішень в сфері маршрутного пасажирського транспорту. Створення такої бази має бути результатом вибіркового моніторингу різних елементів транспортного процесу, який з одного боку надає інформацію для оперативного управління процесом перевезень з боку міської влади та виконання ними контрольних функцій, з іншого - поповнює базу даних, обробка та аналіз яких дозволять підняти на новий рівень управління на поточному та перспективному рівнях. У перспективі, для зберігання і обробки бази даних, необхідна розробка спеціального програмного продукту, можливо на одній з наявних платформ. Інструментами моніторингу повинні бути:

- обстеження різних елементів транспортного процесу за допомогою професійно підготовлених обліковців і телеапаратури;
- фіксування методом моментних спостережень стану маршрутних перевезень, комунікацій різних видів транспорту і транспортної мережі за допомогою пересувної лабораторії; дослідження поведінки пасажирів в транспортній системі за допомогою методу фіксації виявленого вибору і соціологічних опитувань;

Обсяг і спосіб отримання основних характеристик роботи міської маршрутної системи, які повинні складати базу даних, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика інформації, що становить базу даних формації

Вид інформації	Обстеження			
	Об'єкт	Метод	Інструмент	Орієнтований обсяг
Ємність зупиночних пунктів, інтенсивність підходу пасажирів	Зупиночний пункт	Спостереження або відеозйомка з подальшою обробкою	Спостерігачі або камери спостереження	≈20% зупиночних пунктів з максимальним пасажирообміном
Техніко експлуатаційні показники роботи маршрутів	Транспортні засоби маршрутів	Табличний	Спостерігачі або засоби автоматизованого обліку	Вибірково про всі маршрути
Пасажіроптік на ділянках маршрутної мережі	Заповнення транспортних засобів маршрутів	Візуальний	Спостерігачі	100% маршрутів

За допомогою наведеної методики управління міським пасажирським транспортом можливе вирішення наступних завдань: розробка генеральних планів розвитку маршрутної системи до 10-ти і більше років вперед для формування політики капітальних вкладень управління транспорту і зв'язку на основі переваг пасажирів, планів розвитку території міста та можливостей міського бюджету. Сюди включаються питання розвитку комунікацій та інфраструктури різних видів транспорту, визначення раціональних типів рухомого складу, рівня фінансування пріоритетних видів транспорту, деталізація планів і розробка оптимального варіанта функціонування МС в рамках постійних потреб населення в пересуваннях на період до 5-ти років.

Література

1. Грановский Б.И. Моделирование пассажирских потоков в транспортных системах // Итоги науки и техники «Автомобильный и городской транспорт». – Том 11. – М.: Изд-во ВИНТИ, 1986, с. 67–105.
2. Горбачев П.Ф. Подход к определению вероятности выбора пассажиром пути следования // Вестник ХНАДУ / Сб. научн. тр., – Харьков; Изд-во ХНАДУ. – 2006. – Вып. 19. – С. 88–91.

УДК 352/354-1

С.М. Сікора

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ФОРМУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ДО СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУ РОЗВИТКУ
ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ МЕДИЦИНИ ВИШНІВЕЦЬКОЇ ОБ'ЄДНОАНІ
ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

S. Sikora

**FORMATION OF PROPOSALS TO STRATEGIC PLAN OF VYSHNIVETS UNITED
TERRITORIAL COMMUNITY'S PRIMARY MEDICINE DEVELOPMENT**

Громадяни України, незалежно від місця проживання, мають право на отримання в усіх лікувально–профілактичних закладах системи охорони здоров'я гарантований рівень медичної допомоги, який визначено постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 року № 955 “Про затвердження програми надання громадянам гарантованої державної безоплатної медичної допомоги” [1]. Однак, на сьогодні медичне обслуговування не дає можливості кожному громадянину реалізувати своє, гарантоване статтею 49 Конституції України [2], право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування. Згідно цієї ж статті, держава зобов'язана створювати умови для ефективного і доступного для всіх громадян медичного обслуговування.

На території Вишнівецької об'єднаної територіальної громади (далі – ОТГ) функціонує Вишнівецька амбулаторія загальної практики сімейної медицини та 4 фельдшерсько–акушерських пунктів. Загальною проблемою для сільських закладів охорони здоров'я є низька матеріально–технічна база, що не відповідає табелям оснащення, затверджених наказами МОЗ України. Тому доцільним та необхідним є розроблення стратегії діяльності Вишнівецької ОТГ, метою якої є об'єднання зусиль Вишнівецької ОТГ, керівників підприємств, установ, організацій, що здійснюють діяльність на території Вишнівецької селищної ради в напрямку підвищення стандартів життя, модернізації та зміцнення матеріально-технічної бази закладів охорони здоров'я, оснащення їх необхідним медичним обладнанням, комп'ютерною технікою, автотранспортом, поліпшення умов праці медичних працівників, що допоможе забезпечити сільське населення якісними медичними послугами.

Формування стратегії розвитку первинної медичної допомоги – це створення плану розвитку закладу з урахуванням особливостей зовнішнього та внутрішнього середовища із визначеними цільовими орієнтирами. Для того, щоб стратегія запрацювала, вона повинна бути втіленою у більшість процесів та спричинити важливі структурні зрушення (зокрема, має бути реорганізована організаційна структура), керівник має ініціювати створення ефективних систем та структур, переконатися, що вони відповідають стратегії. Також завданням керівника є своєчасне забезпечення організації достатньою кількістю ресурсів для реалізації стратегії та адекватної оцінки оптимальності ресурсів, які знаходяться у його розпорядженні.

Результати проведених досліджень дозволяють стверджувати, що для створення спроможної мережі первинної медичної допомоги у рамках планування стратегії Вишнівецької ОТГ необхідно забезпечити:

- активну участь у проєкті з підтримки місцевих команд в рамках підготовки до переходу на нову систему фінансування та впровадження реформи охорони здоров'я на первинній ланці;
- закупівлю комп'ютерного обладнання (облаштування 5 робочих місць);

- джерела фінансування – кошти, залучені через депутатів, власні кошти зі спецрахунку;
 - підключення до системи E-Health через медичну інформаційну систему “Helsi” додаткових опцій: електронна реєстрація, електронна картка пацієнта, електронний рецепт; кошти на підключення залучити з місцевого бюджету;
 - дооснащення амбулаторії необхідним обладнанням згідно з табелем оснащення, поступове впровадження електронної реєстрації; джерела фінансування – місцевий бюджет та власний бюджет;
 - оптимізація мережі первинної медичної допомоги згідно з рекомендацій МінРегіону та МОЗу;
 - робота з персоналом щодо зміни у взаємовідносинах «медичний працівник – пацієнт», надання нових видів сервісних послуг, проведення анкетування пацієнтів для оцінки задоволеності: мета анкетування – оцінка якості роботи лікаря з точки зору пацієнта;
 - створення фінансового плану закладу згідно кількості підписаних договорів та прогнозованої їх кількості на наступний рік, при цьому мають бути враховані основні види ризиків;
 - підвищення якості приміщень лікувального закладу; реконструкція приміщень буде відбуватися шляхом залучення коштів місцевих підприємств.
- При розробленні стратегії розвитку спроможної мережі надання первинної медичної допомоги повинні бути враховані характеристики мереж надання первинної медичної допомоги, розташованих на території планування та на суміжних територіях зі спільною адміністративною межею. Вишнівецька амбулаторія представлена в якості лікувального закладу групової практики та розташована в межах центральної території доступності. Проектні межі центральної території доступності визначаються навколо смт. Вишнівець.
- Отже, формування ефективної стратегії розвитку Вишнівецької ОТГ матиме позитивний вплив на розвиток первинної ланки надання медичних послуг та дозволить:
- підвищити ефективність роботи закладів охорони здоров’я з метою подолання несприятливих демографічних тенденцій;
 - збільшити питому вагу медичної допомоги, що надається: лікарями загальної практики – сімейними лікарями – щороку на 7 – 10%;
 - сформуванню системи надання населенню високоякісної медичної допомоги на засадах сімейної медицини;
 - створити умови для реалізації принципу організації та координації лікарем загальної практики – сімейним лікарем – надання пацієнтам вторинної спеціалізованої та стаціонарної медичної допомоги;
 - забезпечення збереження та подальше зміцнення матеріально–технічної бази, її модернізація;
 - покращити оснащення закладів загальної практики – сімейної медицини відповідно рекомендованих табелів оснащення та нормативів.

Література

1. Про затвердження програми надання громадянам гарантованої державної безоплатної медичної допомоги [Текст]: постанова Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 року № 955 // Збірник урядових актів України. – 2002. – № 46. – С. 12–19
2. Конституція України: [Текст]: офіц. текст: [прийнята на п’ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 р. із змінами, внесеними Законом України від 8 грудня 2004 р.: станом на 1 січня 2006 р.]. – К.: Мін-во Юстиції України, 2006. – 124 с. – ISBN 966-7630-14-5.

УДК 338.4

І.І. Стойко, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

НЕСТАНДАРТНІ ЗАКОНИ РОБЕРТА ЛУТЦА (8 ЗАКОНІВ КРАЙСЛЕР ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОМ БІЗНЕСОМ)

I. Stoyko, Ph.D., Assoc. Prof.

NON-STANDARD LAWS OF ROBERT LUTZ (8 CHRISLER LAWS FOR HOTEL AND RESTAURANT BUSINESS MANAGEMENT)

Роберт Ентоні Лутц (англ. Robert Anthony Lutz) – американський автопромисловий менеджер; бувший віце-президент General Motors і топ-менеджер Ford, Chrysler і BMW – геній з розробки нової продукції і архітектор другого ренесансу корпорації Chrysler у своїй книзі «8 законів Крайслер», спростовує традиційні уявлення про менеджмент, обґрунтовує унікальне нестандартне керівництво з ведення бізнесу та відповідає на ці та багато інших питань. Він відомий як один з найбільш яскравих і успішних бізнесменів-керівників свого покоління. Управлінські методи і прийоми Роберта Лутца універсальні і можуть бути з користю застосовані в будь-якій галузі.

Роберт Лутц запропонував вісім дискусійних управлінських афоризмів, які жартівливо називає «Непорушними законами бізнесу від Лутца», що ставлять з ніг на голову традиційні уявлення про те, як потрібно керувати компанією. У книзі розповідається, як і чому будь-яка організація повинна культивувати «роздвоєння особистості»: тобто поєднувати в собі і традиційний «здоровий глузд», і вільну творчість. Лутц пояснює, яким чином керівник повинен підтримувати баланс між цими двома тенденціями. Він вважає, що динамічна напруга між ними якраз і дозволяє успішним компаніям створювати нову продукцію і отримувати рекордні прибутки. Це поєднання протилежностей, щонайменше, незвично для корпоративного світу.

Вісім законів Крайслера:

1. Покупець не завжди правий. Дослідження показали що один продукт чи послуга можуть не кожному подобатися, але на них є великий попит. При зовнішньому оцінюванні існують бали від 1 до 10. Продукт, який одержав у 500 оцінювачів середній бал 7.5 привабливіший, ніж той, що одержав 5 балів. Та насправді це невірно. Важливо розібратися, що стоїть за цифрами. Можливо, що 50% споживачів оцінили продукт у 9 і 10 балів, а друга (50%) половина – 0 і 1 бал. Одна половина шаленіє від такого продукту, а інша негативно відноситься до нього. Тому за балами оцінювати якість виробів невірно.

2. Основна мета бізнесу – не «робити» гроші! «Так, це нелегко» – скажуть бізнесмени. І матимуть рацію. Бізнес повинен приносити прибуток. Компанії, які одержують високі прибутки, майже ніколи не переслідують мету «одержати високі прибутки». Такими компаніями керують ентузіасти, які, прагнучи задовольнити власні потреби і допитливість, розробляють товари і послуги настільки дивовижні, чарівні і чудові, що споживачі трохи не відривають кишеню зі своїми грошима. Бізнес працює тоді, коли випускають відмінну продукцію. А відмінну продукцію вигадують ентузіасти, якщо розв'язати їм руки. Щоб успішно робити гроші, необхідно випускати продукцію, яка б привертала до себе покупців настільки сильно, щоб вони поспішали купувати цей товар.

3. Якщо всі так роблять (чинять) – не робіть цього! У менеджменті значення «моди» досить вагоме. Необхідно проявляти здоровий підхід і твердо мислити! Не піддаватися черговій моді. Чим більше ми будемо намагатися розширити привабливість продукту або товару і задовольнити будь-яку примху будь-якого споживача, тим менша

вірогідність того, що купівельна спроможність на продукт на ринку буде знаходитися на високому рівні і приносити прибуток.

4. Занадто висока якість товару може призвести до краху. Якість – це вимога споживачів або замовників. Іноді вимоги до якості продукту співпадають з вимогами споживачів. А іноді виробники, намагаються нав'язати споживачеві високий рівень якості продукцію, яку він не просив і не хотів. Він не хоче платити додаткову ціну за такий товар. Надмірне бажання підвищити якість іноді ставить під загрозу репутацію продукції. Справжня, високоякісна продукція не обов'язково корисна і практична. В теперішньому світі вся продукція повинна відповідати стандартам, саме це викликає захоплення споживача, втілює справжню якість. Тому важко знайти високоякісні товари у вільному продажу. Таких товарів завжди недостатньо для всіх.

5. Фінансовий контроль – це недобре (погано). Фінансову роботу потрібно реформувати. Фінанси завжди жорстко контролювалися. Та жорсткий фінансовий контроль шкодить з двох причин: – він може поставити під загрозу здатність компанії використовувати великі можливості; – увіковічує статус-кво. Фінансовий контроль створює помилкове відчуття впорядкованості та передбачуваності. У важкій економічній ситуації суворий і жорсткий фінансовий контроль – поганий помічник. Усім подобається спокійна і м'яка корпоративна культура: без цинізму, без гострих суперечок, без зірок і героїв, без жодних ідей, які гальмують роботу.

6. «Незручні» люди – це цінний ресурс. Люди, які гарячкують в суперечці, продовжують боронити свою точку зору на нарадах, при цьому залишаються в меншості, сумніваються в правильності вибраного напрямку, м'яко кажучи, не викликають симпатій. Таких не полюбляє вище керівництво. Таких недолюблюють колеги, і навіть власні робітники. Ці люди не поважають авторитети, вони цинічні, критикують керівництво, вони нетерплячі, дратівливі, злі, як кажуть, «не в собі». Але ці люди – ініціатори змін (якщо говорити ввічливо). А тих, хто затіває зміни, не люблять. Адже вони змінюють звичний стан речей, а це нелегке і непривабливе заняття.

7. Робота в команді – не завжди благо. Робота в компанії може бути благом, команда може творити дива. У сучасному світі щонайгострішої конкуренції, коли десятки компаній можуть опинитися на місці невдахи, навіть маленька слабінка і неготовність зайняти тверду позицію в конфлікті можуть стати катастрофічними. Командна робота без сильного керівництва призводить до розкрадання ресурсів, помилкових рішень, неякісних товарів і послуг. Дайте команді лідера, який переконає всіх, що потрібно ухвалювати важкі рішення, який розуміє, що демократія – це демократія, а справа – це справа, і більшість проблем будуть розв'язані командою.

8. Небагато страху не так вже і погано. В ідеальній ситуації, якщо хочете стати на чолі компанії, дійте за принципом: «Так давайте подивимося, хто добре працює, а хто не дуже». Люди, що не відповідають стандартам, мають звільнитися негайно. Не потрібно витрачати дуже багато часу на роздуми про те, як відреагують співробітники, що залишилися на своїх місцях і що займаються перетворенням. Ті, що залишилися, завжди першими схвалюють «підчистки», оскільки вони самі страждали від попереднього керівництва. Просто робіть те, що повинні робити.

Література

1. «Роберт Лутц: 8 законів Крайслер: Закони бізнесу, які зробили Chrysler однією з найуспішніших у світі автомобільних корпорацій. Електронний ресурс. <https://libcat.ru/knigi/dokumentalnye-knigi/biografii-i-memuary/200850-86-robert-lutc-8-zakonov-krajsler-zakony-biznesa-kotorye-sdelali-chrysler-odnoj-iz-samyh-us.html#text>.

УДК 338.4

І.І. Стойко, канд. техн. наук, доц., Р.П. Шерстюк, д-р. екон. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**«ЯКІСТЬ – БЕЗКОШТОВНО» (14 ПРИНЦИПІВ ФІЛІПА КРОСБІ ДЛЯ
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИМИ ПОСЛУГАМИ)**

I. Stoyko, Ph.D., Assoc. Prof., R. Sherstiuk, Dr.

**«QUALITY IS FREE» (14 PHILIP CROSBY PRINCIPLES FOR MANAGING THE
QUALITY OF HOTEL AND RESTAURANT SERVICES)**

Ефективність функціонування будь-якого готельного-ресторанного підприємства тісно пов'язана з якістю надання послуг, а досягнення його високого рівня – важливе завдання, вирішення якого забезпечує підприємницький успіх. Якість належить до розряду таких понять, про які всі неодноразово чули і про які мають своє уявлення. Проте ці уявлення лише підкреслюють суб'єктивне трактування змісту терміну, в який кожен вкладає щось своє, отримане з особистого досвіду. За словами Арманда В. Фейгенбаума (Armand W. Feigenbaum), всесвітньо відомого американського фахівця, автор теорії комплексного управління якістю TQM «якість – це не євангелізм, не рацпропозиція і не гасло, це спосіб життя» [1].

Готельно-ресторанний бізнес України в умовах глибоких соціально-економічних трансформацій стає однією з найбільш динамічних і пріоритетних сфер економічної діяльності. За системним підходом американських фахівців повна якість послуг у сфері готельного та ресторанного обслуговування розглядається як сукупність властивостей і характеристик, що викликають задоволення клієнтів, технічної, функціональної та етичної (соціальної) якості. Технічна якість готельних та ресторанних послуг визначається рішеннями у матеріальному забезпеченні гостинності, використовуваними “ноу-хау” в обслуговуванні клієнтів, машинною озброєністю праці, наявністю інформаційних технологій в управлінні готельно-ресторанним господарством. Функціональна якість оцінюється як здатність персоналу якісно виконувати свої обов'язки відповідно до стандартів обслуговування і втілює корисні властивості готельних та ресторанних послуг і характерні особливості процесу їх надання.

Стандарти ІСО серії 9000 встановили єдиний визнаний у світі підхід до договірних умов щодо оцінки систем якості та одночасно регламентували відносини між виробниками і споживачами послуг. Іншими словами, стандарти ІСО – це стійка орієнтація на споживача при строгому дотриманні культури надання готельних послуг в готельно-ресторанній індустрії. Якість представляють у вигляді піраміди. Наверху піраміди знаходиться TQM – всеохоплюючий, тотальний менеджмент якості, що має на меті високу якість всієї роботи для досягнення необхідної якості послуг. Насамперед ця робота пов'язана з забезпеченням високого організаційно-технічного рівня надання послуг, необхідних умов праці. Якість роботи включає обґрунтованість прийнятих управлінських рішень, систему планування

Філіп Кросбі - один з найвідоміших у світі американських авторитетів у сфері якості. Широко відомими стали такі 14 принципів Кросбі, що визначають із послідовності дій забезпечення якості на підприємстві [2].

1. Чітко визначити відповідальність керівництва підприємства у сфері якості.
2. Сформувати команду, яка буде реалізовувати програму забезпечення якості.
3. Визначити методи оцінювання якості на всіх етапах її формування.
4. Організувати облік і оцінку витрат на забезпечення якості.
5. Довести до всіх працівників підприємства політику керівництва у сфері якості, домагатися свідомого ставлення персоналу до якості.

6. Розробити процедури коригуючих дій при забезпеченні якості.
7. Впровадити програму бездефектного виготовлення продукції (систему «Нуль дефектів»).
8. Організувати постійне навчання персоналу у сфері якості.
9. Організувати регулярне проведення Днів якості (Днів «нульових дефектів»).
10. Постійно ставити цілі у сфері якості перед кожним працівником підприємства.
11. Розробити процедури, що усувають причини дефектів.
12. Розробити програму морального заохочення працівників за виконання вимог у сфері якості.
13. Створити цільові групи, що складаються з професіоналів у сфері якості.
14. Почати все спочатку (повторити цикл дій на більш високому рівні).

Філіп Кросбі є ідеологом системи ZD («нуль дефектів»). Програма «Нуль дефектів» будується на таких концептуальних положеннях:

- перенесення уваги на попередження появи дефектів, а не їх виявлення і виправлення;
- спрямування зусиль на скорочення рівня дефектності на виробництві;
- усвідомлення факту, що споживач потребує якраз бездефектної продукції і що виробник може і повинен таку продукцію забезпечити;
- необхідність для керівництва підприємства ясно сформулювати цілі у сфері підвищення якості на тривалий період;
- розуміння того, що якість роботи компанії визначається не тільки якістю виробничих процесів, а й якістю діяльності невиробничих підрозділів (діяльність таких підрозділів розглядається як надання послуг);
- визнання необхідності фінансового аналізу діяльності у сфері забезпечення якості.

Вивчаючи питання вартісної оцінки якості, Кросбі висловив знаменитий афоризм: «Якість – безкоштовно» (Quality is Free). З цього випливає, що виробнику доводиться платити не за якість, а за його присутність, що має бути предметом постійного контролю і аналізу У своїй книзі «Якість - безкоштовно» Ф. Кросбі доводить, що підвищення якості не вимагає великих витрат, так як на ділі підвищення якості одночасно підвищує і продуктивність, оскільки одночасно знижуються багато статей витрат, пов'язані з усуненням виявлених дефектів, з переробкою неякісної продукції, запобіганням повернення продукції споживачем і т. д.

Кросбі запропонував універсальний спосіб оцінки ступеня компетентності підприємства у вирішенні проблеми якості. Для цієї мети він використовував шість параметрів:

- ставлення керівництва підприємства до проблеми;
- статус відділу якості на підприємстві;
- способи розгляду проблеми якості;
- рівень витрат на якість у відсотках від загального обороту підприємства;
- заходи щодо підвищення якості;
- реальний стан з якістю на підприємстві.

Література

1. Фейгенбаум А.В. Якість та продуктивність. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://asq.org/qic/display-item/index.html?item=6646>.
2. Гуру менеджменту якості і їх концепції. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.management.com.ua/qm/qm009.html>.

УДК 056.52-053.2:616.1

Л.А. Шмагайло

КНП «Херсонська міська клінічна лікарня ім. Є.Є. Карабелеша», м. Херсон, Україна

КРИТЕРІЇ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ У ДІТЕЙ З ОЖИРІННЯМ У ВІЦІ ДО 10 РОКІВ

L. Shmagailo

CRITERIA OF METABOLIC SYNDROME IN CHILDREN WITH OBESITY UNDER 10 YEARS

Актуальність роботи. Висока частота ожиріння в дитячому віці супроводжується зростанням частоти виявлення метаболічного синдрому (МС) серед дітей і підлітків. МС асоційований з високим ризиком розвитку серцево-судинної патології і діабету II типу як у дорослих, так і у дітей. Відповідно до критеріїв Міжнародної федерації діабету МС може бути діагностований, починаючи з 10-річного віку при поєднанні абдомінального ожиріння та двох додаткових критеріїв (артеріальна гіпертензія (АТ), зниження рівня холестерину ЛПВП, підвищення рівня тригліцеридів і глюкози в сироватці крові). Однак більшість критеріїв МС у дітей з ожирінням у віці молодше 10 років.

Мета – вивчити виявлення критеріїв МС у дітей з ожирінням молодше 10 років.

Матеріали і методи. У дитячій поліклініці №1 КНП «Херсонська міська клінічна лікарня ім. Є.Є. Карабелеша» під спостереженням знаходилось 137 дітей з ожирінням у віці від 1 до 9 років (медіана 8 років), з них 69 хлопчиків і 68 дівчат. Індекс маси тіла (ІМТ) у обстежуваних пацієнтів склав 25,9 (23,6; 29,2) кг/м², SDS ІМТ +3,25 [+2,67; +4,05]. Тривалість ожиріння до моменту обстеження – 4 [3,0; 5,8] роки. У 2 дітей ожиріння було обумовлено генетичним синдромом, у інших носило екзогенно-конституціональний характер. Всім дітям проведено клініко-антропометричне обстеження, оцінка біохімічних показників вуглеводного і ліпідного обмінів. Абдомінальне ожиріння діагностувалося при перевищенні 90 перцентиля для показника окружності живота за віком та статтю.

Результати роботи. Абдомінальне ожиріння, що є обов'язковою умовою діагностики МС, виявлено у 125 дітей (91%). Показник окружності живота корельований з рівнем інсуліну в сироватці. Найбільш частим біохімічним критерієм було зниження рівня холестерину ЛПВП (40 дітей – 29%), при цьому гіпертригліцеридемія і гіперглікемія натщесерце відмічались в одиничних випадках (4/3,2% і 5/3,7%). Як мінімум один біохімічний критерій МС був виявлений у 44/31,8% пацієнтів. Артеріальна гіпертензія мала місце у 7/5,3% обстежуваних дітей. Рівень систолічного АД корельований з кількістю жирової маси. Один і більше критерієм МС мали 130 дітей з ожирінням – 95,3%. Кількість критеріїв, достатніх для діагностики синдрому відмічалось у 10 дітей (7 хлопчиків та 3 дівчини) у віці 7-9 років.

Висновки. Незважаючи на можливість виставити діагноз МС у дітей з ожирінням лише з 10-річного віку, відмічається висока частота виявлення основних критеріїв даного синдрому вже у дошкільному і молодшому шкільному віці, в тому числі при мінімальному ступеню ожиріння. Такі діти потребують особливої уваги педіатра у зв'язку з високим ризиком серцево-судинної патології і діабету II типу.

**Секція: ФЕНОМЕН ІВАНА ПУЛЮЯ, РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ В СТАНОВЛЕННІ
УКРАЇНСЬКОЇ НАУКИ**

Голови: д-р. фіз.-мат. наук, проф. В.А. Кривень, канд. істор. наук, доц. О. М. Рокіцький,
Вчений секретар: канд. техн. наук, О.А. Сіткар

УДК 001.8:159.95

В.Б. Ігнат'єва, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

**РОЗВИТОК ТРУДОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ШЛЯХОМ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ
ТВОРЧОСТІ**

V. Ignatieva, Ph.D., Assoc. Prof.

LABOR POTENTIAL DEVELOPMENT BY INTENSIFYING CREATIVITY

Сьогоднішні темпи розвитку технологій підвищили вимоги до фахівців як до особистості, до певної її індивідуальності, інтелекту. Практика й бізнес проявляють все більший інтерес до творчих здатностей людини. Важливим фактором підвищення інноваційного рівня діяльності організацій стає інтенсифікація використання творчого потенціалу фахівців, тому пошук шляхів підвищення ефективності використання виробничих і творчих сил фахівців є актуальним.

Проведений огляд показує, що в цей час розроблено багато методів і прийомів, що дозволяють активізувати процес творчого мислення і креативні здатності індивідуумів. При цьому, більшість методів спрямована на пошук рішень переважно в області технічної творчості, що забезпечує швидку й безпосередню економічну віддачу. Встановлено, що на креативну здатність особистості і одержання необхідного результату значно впливає її психоемоційний стан у процесі творчого пошуку і здатність до уяви. У той же час основним недоліком багатьох з методів є те, що вони не враховують психіку людини, спрямовані на алгоритмізацію і формалізацію процесу творчого пошуку. У результаті питання, що зв'язують креативну здатність особистості і її психоемоційний стан, вивчені недостатньо.

Одним з методів підвищення творчої активності особистості, можуть бути елементи візуального впливу на особистість у процесі творчості з метою збільшення обсягу інформації, здатної включити і активізувати процес уяви і асоціацій.

У якості одного з видів допомоги пропонується спосіб підвищення креативної здатності особистості за допомогою альбому об'єктів, у якому задається ряд їхніх властивостей, які можуть стати відправною точкою для включення механізмів аналогій і асоціацій. У цьому випадку альбом є матеріальним носієм способу візуального впливу на психоемоційний стан особи, за допомогою використання якого відбувається реалізація способу.

Візуалізація об'єкта у вигляді, наприклад, набору малюнків, текстів або картинок, розміщених в альбомі в деякому певному порядку, дозволяє зіставляти на перший погляд непорівнянне, узагальнювати різноманітне, сприймати об'єкти в незвичайному ракурсі й надавати їм незвичайні функціональні властивості.

У пропонованому альбомі в певній послідовності розташовані зображення предметів: різних форм; різних розмірів; з різних матеріалів; у різному стані таких, що мають різні властивості; з різних часів (епох); різних конструкцій; з різних галузей науки та техніки.

В основі ефективного використання способу візуального впливу на психоемоційний стан особистості лежать три фактори – асоціації, аналогії і уява.

Пропонований альбом дозволяє допомогти у візуалізації об'єктів, задаючи їхні властивості, які можуть з'явитися відправною крапкою для рішення виниклої проблеми; включенні механізмів аналогій й асоціацій; подоланні інерції мислення; пробудженні уяви.

УДК 004.923, 004.932

**О.І. Крамар, канд. фіз.-мат. наук, доц., Ю.Л. Скоренький, канд. фіз.-мат. наук,
доц., О.М. Рокіцький, канд. істор. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОНЦЕПЦІЯ ВІРТУАЛЬНОГО МУЗЕЮ НАУКОВОЇ СПАДЩИНИ ІВАНА ПУЛЮЯ

**O. Kramar, Ph.D, Assoc. Prof., Yu. Skorenkyu, Ph.D, Assoc. Prof., O. Rokitskyi, Ph.D,
Assoc. Prof.**

CONCEPT OF THE VIRTUAL MUSEUM OF IVAN PULUJ SCIENTIFIC HERITAGE

Зважаючи на суттєвий прогрес у розвитку засобів скануючої та панорамної фото- та відеозйомки, пакетів 3d-моделювання, на даний час сформовані сприятливі умови для створення інформаційних систем нового типу на базі імерсивних (з ефектом візуального віртуального занурення) технологій. Візуальне документування історико-культурної спадщини, зокрема будівель, археологічних знахідок, пам'ятних місць, з допомогою віртуальних турів (див. для прикладу роботи [1,2] та посилання в них) допомагає впорядкувати та зберегти найважливішу інформацію, покращує орієнтування користувачів на незнайомій місцевості. Створення віртуального музею на основі концепції багатокомпонентної змішаної реальності [3], що поєднує елементи віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальностей, а також web-3D дозволяє досягнути нового рівня взаємодії відвідувачів з інформаційним наповненням експозиції.

Повнота збірки архівних матеріалів з Електронного фонду Івана Пулюя в інституційному репозитарії ТНТУ дозволяє здійснити належну 3D-реконструкцію об'єктів його наукової спадщини, як пристроїв, так і віртуалізованих публіцистичних матеріалів. Концепт віртуальної експозиції реалізується засобами Unity (така схема вже успішно апробована для класичних музеїв, див. наприклад [4]). Рендеринг моделей здійснено з допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (Autodesk 3ds MAX, ZBrush). Для отримання експонатів музею як об'єктів доповненої реальності планується використання інформаційних флаєрів, які міститимуть ряд фотозображень, що виступають візуальними маркерами для камер мобільних пристроїв (арк-файл застосунку буде розташовано на інформаційних ресурсах університету). Представлені у музеї реальні стенди та елементи експозиції також міститимуть піктограми-маркери, які надаватимуть додаткову інформацію через смартфон чи планшет відвідувача (аналог віртуального екскурсовода). Безмаркерна доповнена реальність на основі GPS-навігації дозволить позначити пам'ятні меморіальні локації в межах університетського кампусу.

Література

- [1] Koehl M. and Brigand N. Combination of virtual tours, 3d model and digital data in a 3d archaeological knowledge and information system // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XXXIX-B4. – 2012. – Pp. 439–444.
- [2] Maiellaro N., Varasano A., and Capotorto S. Digital Data, Virtual Tours, and 3D Models Integration Using an Open-Source Platform // VR Technologies in Cultural Heritage. VRTCH 2018. Springer, Cham.- Commun. in Comp. and Inform. Science. – 2019. – Vol 904. Pp 148–164.
- [3] White M., Petridis P., Liarokapis F., and Pletinckx D. Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualizing Digital Heritage // International Journal of Architectural Computing. – 2007. – Vol. 5 (2). – Pp. 322–337.
- [4] Gonizzi Barsanti S., Caruso G., Micoli L.L. et al. 3D Visualization of Cultural Heritage Artefacts with Virtual Reality devices // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-5/W7. – 2015. – Pp. 165–172.

УДК 811.161.2'276.6:62

С.А. Федак канд. філол. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ФОНЕТИЧНЕ І ГРАМАТИЧНЕ ЗАСВОЄННЯ ІНШОМОВНИХ ТЕРМІНІВ У НАУКОВО-ПОПУЛЯРНИХ ПРАЦЯХ ІВАНА ПУЛЮЯ

S. Fedak, Ph.D., Assoc. Prof.

PHONETIC AND GRAMMATIC ADAPTATION OF THE BORROWED TERMS IN POPULAR SCIENCE WORKS OF IVAN PULUJ

Один із основоположників електротехніки, видатний фізик, Іван Пулюй зробив свій значний внесок у творення української наукової термінології. У своїх статтях учений послідовно дотримувався принципу мінімального використання іншомовних запозичень. Ітернаціоналізми та чужомовні слова, які все ж трапляються в його працях, вирізняються шляхом графічного відтворення фонетичних рис європейських мов. Приміром, учений позначає м'який [л'] у словах іншомовного походження шляхом написання літер я, є, ьо після л, передаючи таким чином його як так званий «центральноєвропейський», який, як відомо, відрізняється більш пом'якшеною вимовою, ніж його український відповідник. Таким чином, маємо буквосполучення *ля* у словах *лабораторія, еластичний, лампи, плятина, електрика, електричний, молекул, еквівалентний, інтелектуальний, телескоп, фіолетовий, кілограм, кілометр* тощо.

Іван Пулюй зберігає і граматичні ознаки роду запозичених слів. Такою є лексема «молекула», яка у новолатинській мові звучить *moleculo* і є іменником середнього роду. У тому ж роді вчений уживає його в своїй книзі, про що свідчать закінчення родового відмінка множини *-ів: прояви природи її молекулів і атомів, ворушання... його молекулів, рух молекулів і атомів, дрожання ..., її молекулів*. В інших випадках навпаки – адаптує слова до законів української граматики. У листі до Володимира Левицького 1904 року учений пише: «...прошу ще в цілій розправі поставити «діаграма» замість «діаграм», що буде більше відповідати складні нашої мови».

У праці вченого зафіксовано ще одну деталь. Слово *лінія*, первісно запозичене з латинської мови, засвідчене у варіанті *ленія*. Така лексема існує і в сучасній польській мові (пор. польське *linia*), де вона має значення «лінія, просіка (в лісі) межа». В західних діалектах української мови *ленія* – це лінія, бойова лінія, кордон. Таким чином, у книзі відбито діалектну рису, яка є фонетичною і лексичною водночас, і проникла і засвоїлася в деяких західноукраїнських говорах завдяки польській мові.

Помітними, але не численними є фонетичні германізми, що цілком зрозуміло, зважаючи на те, що вчений здобував освіту та працював в Австрії. Наприклад, у запозичених словах та власних назвах на місці літери *с* автор послідовно пише *з: прояви козмогонії, від часу Алфонзінських таблиць, каже Гумбольдт у своєму Козмосі один ступінь Цельзія вище, після Томзона*.

Міжнародні термінологічні одиниці у працях дослідника мають таке ж звучання, як і в мові, через посередництво якої вони потрапили в українську наукову мову. Таким є слово *етер*, що прийшло у такій формі в українську через латину (запозичене з грецької, де воно вимовлялося зі звуком [ф]), і *хемія* (такому вигляді лексема існує в німецькій та багатьох західнослов'янських мовах, хоча у грецькій та латині у другому складі в слові вимовляється [і]).

ЗМІСТ

Секція: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	5
Д.В. Вакуленко, д-р. біол. наук, проф., О.В. Гевко, канд. мед. наук, доц., Л.О. Вакуленко канд. мед. наук., доц.	5
ЗМІНИ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АРТЕРІАЛЬНИХ ОСЦИЛОГРАМ ПІД ВПЛИВОМ ПРИРОДНИХ ЗВУКІВ	5
В.І. Кульчицький, канд. пед. наук, доцент	6
ФОРМУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ У СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ АТОМА ВОДНЮ У КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ.....	6
В.С. Мочарський, канд. техн. наук, Б.П. Ковалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц, А.П. Сорочак, канд. техн. наук, доц., П.О. Марущак, д-р. техн. наук, проф.	8
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МІКРОМЕТЕОРИТІВ НА ПОВЕРХНІ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	8
Ю. Скоренький, канд. фіз.-мат. наук, доц.....	9
ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ LMS ATUTOR ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ	9
Ю. Скоренький, О. Крамар, Ю.Довгоп'ятий	10
ЗАРЯДОВОПОРЯДКОВАНІ СТАНИ В КВАЗІДВОВИМІРНИХ ОРГАНІЧНИХ ПРОВІДНИКАХ	10
Г. Химич.....	11
МЕТОД БОРОТЬБИ З КОМАХОПОДІБНИМИ ШКІДНИКАМИ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОЛЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ НВЧ ТЕХНОЛОГІЙ	11
Секція: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ	13
В.Л. Алексенко, О. В. Акімов, канд. техн. наук, доц., Н.Н. Букетова, канд. техн. наук, О. А. Сітніков, К. Ю. Юренін	13
НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЙДОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	13
М.В. Браїло, канд. техн. наук, доц., О.С. Кобельник, К.І. Тарасюк, мол. наук. співр., Н.П. Вибач, мол. наук. співр.....	15
РОЗРОБКА ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ	15
А.В. Букетов, д-р. техн. наук, проф., Т.В. Чернявська, А.Г. Кулінич	16
МОДИФІКОВАНІ ЗАХИСНІ ПОЛІМЕРНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ	16
Н.М. Букетова, канд. техн. наук, Д.В. Житник, В.Г. Кулінич	17
ЗАХИСНІ ЕПОКСИДНІ ПОКРИТТЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ..	17

Г.В. Габрусєв, канд. фіз.-мат. наук, доц., І.Ю. Габрусєва, канд. техн. наук, Т.Б. Пиндус	18
ОЦІНКА МІЦНОСТІ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЇ ТОВСТОЇ ПЛИТИ.....	18
Т.А. Довбуш, канд. техн. наук., Н.І. Хомик, канд. техн. наук., доц., Г.Б. Цьонь .	20
ЗНИЖЕННЯ МЕТАЛОЄМНОСТІ ГНУЧКИХ ТРАНСПОРТУЮЧИХ МЕХАНІЗМІВ	20
Н.А. Долгов, д-р. техн. наук, доц., А.В. Рутковський, канд. техн. наук.....	22
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІКОСТІ СТАЛІ 18ХГТ ПІСЛЯ ПЛАЗМОВОГО ТЕРМОЦИКЛІЧНОГО АЗОТУВАННЯ	22
A.V. Karpenko, Ph.D	24
FEATURES OF FORMING THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF HIGH- POROUS CARBON-CARBON COMPOSITE MATERIALS	24
В.В. Карташов, канд. техн. наук, І.Т. Ярема, канд. техн. наук, доц., О.В. Тотосько, канд. техн. наук.....	25
ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНОГО ОБРОБЛЕННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ЗРАЗКІВ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ	25
В.Б. Каспрук, канд.техн.наук. доц.	26
ВПЛИВ МОРОЗОСТІЙКИХ ДОБАВОК НА ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ	26
Ю. Коваль	27
КОНСТРУЮВАННЯ МОБІЛЬНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ПРОГНОЗОВАНОЮ НАДІЙНІСТЮ	27
Я.О. Ковальчук, канд. техн. наук, доц., Н.Я. Шингера, канд. техн. наук, доц., Я.Л. Швед.....	28
СТАТИЧНА МІЦНІСТЬ СТАЛІ ВСТЗПС ЗІ ЗВАРНИМ ШВОМ.....	28
В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц.	29
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРМЕТІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ З ПЕРЕМІШУВАННЯМ	29
Т. О. Макруха, О. М. Дубовий, д-р. техн. наук, проф.....	31
ВПЛИВ ДЕФОРМАЦІЇ ТА ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ Ст3 ТА Х12	31
П. Попович, д-р. техн. наук, проф., Р. Теслюк, В. Луців, А. Добко.....	33
НАДІЙНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В АПК	33
М.С. Присташ, канд. техн. наук, О.М. Сизоненко, д-р. техн. наук, проф., А.С. Торпаков, канд. техн. наук, Є.В. Липян, канд. техн. наук, Е.І. Тафтай	34
ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО СИНТЕЗУ МОДИФІКАТОРУ TiC–Ti	34
О.О. Сапронов, канд. техн. наук, доц., Антоніо Бертем	35
РОЗРОБКА ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ПІДВИЩЕНИМИ ТЕПЛОФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТРАНСПОРТУ	35

V. Skachkov, Ph.D., Assoc. Prof., A. Karpenko, Ph.D., B. Balbekova, Ph.D., Assoc. Prof.	36
COMPACTING CARBON COMPOSITES BY PRODUCTS PYROLYSIS OF NATURAL GAS IN THE THERMOCHEMICAL FLOW-TYPE REACTORS	36
С.О. Сметанкін, К.Ю. Юренін, В.Л. Алексєнко	38
ДИЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НАПОВНЕНИХ НАНОДИСПЕРСНОЮ САЖЕЮ.....	38
В.В. Соценко, А.В. Сапронова.....	40
ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМИ ГАЗОТУРБІННОГО НАГНІТАННЯ ПОЛІМЕРНИМИ МАТЕРІАЛАМИ	40
П.Д. Стухляк, д-р. техн. наук, проф., О.С. Голотенко, канд. техн. наук, Р.З. Золотий, канд. техн. наук, доц.....	41
ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ СТРУКТУРОУТВОРЕННІ ЕПОКСИДНИХ МАТРИЦЬ ПІСЛЯ НВЧ-ОБРОБКИ .	41
А.С. Торпаков, канд. техн. наук, О.М. Сизоненко, д-р. техн. наук, проф., Є.В. Липян, канд. техн. наук, М.С. Присташ, канд. техн. наук	42
ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ КОМПОЗИТУ СИСТЕМИ TiC–Ti... ..	42
М.І. Цепенюк, канд. техн. наук, доц.	43
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ СИНХРОННОГО ОБЕРТАННЯ ІЗ ЕЛЕКТРИЧНИМ РОБОЧИМ ВАЛОМ	43
Л.І. Цимбалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц., Н.І. Блашак, канд. фіз.-мат. наук, доц.	44
ВПЛИВ ПЕРЕПАДУ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА РОЗПОДІЛ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПО ТОВЩИНІ ПЛАСТИНИ В ОКОЛІ ПРЯМОЛІНІЙНОГО ЗВАРНОГО ШВА	44
О.С. Шевчук, канд. техн. наук, Н. Селіванова	45
НАДІЙНІСТЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ПРИЧЕПІВ	45
С.В. Якущенко, мол. наук. співр. В.В. Браїло, мол. наук. співр. А.О. Василенко	46
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ЗАСОБАХ ТРАНСПОРТУ	46
І.Т. Ярема, канд. техн. наук; Ю.І. Наконечний.....	48
РОЗРАХУНОК РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ ЗГІНАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ПЛАСТМАСОВИХ ЛОПАТОК ХОЛОДНИХ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ	48
В.П. Ясній.....	50
АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ ПСЕВДОПРУЖНОГО СПФ З УРАХУВАННЯМ АСИМЕТРІЇ ЦИКЛУ НАВАНТАЖЕННЯ.....	50
П.В. Ясній, д-р. техн. наук., проф., С.С. Гомон, канд. техн. наук., доц., В.П. Дмитрук, канд. техн. наук, доц.	51
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПОВНИХ ДІАГРАМ ДЕФОРМУВАННЯ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ЗА ЖОРСТКОГО РЕЖИМУ НАВАНТАЖЕННЯ	51

П.В. Ясній, д-р. техн. наук, проф., І.М. Підгурський, М.І. Підгурський, д-р. техн. наук, проф.	52
ОЦІНКА ВПЛИВУ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ НА ЗАКОНОМІРНОСТІ РОСТУ ПОВЕРХНЕВИХ ВТОМНИХ ТРІЩИН У НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЯХ.....	52
Секція: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ	53
А.В. Бабій, канд. техн. наук, доц.....	53
ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОКРИТТЯ ПРИ ХІМІЧНОМУ ЗАХИСТІ РОСЛИН.....	53
М.В. Бабій, канд. техн. наук	55
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛУ АСИГНУВАНЬ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ	55
А.В. Гагалюк, канд. техн. наук, Р.А. Склярів, канд. техн. наук, доц.	56
ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ В ГЕНЕРАТИВНОМУ ДИЗАЙНІ	56
Р.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., І.Б. Баліцький, Н.І. Хомик, канд. техн. наук, доц.....	58
МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КОРЕНЕПЛОДІВ ПРИ ЇХ ПЕРЕМІЩЕННІ У ТРАНСПОРТНО-ОЧИСНИХ СИТЕМАХ МАШИН	58
Ів.Б. Гевко, докт. техн. наук., проф., В.З. Гудь к.т.н., Т.Д. Навроцька.....	60
БУНКЕР РІВНОМІРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ЗМІШУВАННЯ..	60
Р.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., Т.А. Довбуш, канд. техн. наук., А.І. Станько	61
РОЗРОБКА ЕЛАСТИЧНИХ ЩІТКОПОДІБНИХ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ З МАНІМАЛЬНИМИ ЇХ ПОШКОДЖЕННЯМИ	61
Р.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., Ю.С. Никеруй, В.П. Олексюк, канд. техн. наук, доц.....	63
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА ЗАВАНТАЖЕННЯ ЯБЛУК У ТАРІ В СКЛАДСЬКІ ПРИМІЩЕННЯ	63
В.З. Гудь, канд. техн. наук	65
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ ШНЕКОВИМ ТРАНСПОРТЕРОМ ІЗ ОДНОЧАСНОЮ СЕПАРАЦІЄЮ	65
В.З. Гудь, канд. техн. наук, М.Г. Левкович, канд. техн. наук, доц., В.В. Гупка...	67
МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З МОЖЛИВОСТЯМИ МОБІЛЬНОЇ ЗМІНИ ДОВЖИНИ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ.....	67
Г.М. Данилишин, канд. техн. наук, доц.	69
ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОРЕАКТИВНИХ ПУСКО-ЗАПОБІЖНИХ СИЛОВИХ ПЕРЕДАЧ	69

В. О. Дзюра, канд. техн. наук, доц., І. Г. Ткаченко, канд. техн. наук, доц.	70
РОЗРАХУНОК КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЕФОРМУВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ПРИ ФОРМУВАННІ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ НА ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХНЯХ ТІЛ ОБЕРТАННЯ	70
О.Р.Дмитрів, канд. техн. наук, доц., Л.Р. Рогатинська, М.В. Грубенюк, П.О. Леськів	72
ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ ДЛЯ ПОДАЧІ НАСИПНОГО ПАЛИВА	72
В.Г. Дозорський, канд. техн. наук, доц., О.Ф. Дозорська, Є.Б. Яворська, канд. техн. наук, доц., Л.Є. Дедів, канд. техн. наук, доц.....	73
СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19	73
А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., В.П. Михайлюк, І.В. Головатий.....	75
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК	75
А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., Ю.Є. Паливода, канд. техн. наук, доц., Я.В. Довбенко	76
ВСТАНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ ВИТКА ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ДИСКОВОЇ ДЕТАЛІ ІЗ ЗАОКРУГЛЕНИМИ ЗУБАМИ	76
А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., Ю.Є. Паливода, канд. техн. наук, доц., В.І. Щербань	77
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ТРУБЧАСТИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК.....	77
І. Зелінський, канд. фіз.-мат. наук, доц., М. Паламар, д-р. техн. наук, проф., М. Яворська, канд. техн. наук, доц., В. Кругльов	78
КОНТРОЛЬ ПОВЕРХНІ РЕФЛЕКТОРА В РОБОЧОМУ РЕЖИМІ.....	78
В.М. Клендій, канд. техн. наук	80
РОБОЧИЙ ОРГАН ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА	80
І.Р. Козбур, О.П. Шовкун.....	81
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЖ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ ВІБРОПРИВОДУ ЖИВИЛЬНИКА З АВТОНАЛАГОДЖУВАНОЮ ЧАСТОТОЮ ЗБУДЖЕННЯ ...	81
О.М. Кондратюк, канд. техн. наук, доц., Р.Я. Лещук, канд. техн. наук., доц., П.В. Босюк, Ю.Я. Галан.....	83
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	83
П.Д. Кривий, канд. техн. наук, доц., В.Р. Кобельник, канд. техн. наук, О.В. Литвин, канд. техн. наук, доц., І.Р.Петречко	85
ОБГРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ ДЛЯ НАПІВЧИСТОВОГО ОБРОБЛЕННЯ АРХІМЕДОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ ВЕЛИКИХ МОДУЛІВ	85

В.В. Крупа, канд. техн. наук, Я.М. Косів	87
КОНСТРУКЦІЯ ТРИРІЗЦЕВОЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ З АСИМЕТРИЧНИМ РОЗМІЩЕННЯМ РІЗЦІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	87
І. М. Кучвара, канд. техн. наук.....	89
ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАРІЗАННЯ ЗОВНІШНІХ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ КАНАВОК	89
І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф., В.Н. Волошин, канд. техн. наук, доц.	90
ЗАТИСКНІ КУЛАЧКИ З АДАПТИВНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	90
О.Л. Ляшук, д-р. техн. наук, Р.В. Хорошун, Пиндус Ю.І. канд. техн. наук,.....	92
ДИНАМІКИ ПІДРЕСОРЕНОЇ ЧАСТИНИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ЇХ КЕРОВАНІСТЬ	92
О.П. Маруніч, О.Л. Ляшук, д-р. техн. наук, проф., Т.Д. Навроцька.....	95
КРУТИЛЬНІ КОЛИВАННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА.....	95
П. М. Микулик.....	97
ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ РІЗКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕННЯХ	97
Р. Михайлишин, канд. техн. наук, В. Савків, канд. техн. наук, доц., Ф. Духон канд. техн. наук, проф., Л. Хованец, канд. техн. наук.....	100
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВЗАЄМОДІЇ СТРУМИННОГО ЗАХОПЛЮВАЧА З ОБ'ЄКТОМ МАНІПУЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ЙОГО ЗАХОПЛЕННЯ.....	100
М.І. Паламар, д-р. техн. наук, проф., Ю.В. Пастернак, В.С. Пастернак, С. Шевчук.....	102
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПЛАТФОРМИ СТЮАРТА ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕЦИЗІЙНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ.....	102
О. Пилипець, канд. техн. наук, доц., О. Захарків.....	104
ФОРМУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ В ПРОЦЕСІ ТОЧІННЯ.....	104
М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., О. Пилипець, канд. техн. наук, доц.....	106
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ЗАГОТОВОК З “U-ПОДІБНИХ” ПРОФІЛІВ	106
Ч.В. Пулька, д-р. техн. наук, проф., В.Я. Гаврилюк, В.С. Сенчишин, М.В. Шарик, О.Я. Гурик, канд. техн. наук, доц.....	108
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ.....	108
Р.М. Рогатинський, д-р. техн. наук, проф., І.Б. Гевко, д-р. техн. наук, проф., Д.В. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., В.З. Гудь, канд. техн. наук, доц.	109
ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ-ЗМІШУВАЧІ.....	109

М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц., О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц., І.М. Бортник.....	111
АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СЕКЦІЇ ШТАНГИ ПОЛЬОВОГО ОБПРИСКУВАЧА.....	111
О. Стрілець, канд. техн. наук, доц.....	113
ВИКОРИСТАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІРІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ЗМІНОЮ ШВИДКОСТІ ЧЕРЕЗ ЕПЦИКЛ.....	113
О. Стрілець, канд. техн. наук, доц., В. Андрушков, канд. техн. наук, доц., В. Стрілець, канд. техн. наук, проф.....	115
БУДОВА ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ МУФТИ ФЛАНЦЕВО-ПАЛЬЦЕВОЇ ПРУЖНОЇ ЗАПОБІЖНОЇ З ВИБОРОМ ХОДУ.....	115
І. Г. Ткаченко, канд. техн. наук, доц., Р. Б. Гевко, докт. техн. наук, проф., А. Д. Довбуш.....	117
ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ДООЧИСНИХ ТРАНСПОРТЕРІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.....	117
П. Федорів, І. Федорів.....	119
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМЕНЕВО- ФРИКЦІЙНИХ ЖИВИЛЬНИКІВ.....	119
О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц., О.Л. Ляшук, д-р. техн. наук, проф., М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц.....	121
ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ.....	121
Г.Б. Цьонь, Олексюк В.П., канд. техн. наук, доц., Довбуш А.Д.	122
ВДОСКОНАЛЕНИЙ ГИЧКОЗБИРАЛЬНИЙ МОДУЛЬ.....	122
Секція: МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОЄМНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ	123
В.М. Ахтемійчук, М.І. Яворська, канд. техн. наук, доц.....	123
ОПРАЦЮВАННЯ ВІДЕОДАНИХ ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ	123
Н. І. Блашак, канд. фіз.-мат. наук, доц., Л. І. Цимбалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц.....	125
ОБМЕЖЕНІ РОЗВ'ЯЗКИ ОДНОГО КЛАСУ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ЛІНІЙНИМИ ВІДХИЛЕННЯМИ АРГУМЕНТІВ.....	125
В.Я. Гаврилюк, Ч.В. Пулька, д-р. техн. наук, проф., В.М. Михайлишин, М.С. Михайлишин, канд. фіз.-мат. наук, доц.	126
ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ЕКОНОМНОЮ ВИТРАТОЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	126
В.Я. Гаврилюк, Ч.В. Пулька, докт. техн. наук, проф., В.М. Михайлишин, В.С. Сенчишин.....	128
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБЕРТАННЯ ДИСКА НА СТАБІЛЬНІСТЬ ТОВЩИН НАПЛАВЛЕНОГО ШАРУ.....	128

О. Король, Б. Береженко, О. Гурик, канд. техн. наук, доц.....	130
ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОСТИГАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ПІСЛЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ.....	130
В. Кривень, д-р. фіз.-мат. наук, проф., А. Бойко канд. техн. наук, Н. Крива, В. Валяшек, канд. фіз.-мат. наук, доц.....	131
ПРУЖНА АНТИПЛОСКА ЗАДАЧА ДЛЯ ПІВПРОСТОРУ З ВКЛЮЧЕННЯМ ІЗ ОДНОБІЧНИМ КОНТАКТОМ.....	131
П.Д. Кривий, канд. техн. наук, доц., Н.М. Тимошенко, канд. фіз.-мат. наук, доц., В.О. Дзюра, канд. техн. наук, доц., В.Р. Кобельник, канд. техн. наук	132
УТОЧНЕНИЙ МЕТОД АПРІОРНО-ЕМПІРИЧНИХ ФУНКЦІЙ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ТА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК НА ОСНОВІ МАЛОЇ ВИБІРКИ.....	132
А. Курко, канд. техн. наук, доц., В. Каретін	134
МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕМАТИКИ СФЕРИЧНОГО РУХУ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ЗАСОБАМИ.....	134
В.П. Марценюк, д-р. техн. наук, проф., І.С. Андрущак, д-р. техн. наук, проф., А.С. Сверстюк, канд. техн. наук, доц., В.О. Паничев.....	135
ПІДХІД ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ SIR-МОДЕЛІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ ПАНДЕМІЇ COVID-19 В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	135
Ю.Б. Паляниця канд. техн. наук, І.О. Гринюк, Б.Р. Савка	137
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ТКАНИН ТІЛА ЛЮДИНИ ЯК ЛІНІЙНОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ТА СИНТЕЗ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ В ГАЛУЗІ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ	137
Т.М. Приліпко, д-р. с.-г. наук, проф.	139
МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ТА БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ОБРОБКИ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ ЗА УМОВИ ПАРОКОНТАКТНОГО НАГРІВУ ПРОДУКЦІЇ В ТАРІ	139
Т.М. Приліпко, д-р. с.-г. наук, проф., Н.В. Букалова, канд. .вет. наук, доц., Л.М. Богатко, канд. вет. наук, доц., Лясота В.П., д-р. вет. наук, проф.....	143
МОДЕЛЮВАННЯ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ	143
Л. Романюк, канд. техн. наук, доц., І. Чихіра, канд. техн. наук, доц.....	147
МЕТОД DUBINS ДЛЯ АЕРОДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ГРУПИ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	147
С.І. Федак, канд. техн. наук, доц., О.П. Ясній, д-р. техн. наук, проф., І.С. Дідич	149
ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ ІНІЦІАЦІЇ ПЕРЕРИВЧАСТОЇ ТЕКУЧОСТІ СПЛАВУ АМГ6	149

Секція: КОМПЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ	150
В.П. Бугай	150
ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ.....	150
В.П. Бугай, І.О. Боднарчук, канд. техн.наук, доц.	152
ОЦІНЮВАННЯ ПРОГРАМНОЇ АРХІТЕКТУРИ ПРИ ГНУЧКИХ МЕТОДАХ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ	152
О.В. Головацька, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, доц.....	154
РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ	154
М.П. Карпінський, д-р. техн. наук, проф., Я.І. Кінах, канд. техн. наук, доц., У.О. Яциковська, канд. техн. наук, Р.І. Паславський, канд. техн. наук, доц., Т.І. Кужда канд. екон. наук, доц., І. В. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.	155
ЕКСПЛУАТАЦІЯ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КРИПТОАНАЛІЗУ АСИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ	155
Ігор Катеринюк, Сергій Лупенко, д-р.техн. наук, проф.	157
ІНТЕРАКТИВНИЙ МОДУЛЬ ВВОДУ ВІЗУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ КИТАЙСЬКОЇ ОБРАЗНОЇ МЕДИЦИНИ	157
О. А. Липак	159
ЗАСТОСУВАННЯ VR ТА AR ТЕХНОЛОГІЙ В МУЗЕЯХ	159
О.Б. Назаревич, канд. техн. наук. доц., Г.В. Шимчук.....	161
ОПИС ЧИСЕЛЬНОГО МЕТОДУ СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ	161
Р.М. Небесний, І.В. Свистун, Р.З. Золотий, канд техн. наук, доц.....	163
ЗАСТОСУВАННЯ ОРІЄНТОВАНОГО АЦИКЛІЧНОГО ГРАФА	163
Р.М. Небесний, І.В. Свистун, О.С. Голотенко, канд техн. наук	165
ОРІЄНТОВАНИЙ АЦИКЛІЧНИЙ ГРАФ	165
П.А. Ониськів, Я.В. Литвиненко д-р. тех. наук, доц.	167
АНАЛІЗ РІВНІВ АВТОНОМНОСТІ АВТОМОБІЛІВ	167
О. Оробчук, С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф.....	168
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗНАНЬ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ «КИТАЙСЬКА ОБРАЗНА МЕДИЦИНА» В СЕРЕДОВИЩІ PROTÉGÉ.....	168
Д. П. Павлюк, Г. В. Шимчук, В. В. Никитюк, канд. техн. наук	170
ЗАВДАННЯ І МЕТОДИ КОГНІТИВНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	170
А.М. Паламар	172
МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ МОДУЛЬНИМ ДЖЕРЕЛОМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ СТАНІВ	172

М. Паламар, д-р. техн. наук, проф., М. Стрембіцький, канд. техн. наук, доц., Т. Горин.....	174
СПОСІБ ЗБІЛЬШЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ РЕФЛЕКТОРА СУПУТНИКОВОЇ АНТЕННОЇ СТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	174
Ю. Скоренький, Н. Загородна, Р. Козак, О. Крамар.....	176
ОСВІТНІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ.....	176
Н. Стадник, С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф.	177
ФУНКЦІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СКЛАДНОСТІ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ДИСКРЕТНОГО ЦИКЛІЧНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ.....	177
Н. Стадник, С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф., К. Чізова Ннамене	179
КЛАСИ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ ЦИКЛІЧНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ НИМИ	179
А.А. Станько.....	181
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТАХ РОЗУМНИХ МІСТ	181
А.А Станько., А.Г. Микитишин, канд. техн. наук, доц., В.В. Левицький, канд. техн. наук, доц.....	184
КОНЦЕПЦІЯ АРХІТЕКТУРИ «РОЗУМНОГО МІСТА» ЯК КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ	184
М.О.Хвостівський, канд. техн. наук, доц., Г.М. Осухівська канд. техн. наук, доц., Л.В. Хвостівська, Д.В. Величко	187
РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРАФІКУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	187
О. К. Шкодзінський, канд. техн. наук, доц., М. М. Луцків	189
МОНІТОРИНГ ТА АВТОМАТИЗОВАНИЙ ОБЛІК ВИКОНАННЯ НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	189
Секція: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	191
В.А. Андрійчук, д-р. техн. наук, проф., Я.О. Філюк, канд. техн. наук., М.С. Наконечний, канд. техн. наук.	191
КІНЕТИКА ПІСЛЯСВІЧЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА	191
І. Белякова, В. Медвідь, В. Пісьціо	194
ЗАПАЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ НА ОСНОВІ П'ЄЗОТРАНСФОРМАТОРА.....	194
В.О. Бурмака, М.Г. Тарасенко, докт. техн. наук, проф.....	196
ЕНЕРГООЩАДНИЙ ВПЛИВ СВІТЛОПРОЗОРИХ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ОФІСНОГО ПРИМІЩЕННЯ	196

А.В. Гнатов, д-р. техн. наук, проф., Щ.В. Аргун, канд. техн. наук, доц., Г.А. Гнатова	199
ПРОЕКТ СОНЯЧНОЇ ЗАРЯДНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ЯК КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	199
П. С. Євтух, д-р. техн. наук, проф., О. О. Вакуленко.....	201
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИПРОБУВАНЬ НАПРУГОЮ ІЗОЛЯЦІЇ ЕМАЛЬОВАНИХ ПРОВІДІВ.....	201
М.М. Зінь, канд. техн. наук, доц., Ю.Б. Підгайний.....	203
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МАЛИХ ГЕС В УКРАЇНІ.....	203
В.П. Коваль, канд. техн. наук	204
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВОГО ПОТОКУ У ВІТРОВИХ ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ.....	204
М.Г. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф., К.М. Козак, канд. техн. наук, доц, В.Р. Юськів.....	205
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА	205
М.І. Котик, Л.М. Костик, канд. техн. наук, доц., В.А. Андрійчук, д-р. техн. наук, проф.....	207
ВПЛИВ ІМПУЛЬСНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН.....	207
Д.О. Курочкін	208
АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ.....	208
Lukman Ahmed Omeiza, Salawudeen Ahmed Tijjani, Aikhonmu Oseyemen Daniel	210
DISCRETE–TIME CONTROLLER DESIGN FOR PITCH CHANNEL	210
А. Лупенко, д-р. техн. наук, Т. Чомко	213
РЕЗОНАНСНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ З ФАЗОВИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ПОТУЖНОСТІ СВІТЛОДІОДНИХ МАТРИЦЬ.....	213
В. Медвідь, І. Белякова, В. Пісьціо	216
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ ЕЛЕКТРОННОГО БАЛАСТУ З ПСЕВДО-ВИПАДКОВИМ СИГНАЛОМ ЖИВЛЕННЯ	216
Б.Я. Оробчук, канд. техн. наук, доц.; Р.Я. Тимчак	218
ТЕХНОЛОГІЧНА РАДІОМЕРЕЖА ОБМІНУ ДАНИМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕМЕХАНІКОЮ В СИЛОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ	218
И.А. Селиверстов, канд. техн. наук, доц., С.Р. Селиверстова, канд. техн. наук, доц., А.Н. Фролов, канд. техн. наук, доц.....	220
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДИОДОВ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ.....	220

**Секція: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЙ 222**

- Н. М. Зварич, канд. техн. наук, доц., О. М. Пилипець, канд. техн. наук, доц. ... 222**
ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ УПАКОВКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ 222
- О.І. Кравець, канд. техн. наук, М.М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц. 223**
ОСОБЛИВОСТІ ФІЛЬТРАЦІЙНО-КОМПРЕСІЙНОГО СУШІННЯ ХАРЧОВИХ
МАС..... 223
- Н. Моспанко, Г. Карпик, канд. техн. наук 225**
ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ РЕВЕНЮ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ 225
- І.М. Музичук, Г.В. Карпик, канд. техн. наук..... 226**
ЦІННІСТЬ ГАРБУЗА ЯК СИРОВИНИ КОНСЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА 226
- І. С. Назарко, канд. пед. наук, доц..... 227**
ВИКОРИСТАННЯ ЯГІД БУЗИНИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЗДОРОВЧОГО
ХАРЧУВАННЯ 227
- Т.М. Приліпко, д-р. с.-г. наук, проф., Н.В. Букалова, канд. вет. наук, доц..... 229**
АНАЛІЗ УМІСТУ КСЕНОБІОТИКІВ У САЛАЦІ СВІЖОМОРОЖЕНІЙ 229
- В. Р. Сельський, канд. техн. наук, доц., Т. Є. Мурин 231**
КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ МОРКВИ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ
СОКІВ..... 231
- І.Я. Стадник, д-р. техн. наук, проф., Ю. Паньків 232**
ЗМІШУВАЧ РІДКИХ КОМПОНЕНТІВ..... 232
- І.Я. Стадник, д-р. техн. наук, проф., О.М. Пилипець, канд. техн. наук, доц. 233**
ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ВУЗЛА НАГНІТАННЯ 233
- В. Стручок..... 234**
АНАЛІЗ ПРОГРАМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ
ВІДХОДАМИ В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ 234
- М.М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц., В.Я. Ворошук, канд. техн. наук,
О.І. Кравець, канд. техн. наук 235**
ВПЛИВ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ЗНЕВОДНЕННЯ МОЛОЧНО
БІЛКОВИХ МАС. 235
- В. Юкало, д-р. біол. наук, проф., К. Дацишин, Л. Сторож, канд. техн. наук, доц.,
О. Крупа, канд. техн. наук, доц..... 236**
ОТРИМАННЯ СИРОВАТКОВИХ ГІДРОЛІЗАТІВ В УМОВАХ ЗБЕРЕЖЕННЯ
ПРИРОДНИХ БІОАКТИВНИХ ПЕПТИДІВ 236

**Секція: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ 237**

- О. І. Вівчар, д-р. екон. наук, проф., М. Ф. Зяйлик, канд. екон. наук, доц. 237**
СПЕЦИФІКА ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ
ЯК ВЕКТОР ЗМІЦНЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ФОКУСІ ВИКЛИКІВ
НОВОЇ ЕКОНОМІКИ 237

С.В. Галицький, М.П. Галушак	239
ІННОВАЦІЙНІ УПРАВЛІНСЬКІ ТЕХНОЛОГІЇ У ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІВ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ В УКРАЇНІ	239
О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., Л. Бессонова	240
ДІЛОВІ КОНФЛІКТИ ТА ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРШЕННЯ.....	240
О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., А. Гайдучик	243
ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБИГУ	243
О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., М. Галушак	245
КОРПОРАТИВНА КУЛЬТУРА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ	245
В.С. Грицишин, Н.В. Габрусєва	247
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: СЬОГОДНІ І ЗАВТРА	247
Ю.А. Зарічна, О.Я. Галушак	249
НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДЕРЖАВНОМУ УПРАВЛІННІ.....	249
Є.Ф. Казьмірович	250
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПУ СМАРТ-СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ НА ПРИКЛАДІ ЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	250
Т.М. Королюк, канд. економ. наук, доц.	252
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПІДПРИЄМСТВА	252
А.А. Криськов, д-р. істор. наук, доц., С.А. Криськова	253
СЕПАРАТИСТСЬКИЙ РУХ НА СХОДІ УКРАЇНИ У 1990-ТІ РОКИ	253
Кузь Т.І., канд. екон. наук	255
ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄДНАНИХ ГРОМАД ЯК БАЗОВОГО РІВНЯ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УСТРОЮ УКРАЇНИ	255
О.Я. Мединська¹, Г.Б. Машлій², канд. екон. наук, доц.	257
ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БІРЖОВОЇ ТОРГІВЛІ ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ РИНКУ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ.....	257
О.І. Міщук	258
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ НА РИНОК ТЕХНОЛОГІЙ	258
У.М. Плекан, канд. екон. наук	259
ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТОЧНИХ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА У РИНКОВИХ УМОВАХ	259
І.А. Селіверстов, канд. техн. наук. доц., П.В. Луб'яний, канд. техн. наук. доц.	260
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РОБОТИ МІСЬКОЇ ПАСАЖИРСЬКОЇ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ	260

С.М. Сікора.....	262
ФОРМУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ДО СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУ РОЗВИТКУ ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ МЕДИЦИНИ ВИШНІВЕЦЬКОЇ ОБ'ЄДНАНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	262
І.І. Стойко, канд. техн. наук, доц.....	264
НЕСТАНДАРТНІ ЗАКОНИ РОБЕРТА ЛУТЦА (8 ЗАКОНІВ КРАЙСЛЕР ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИМ БІЗНЕСОМ)	264
І.І. Стойко, канд. техн. наук, доц., Р.П. Шерстюк, д-р. екон. наук.....	266
«ЯКІСТЬ – БЕЗКОШТОВНО» (14 ПРИНЦИПІВ ФІЛІПА КРОСБІ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИМИ ПОСЛУГАМИ)	266
Л.А. Шмагайло.....	268
КРИТЕРІЇ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ У ДІТЕЙ З ОЖИРІННЯМ У ВІСІ ДО 10 РОКІВ	268
Секція: ФЕНОМЕН ІВАНА ПУЛЮЯ, РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ В СТАНОВЛЕННІ УКРАЇНСЬКОЇ НАУКИ	269
В.Б. Ігнат'єва, канд. техн. наук, доц.	269
РОЗВИТОК ТРУДОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ШЛЯХОМ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТВОРЧОСТІ.....	269
О.І. Крамар, канд. фіз.-мат. наук, доц., Ю.Л. Скоренький, канд. фіз.-мат. наук, доц., О.М. Рокіцький, канд. істор. наук, доц.	270
КОНЦЕПЦІЯ ВІРТУАЛЬНОГО МУЗЕЮ НАУКОВОЇ СПАДЩИНИ ІВАНА ПУЛЮЯ.....	270
С.А. Федак канд. філол. наук, доц.....	271
ФОНЕТИЧНЕ І ГРАМАТИЧНЕ ЗАСВОЄННЯ ІНШОМОВНИХ ТЕРМІНІВ У НАУКОВО-ПОПУЛЯРНИХ ПРАЦЯХ ІВАНА ПУЛЮЯ.....	271

Наукове видання

Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції

**«ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

*до 60 річчя з дня заснування
Тернопільського національного технічного університету
імені Івана Пулюя та
175 річчя з дня народження Івана Пулюя*

14-15 травня 2020 року

Збірник тез доповідей

Комп'ютерне макетування *Р. З. Золотий*.

Комп'ютерна верстка *А. П. Катрич*.

Підписано до друку 12.05.2020 р.

Формат 60×90 Папір ксероксний.

Обл. вид. арк. 18,27

Наклад 300 прим. Зам. № 3309.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.
46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

E-mail: vydavnytstvo@tu.edu.te.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4226 від 08.12.11.