

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XI Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
7-8 грудня 2022 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2022

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

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book
of abstracts

**of the XI International scientific and practical
conference of young researchers and students**
December, 7th-8th, 2022



**UKRAINE
TERNOPIL – 2022**

УДК 001
A43

Actual problems of modern technologies: book of abstracts of the XS International scientific and practical conference of young researchers and students, (Ternopil, December, 7th-8th, 2022) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical University [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V.A., 2022. – 202.

ISBN 978-617-7875-49-8

PROGRAM COMMITTEE

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

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

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

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

The address of the organization committee:

TNTU, Ruska str. 56, Ternopil, 46001,

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

E-mail: confmolstud@gmail.com

Editing, design, layout: Dozorskyi V.G.

TOPICS OF THE CONFERENCE

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

УДК 001
А43

Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XI міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 7-8 грудня 2022) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 202.

ISBN 978-617-7875-49-8

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

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

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

Вчений секретар: Дозорський Василь Григорович – к.т.н., доц. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

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

Адреса оргкомітету:

ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,
тел. **0506689327**, факс (0352) 255798

E-mail: confmolstud@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Дозорський В.Г.

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

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

СЕКЦІЯ: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК: 613.16-06:612.821.

Я.В. Курко, к.м.н., доцент, О.М. Босюк, ст. викладач, Н.В. Вальчак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ДІАГНОСТИЧНОЇ ПРОГРАМИ
"REACTION-TEST" ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛАТЕНТНОГО ПЕРІОДУ ПРОСТОЇ
СЛУХОВОЇ РЕАКЦІЇ ПЛАВЦІВ ЗА РІЗНИХ ПОГОДНИХ УМОВ**

Ya.V. Kurko, Ph.D., Assoc. Prof., O.M. Bosyuk, N.V. Valchak.

**APPLICATION OF COMPUTER DIAGNOSTIC PROGRAM "REACTION-TEST"
TO DETERMINE THE LATENT PERIOD OF SIMPLE AUDITORY REACTION OF
SWIMMERS UNDER DIFFERENT WEATHER CONDITIONS**

Практика міжнародних змагань показує, що одна сота секунди вирішує перемогу, тому швидкість реакції плавців на звуковий (стартовий) сигнал є однією з умов успіху.

Вивчали швидкість реакції на звуковий подразник у 98-ми практично здорових студентів, чоловіки віком від 18 до 22 роки. Плавці були поділені на три групи. До першої групи увійшли плавці групи оздоровчого плавання (ГОП). До другої групи увійшли плавці, які на момент дослідження, виконали норматив 3-го спортивного розряду, до третьої – плавці 2-го розряду.

Латентний період простої слухової сенсомоторної реакції (ЛПССМР) досліджували при погодних умовах III і I типів, за допомогою розробленої нами діагностичної комп'ютерної програми "Вимірювання простої слухомоторної реакції (Reaction-Test)" [1].

Перед тестуванням програма автоматично встановлює дату дослідження та робить запит про тип погоди (метеоситуацію) і паспортні дані, які потрібно внести у віконечка: "Тип погоди", "Прізвище", "Ім'я" та "Вік" обстежуваного рис. 1.

The image shows a screenshot of a software application window titled "Вимірювання латентного періоду простої слухо-моторної реакції". The window contains a form for entering personal data. The form has the following fields and controls:

- Особисті дані:** A section header for the data entry area.
- Дата:** A dropdown menu for selecting the date.
- Тип погоди:** A dropdown menu for selecting the weather type.
- Прізвище:** A text input field for the surname.
- Ім'я:** A text input field for the name.
- Вік:** A text input field for the age.
- Пуск (Enter):** A button to start the measurement.
- Стоп (Enter):** A button to stop the measurement.
- Час реакції:** A text input field for the reaction time.
- Закрити:** A button to close the window.

Рис. 1. Головне вікно тест-програми "Reaction-Test".

Результати проведеного нами дослідження показали, що у всіх тестованих групах плавців спостерігалась тенденція до зниження швидкості простої слухової

сенсомоторної реакції рук і ніг із погіршенням погодних умов, а особливо тоді, коли досліджувані приймали стартове положення, нахилившись до низу. Найнижчі показники швидкості ПССМР при різних типах погоди спостерігалися в обстежуваних групи оздоровчого плавання. У них, при несприятливій погоді III типу, порівнюючи з I типом, латентний період простої слухової сенсомоторної реакції ведучої руки (ВР) та ведучої ноги (ВН) у вертикальному положенні тіла статистично достовірно ($P < 0,05$) збільшувався відповідно на 15,64 мс (7,1 %) і 20,15 мс (8,2 %) та у стартовому відповідно на 17,86 мс (7,3 %) і 22,84 мс (8,3 %).

У плавців 3-го розряду спостерігалась подібна картина. У цієї досліджуваної групи, у вертикальному положенні тіла час ПССМР ВР та ВН при метеоумовах III типу, у порівнянні з метеоумовами I типу, статистично достовірно ($P < 0,05$) збільшувався відповідно на 15,31 мс (7,3 %) і 17,31 мс (7,5 %) та у стартовому положенні відповідно на 17,68 мс (7,7 %) і 20,16 мс (7,9 %).

Було виявлено достовірний зв'язок між латентними періодами ПССМР та метеоумовами і у плавців 2-го спортивного розряду. У цієї групи плавців при несприятливих метеоумовах III типу, у порівнянні з метеоумовами I типу, латентний період простої слухової сенсомоторної реакції рук та ніг у вертикальному положенні тіла достовірно ($P < 0,05$) збільшувався відповідно на 15,46 мс (7,7 %) і 17,86 мс (7,9 %) та у стартовому відповідно на 18,53 мс (8,3 %) і 19,88 мс (7,9 %).

Крім цього нами достовірно встановлено, що зміна положення тіла плавців з вертикального на стартове, незалежно від кваліфікації спортсменів, впливає на швидкість реакції у відповідь на стартовий сигнал. У вертикальному положенні, у всіх досліджуваних групах плавців при сприятливих погодних умовах ЛППССМР рук і ніг був найменшим. При нахиленні до низу час ПССМР, при відповідних метеоумовах, а особливо при метеорологічній ситуації III типу, достовірно збільшувався. Час ПССМР рук був меншим, ніж ніг за однакових метеоумов у всіх досліджуваних групах плавців.

Слід відзначити, що за однакових типів погоди, чим вищою була тренованість плавців (розряд), тим меншим був латентний період ПССМР і збільшення середньої тривалості реакцій-відповідей за метеоумов III типу у плавців 3-го та 2-го розрядів було меншим, ніж у нетренованих. Звідси випливає, що несприятливі погодні умови викликають погіршення ефективності рефлекторної діяльності в осіб з низькою тренованістю, а систематичні фізичні навантаження частково покращують її.

Загальновідомо, що час простої рухової реакції вимірюється інтервалом між появою сигналу і початком виконання дії у відповідь. Він залежить від швидкості збудження рецептора і посилення імпульсу у відповідний чутливий центр, швидкості переробки сигналу в центральній нервовій системі, швидкості посилення сигналу до початку виконання дії по аферентних (рухових) волокнах, швидкістю розвитку збудження в м'язі і подоланні інерції спокою тіла [2]. Тому, імовірно збільшення часу реакції плавців при погоді III типу, можна пояснити переважним розвитком гальмівного процесу в корі головного мозку, зниженням чутливості рецепторів і здатності м'язової тканини відповідати збудженням на нервовий імпульс.

Література

1. Комп'ютерна програма "Вимірювання простої слухомоторної реакції (Reaction-test)": А.с. № 13683 від 20.07.2005. Державний департамент інтелектуальної власності; Заявл. 31.05.05; опубл. 30.04.06; Бюл № 8, серія КВ № 6018.– С. 110-111.

2. Курко Я.В. Психофізіологічні особливості осіб, які займаються плаванням за різних типів погоди: автореф. дис... канд. мед. наук: 14.03.03. Львів, 2007. 22 с.

УДК: 613.16-06:612.821.

Я.В. Курко, к.м.н., доцент, І.В. Казмірчук ст. викладач, З.Й. Кульчицький
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ У СТУДЕНТІВ, ЯКІ ЗАЙМАЮТЬСЯ ПЛАВАННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ "ТЕПІНГ-ТЕСТ"

Ya.V. Kurko, Ph.D., Assoc. Prof., I.V. Kazmirchuk, Z. Y. Kulthickiy.

DETERMINATION OF THE STRENGTH OF NERVOUS PROCESSES IN STUDENTS ENGAGED IN SWIMMING USING THE COMPUTER PROGRAM "TAPPING TEST"

Створена нами діагностична комп'ютерна програма "Теппінг-тест" [1] показала, що частота рухів кисті руки у плавців 2-го розряду була найбільшою, а у плавців оздоровчої групи – найменшою (рис.1). Це пояснюється тим, що у тренуваних, на відміну від нетренуваних людей, більша швидкість появи і зникнення імпульсів збудження в нервових центрах. При постійному частому посиленні імпульсів з центру до м'язових волокон вони стають швидкими, а при постійній, але рідшій імпульсації – повільними (Ільїн Е.П., 2003).

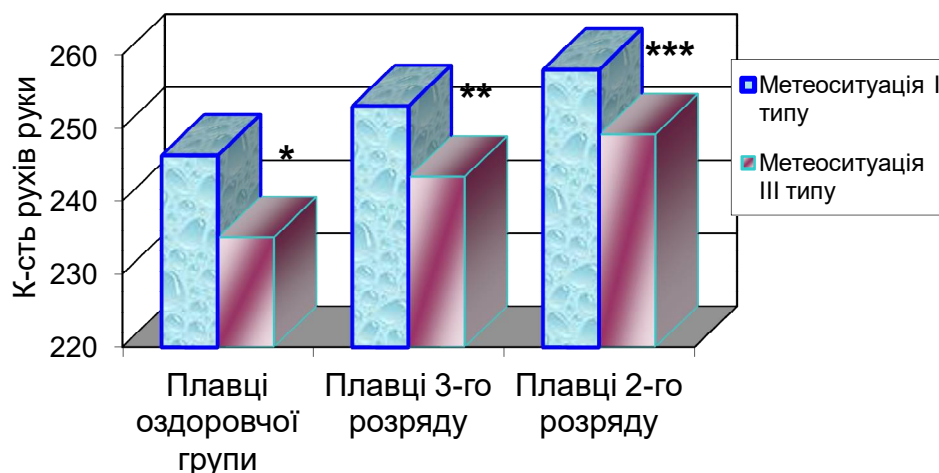


Рис. 1. Загальна кількість рухів кисті руки (за 40 с) у плавців групи оздоровчого плавання, 3-го та 2-го розрядів при метеоситуаціях I та III типів

Примітки:

1. * – $P < 0,05$ – порівняння у плавців оздоровчої групи;
2. ** – $P < 0,05$ – порівняння у плавців 3-го розряду;
3. *** – $P < 0,05$ – порівняння у плавців 2-го розряду.

Але нами встановлено, що при погодних мовах III типу, у порівнянні з I типом, показники кількості рухів руки знизились у всіх досліджуваних, особливо в студентів оздоровчої групи, що свідчить про зниження сили процесу збудження в центральній нервовій системі.

Вважається, що частота рухів, в основному, залежить від частоти імпульсів, що посилюються з мотонейронів [2]. Тому, зниження темпу рухів кисті руки у всіх досліджуваних при метеоситуації III типу, можна пояснити зменшенням частоти

та сили імпульсів, що є результатом зниження сили процесу збудження в ЦНС. Крім цього, на частоту рухів впливає і лабільність м'язів (Бурлачук Л.Ф., 2002).

Отримані дані можуть бути використані як теоретичне підґрунтя для розширення знань про механізми адаптації організму людини, пошуку нових шляхів підвищення працездатності, створення критеріїв прогнозування метеочутливості та відбору метеорезистентних осіб.

Література

1. Діагностична комп'ютерна програма "Теплінг тест": А.с. № 14005 від 01.09.2005. Державний департамент інтелектуальної власності; Заявл. 12.07.05; Опубл. 30.04.06; Офіційний бюл. № 8, серія КВ № 6018.– С. 211-212.

2. Курко Я.В. Психофізіологічні особливості осіб, які займаються плаванням за різних типів погоди: автореф. дис... канд. мед. наук: 14.03.03. Львів, 2007. 22 с.

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

УДК 624.012.25

О.П. Конончук, канд. техн. наук, доцент, І.Б. Хома, А.С. Чайковський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ І ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ КАРКАСУ
БУДІВЛІ ВІД РІЗНОГО РОДУ ЗОВНІШНІХ НАВАНТАЖЕНЬ**

A.P. Kononchuk, Ph.D., Assoc. Prof., I.B. Homa, A.S. Tchaikovsky

**STUDY OF DEFORMATIONS AND STRESSES IN BUILDING FRAME ELEMENTS
DUE TO DIFFERENT TYPES OF EXTERNAL LOADS**

Проектування багатоповерхових житлових будівель потребує приділення особливої уваги проблемі врахування впливу різного роду навантажень, що діють на її каркас, особливо це стосується вітрового навантаження. Навантаження такого роду створюють в будівлях особливий вид деформування каркасу, що не притаманний жодним іншим і це питання потребує додаткового вивчення.

В даній роботі вивченню підлягав монолітний залізобетонний каркас багатоповерхового житлового будинку, що розміщений в м. Тернопіль по вулиці Головацького. Багатоповерховий житловий будинок є окремо стоячою будівлею на перехресті вулиць Генерала Мирона Гарнавського та Головацького.

Метою даної роботи є визначення деформацій і зусиль, що виникають в елементах монолітного залізобетонного каркасу багатоповерхового житлового будинку від дії різного роду зовнішніх навантажень для розрахунку армування колон і плит покриття та перекриття.

Розрахунок залізобетонного каркасу будівлі проводився за допомогою ПК «Мономах 4.5», в якому реалізований метод кінцевих елементів – найбільш ефективний чисельний метод розв'язання задач механіки, що описують стан складних конструктивних систем.

Для забезпечення високої точності розрахунку крок тріангуляції пластинчастих кінцевих елементів прийнятий 0,5 м. Вітрове навантаження прикладене перпендикулярно довшій стороні будівлі. Такий напрям вітрового тиску забезпечує максимальну площу обдування (парусність). Комбінації зусиль програмний комплекс генерує автоматично, враховуючи види навантажень (постійні, привалі, тимчасові), їх напрямок (вітрове, сейсмічне) та коефіцієнти надійності (див. рис. 1) [1].

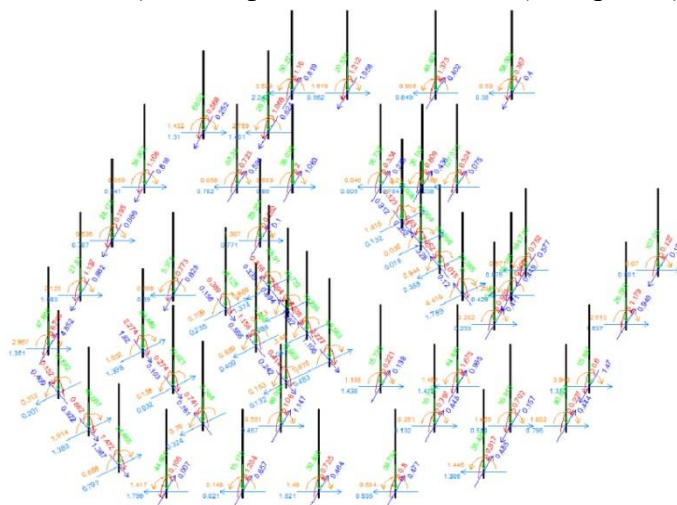


Рисунок 1 – Зусилля в колонах на відмітці 0,000

За результатами розрахунку отримано зусилля та деформації елементів каркаса. Вертикальні навантаження не приводять до помітних зсувів, що говорить про надійність прийнятого конструктивного рішення каркаса (див. рис. 2).

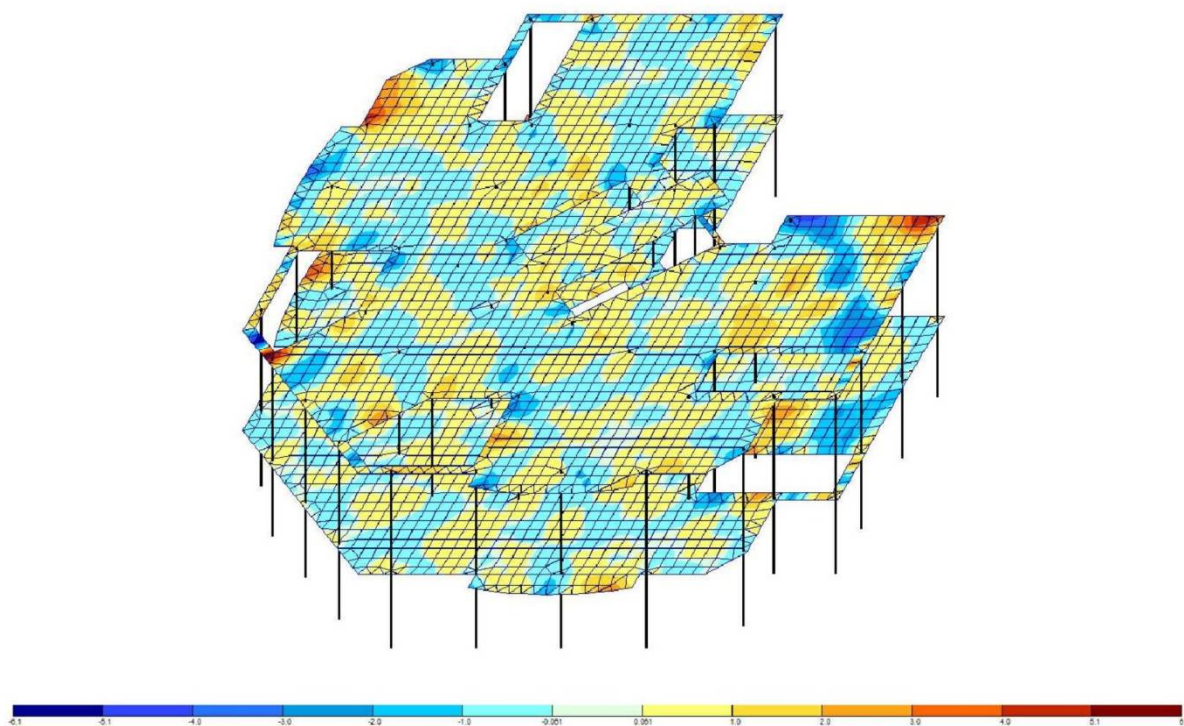


Рисунок 2 – Згинаючі моменти по осі ХУ від повного навантаження на рівні другого поверху

До розгляду було прийнято найбільш навантажену плиту перекриття між першим та другим підземними поверхами та колони (крайню та середню) першого підземного поверху [2].

Згідно проведеного розрахунку, максимальні переміщення по осі Z отримані в плиті перекриття житлового будинку на позначці – 6,000, що становлять 9,193 мм:

$$f = 9,193 \text{ мм} < f_u = 6400/200 = 32 \text{ мм},$$

де 6400 мм – найбільший проліт плити.

Отже, згідно проведених в роботі скінченноелементних розрахунків монолітного залізобетонного каркасу багатоповерхової житлової будівлі із врахуванням різних видів навантаження, визначено найбільш несприятливі комбінації цих навантажень та характерні місця їх прикладання. На снові аналізу отриманих даних, перевірено максимальні деформації в елементах каркасу та порівняно їх із допустимими величинами. Згідно проведених розрахунків підібрано поперечні перерізи та армування основних несучих елементів каркасу будівлі.

Література

1. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 72 с.
2. Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів / О.П. Конончук, Н.Б. Дідик, М.В. Кейса, О.О. Копач // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 24 – 25 листопада 2021 року — Т. : ТНТУ, 2021 — Том I. — С. 16-17.

УДК 624.012.25

О.П. Конончук, к.т.н., доцент, І.М. Будзінський, А.Я. Данилків, Р.І. Фіцай
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ НЕРУЙНІВНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

A.P. Kononchuk, Ph.D., Assoc. Prof., I.M. Budzinsky, A.Y. Danylkiv, R.I. Ficay
**USE OF NON-DESTRUCTIVE CONTROL METHODS IN THE RESEARCH OF
REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

Однією із задач при обстеженні та випробуванні конструкцій, будівель і споруд є встановлення та відтворення відповідності між реальною поведінкою конструкцій та їх розрахунковими схемами, що закладались при їх проектуванні. Для вирішення даного завдання необхідно отримати в ході обстеження всі необхідні для розрахунку характеристики матеріалів з яких виготовлені конструкції.

Міцнісні характеристики матеріалів конструкцій та інші їх параметри досліджуються в ході інструментального обстеження (руйнівним та неруйнівним методом). Об'єктом інструментальних досліджень є: конструкції та їх елементи, вузли, основи та фундаменти, будівлі і споруди та їх частини.

Одними із найточніших методів неруйнівного контролю якості бетонних та залізобетонних конструкцій є механічні методи: метод місцевих руйнувань, метод пружного відскоку, метод пластичних деформацій. Менш точнішими методами контролю якості є фізичні. До них можна віднести: акустичні методи, радіаційні методи, магнітні та електричні методи, методи проникаючих середовищ, методи інфрачервоної дефектоскопії та ін. [1].

Метою даного експериментально-теоретичного дослідження є оцінка точності вимірювання захисного шару бетону та визначення діаметру робочої арматури магнітним методом.

Магнітні методи широко й ефективно використовуються для визначення товщини захисного шару бетону і діаметра арматури в залізобетонних конструкціях. Магнітометричний прилад складається із двох постійних магнітів, які створюють магнітне поле. Посередині між двома магнітами розміщується невеликий підковоподібний магніт, який з'єднано зі електронними схемами приладу. При відсутності арматури підковоподібний магніт під дією магнітних полів, що паралельні постійним магнітам, знаходиться в нейтральному положенні. При наближенні датчика приладу до арматури напруженість магнітного поля і підковоподібний магніт переміщується в напрямку до арматури. Екстремум відхилення покажчика під час зміщення приладу по поверхні бетону вказує на розміщення арматури, а величина відхилення визначає товщину захисного шару.

В дослідженнях використано прилад ИПА-МГ4, що працює магнітним методом. Приладом ИПА-МГ 4.01 дослідження планується провести у трьох режимах:

- пошук товщини захисного шару бетону із відомим діаметром закладеної арматури;
- пошук діаметру арматури із відомою товщиною захисного шару бетону;
- пошук одночасно діаметру арматури і товщини захисного шару бетону без відомих даних.

В ході досліджень постала проблема, що прилад ИПА-МГ4 працює згідно ГОСТ 22904-78, який на сьогоднішній день є застарілим. Згідно вищезгаданого ГОСТу, захисний шар бетону – це відстань від краю бетону до центру арматури. А згідно діючого ДСТУ Б В.2.6-4-95, захисним шаром бетону вважається відстань від краю

бетону до найближчого контуру арматури. Цей факт дещо ускладнив дослідження, проте, був врахований і ніяк не вплинув на кінцевий результат.

Дослідження проводились в Науково-дослідній лабораторії будівельних матеріалів, виробів та конструкцій кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя. Програма експериментальних досліджень включала в себе 2 серії зразків бетону класу С16/20. Кожна серія складалась з двох плит розмірами 150×300×450 мм виготовлених із двох заливок бетону. Плити були армовані стержневою арматурою періодичного профіль Ø10 мм, Ø16 мм та Ø20 мм [2].

На час публікації даної роботи проведено перший етап досліджень, а саме – пошук товщини захисного шару бетону із відомим діаметром закладеної арматури. Результати даних експериментальних досліджень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зведена таблиця даних дослідження залізобетонних плит в першому режимі роботи приладу ИПА-МГ4

№ плити	№ стержня	Фактична величина захисного шару а, мм, по ГОСТ 22904-78	Середнє значення $a_{exp\ ji}$, мм	Величина відхилення $a_{d\ ji}$, мм	Середня величина відхилення $a_{d\ exp\ j}$, мм
Плита №1	1	25	24,17	0,83	1,753
	2	28	26,70	1,3	
	3	30	26,87	3,13	
Плита №2	1	10	9,90	0,1	0,513
	2	15	14,70	0,32	
	3	35	33,88	1,12	
Плита №3	1	18	18,00	0	0,117
	2	24	23,85	0,15	
	3	48	48,20	- 0,2	
Плита №4	1	20	19,57	0,43	1,013
	2	30	28,47	1,53	
	3	60	61,08	- 1,08	

Після статистичної обробки даних встановлено, що середня відносна похибка приладу у першому режимі роботи, згідно отриманих даних становить **2,97%**.

В режимі пошуку товщини захисного шару при відомій величині діаметру закладеної арматури прилад ИПА-МГ4 працює добре. Товщину захисного шару арматури з показів можна вирахувати з точністю до 0,5 мм.

Література

1. Конончук О.П. Дослідження товщини захисного шару та діаметру арматури магнітним методом // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. пр. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – Вип. 5. – С. 240 – 247.

2. Конончук О.П. Дослідження товщини захисного шару арматури магнітним методом / О.П. Конончук, Т.М. Кривецький, М.Ф. Бітківський // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25 – 26 листопада 2015.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2015. – Том 1. – С. 20 – 21

УДК: 539.3

І.Ю. Габрусєва, к.т.н., Р.В. Бартошевський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОЦІНКА МІЦНОСТІ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЇ ПЛИТИ ПРИ ТИСКУ НА НЕЇ ЖОРСТКОГО ШТАМПА

I.Yu. Habrusieva, Ph.D., R.V. Bartoshevskyi

STRENGTH ESTIMATION OF THE PRELIMINARY STRESSED PLATE PRESSED BY AN INDENTER

Розрахунок на міцність елементів конструкцій та деталей машин є одним із найважливіших етапів їх проектування. Мінімізація похибки розрахунку вимагає врахування максимальної кількості факторів, які впливають на контактну взаємодію тіл, зокрема наявність початкових напружень або деформацій.

Розглянемо задачу про тиск жорсткого параболічного штампа на попередньо напружену плиту товщиною h , що лежить на абсолютно гладкій жорсткій основі. Штмп тисне на плиту поступально без обертання та тертя із постійною силою P . Його утворено обертанням навколо спільної осі вітки параболі (із фокальним параметром R) та відрізка прямої, яка перпендикулярна до осі параболі. Вісь параболі паралельна до осі обертання, яка співпадає із лінією дії сил P . Виберемо циліндричну систему координат (O, r, θ, z) так, щоб координатна площина (O, r, θ) співпадала із серединною площиною плити, а вісь Oz – із віссю симетрії штампів (рис. 1).

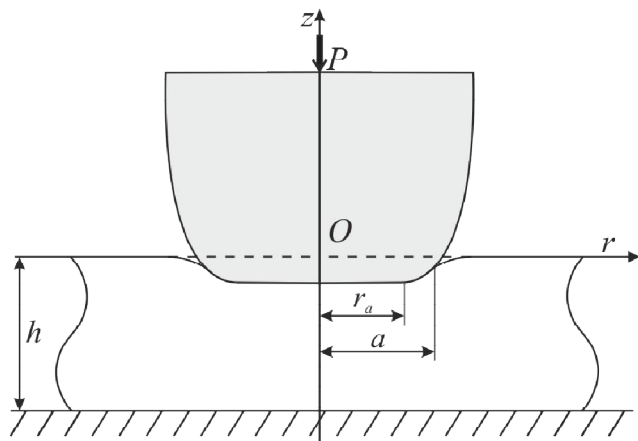


Рис. 1. Схема стиснення плити

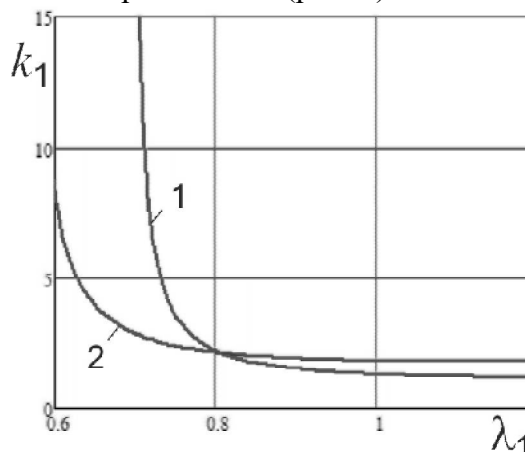


Рис. 2. Залежність k_1 від λ_1

Граничні умови поставленої задачі матимуть вигляд

$$\begin{aligned} \sigma_{zz}(r, 0) &= 0, a \leq r; & \sigma_{rz}(r, -h) &= 0, 0 \leq r < \infty; \\ \sigma_{rz}(r, 0) &= 0, 0 \leq r < \infty; & u_z(r, -h) &= 0, 0 \leq r < \infty, \\ u_z(r, 0) &= \omega(r), 0 \leq r \leq a; \end{aligned}$$

функція $\omega(r)$ описує форму штампа.

Розв'язання задачі проведено із використанням розробленої методики [1 – 2] у рамках лінеаризованої постановки задачі теорії пружності. Парні інтегральні рівняння, що виникають у результаті задоволення граничних умов, розв'язано за допомогою подання шуканих функцій контактних напружень у вигляді частинної суми ряду за

функціями Бесселя з невідомими коефіцієнтами a_n^* , для визначення яких будуються скінчена система лінійних алгебричних рівнянь.

Остаточні функції розподілу контактних напружень та вертикальних переміщень точок граничної площини плити мають вигляд

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

де λ_n – додатні нулі функції Бесселя $J_0(r)$, а K_n , $\Psi_n(\alpha)$ та $\Delta(\alpha)$ – відомі функції.

Коефіцієнт k_1 , який входить до останніх співвідношень, характеризує вплив початкових деформацій та залежить від структури пружного потенціалу попередньо напруженої плити (рис. 2). Зокрема, у випадку потенціалу Бартенєва-Хазановича (нестисливі тіла)

$$k_1 = \frac{2(1+\nu)}{E} \frac{\lambda_1^{\frac{7}{2}}}{3\lambda_1^3 - 1},$$

де ν – коефіцієнт Пуассона, E – модуль Юнга матеріалу плити, λ_1 – параметр лінійного видовження (крива 1). Останнє співвідношення прямує до нескінченості при $3\lambda_1^3 - 1 = 0$, тобто при $\lambda_1 \rightarrow \lambda_{kp} \approx 0.693$. Значення λ_{kp} відповідає поверхневій нестійкості при рівномірному двовісному стиску. При цьому, як впливає зі одержаних співвідношень, вертикальні переміщення точок граничної площини плити необмежено зростають, а контактні напруження відсутні. Отже, спостерігається такий механічний ефект: при наближенні λ_1 до критичного значення λ_{kp} у плиті виникають явища «резонансного характеру», які були раніше виявлені О.М. Гузем у задачах крихкого руйнування матеріалів із початковими напруженнями [3]. Аналогічний ефект спостерігається у тілах із пружним потенціалом гармонічного типу (стисливі тіла), для якого

$$k_1 = \frac{2(1-\nu^2)}{E} \frac{\lambda_1^2}{\lambda_1(2+\nu) - (1+\nu)}.$$

Для різних матеріалів критичні значення λ_{kp} є різними, оскільки залежать від ν . Зокрема, при $\nu = 0.3$ «резонансні» явища спостерігаються при $\lambda_1 \rightarrow \lambda_{kp} \approx 0.565$ (крива 2).

На основі проведеного числового експерименту можна зробити висновок, що вплив початкових напружень на вертикальні переміщення як для стисливих, так і для нестисливих тіл значно вищий у випадку попередніх деформацій стиску ($\lambda_1 < 1$), ніж у випадку попередніх деформацій розтягу ($\lambda_1 > 1$).

Література.

1. Habrusiev H., Habrusieva I. Contact interaction of a predeformed plate which lies without friction on rigid base with a parabolic indenter. Scientific Journal of TNTU, vol. 102, pp. 87-95.
2. Habrusiev, H.V., Habrusieva, I.Y. & Shelestovskyi, B.H. Contact Interaction of a Prestrained Thick Plate with Parabolic Punch. J Math Sci 263, 129–137 (2022).
3. 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.

УДК 621.791

С.Я. Паробок, О.С. Коваль, Б.Р. Гарасюк, М.О. Козак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ЗАСТОСУВАННЯ ДРОБОСТРУМЕНЕВОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ З ВИСОКОЛЕГОВАНИХ
АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ**

S. Ya. Parobok, O. S. Koval, B. R. Harasiuk, M. O. Kozak

**APPLICATION OF SHOT PEENING TO INCREASE THE PERFORMANCE OF
WELDED JOINTS FROM HIGH ALLOY AUSTENITE STEEL**

Зварювання високолегованих аустенітних сталей з легуючими добавками нікелю та хрому для корозійностійких конструкцій вимагає ретельного контролю наплавленого металу та пришовної ділянки, щодо структури, складу та властивостей. Незважаючи на переваги зварних швів із аустенітних матеріалів, важливою проблемою є забезпечення необхідної довговічності зварних з'єднань (ЗЗ), особливо в умовах експлуатації в агресивних корозійних середовищах. Хімічний склад наплавленого металу відрізняється від хімічного складу зварювальних матеріалів із високолегованих сталей через непропорційний перехід в наплавлений метал елементів, що мають більшу спорідненість до кисню, ніж основний метал.

У зв'язку із виникненням у зварному шві та зоні сплавлення ділянок із структурною та хімічною неоднорідністю може відбуватися зміна пластичності, міцності та корозійних властивостей ЗЗ. Однією з причин зниження довговічності експлуатації ЗЗ є водневе окрихчування через вищу здатність до розчинення водню у аустенітному металі шва. Причинами дефектів корозії досліджуваних високолегованих швів є виділення по границям аустенітних зерен карбідів хрому, збіднення приграничних ділянок хромом, зниження електрохімічного потенціалу таких ділянок.

Одним із методів зниження залишкових напружень зварного з'єднання, підвищення його працездатності є проведення механічної ударної обробки із зміною поверхневого шару. Серед відомих застосувань такої обробки для підвищення працездатності наплавленого металу можемо назвати механічне проковування наплавлених шарів в процесі зварювання [1], ультразвукову ударну обробку [2], дробоструменеву обробку [1, 4, 5] та лазерну ударно-хвильову обробку [3].

Найбільш доступною у вітчизняних виробничих умовах є дробоструменева обробка, яка здійснюється потоком сталевих кульок з роторного дробомета. Дана обробка застосовується після зварювання та проводиться потоком тіл певного розміру та форми з певною швидкістю. При цьому створюється поверхнева пластична деформація, яка підвищує щільність дислокацій в зміщеному шарі, подрібнює початкову структуру та збільшує межу витривалості [1]. Після дробоструменевої обробки також зменшується різниця електрохімічних потенціалів різних ділянок мікроструктури шва та основного металу [4].

Дробоструменева обробка була виявлена найбільш ефективною у порівнянні з іншими методами ударної обробки ЗЗ для зварної конструкції із сталі HB 500 MOD при зварюванні високолегованим дротом Св-08Х20Н9Г7Т. Встановлено, що при дробоструменевій обробці товщина зони наклепу є значно вищою, ніж при ультразвуковій ударній обробці, і становила 1,2 мм. Довговічність таких зварних

з'єднань, за критерієм кількості циклів навантаження, була підвищена до 5 разів [5]. Іншим дослідженням впливу дробоструменевої обробки на малоциклову довговічність сталі 45Г17Ю3 виявлено зменшення залишкових напружень розтягу в поверхневому шарі, особливо в корозійному середовищі, як результат зменшення електрохімічної гетерогенності зварного з'єднання [4].

Отже, застосування дробоструменевої обробки поверхні зварного з'єднання із високолегованої аустенітної сталі може дозволити не лише зняти внутрішні напруження, але і підвищити стійкість наплавленого металу до корозії.

Література:

1. Погребна Н.Е., Куцова В.З., Котова Т.В. Способи зміцнення металів: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2021. - 89 с.
2. Lobanov, L. M., Kiryan, V. I., Knysh, V. V., Prokopenko, G. I. (2006). Increased fatigue resistance of welded joints of metal structures by high-frequency mechanical forging. Automatic welding, 9, 3–11.
3. Лазерна ударно-хвильова дія на властивості приповерхневого шару зварного з'єднання із аустенітної сталі / М. І. Підгурський, Ю. М. Нікіфоров, Б. П. Ковалюк, В. В. Лазарюк, М. Г. Грещук, Х. Лопез, Б. Чарч // IV міжнародна науково-технічна конференція „Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування“ — Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. — С. 117-120. — (Методи описування і прогнозування пошкоджуваності матеріалів).
4. Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М. Відновлення роботоздатності зварних конструкцій сільськогосподарської техніки, яка працює в агресивних середовищах. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернетконференції (м.Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р.). ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020.С. 320-324.
5. Вплив низькотемпературного відпуску та ударної обробки на довговічність зварних з'єднань сталі й марок 71 та НВ 500 MOD при виготовленні ЛБТ / В. Д. Позняков [и др.] // Механіка та машинобудування. – 2017. – № 1. – С. 247-253.

**СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, МАШИНО- ТА
ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

УДК 621.9

В.В. Крупа, к.т.н., І.Д. Шапаренко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПИНДЕЛЬНОГО
ВУЗЛА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS
SIMULATION**

V.V. Krupa, Ph.D, I.D. Shaparenko

**STUDY OF THE SPINDLE UNIT DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE
VERTICAL MILLING MACHINE USING SOLIDWORKS SIMULATION**

Кожне підприємство безперервно оновлює свій парк обладнання шляхом купівлі нового або модернізації існуючого. Як правило, основним завданням модернізації є збільшення максимальних частот обертання шпинделя, та підвищення точності обробки [1-4]. Найчастіше для вертикально-фрезерних верстатів для підвищення швидкості замінують двигун приводу головного руху на високомоментний двигун, забезпечуючи тим самим або прямий привод, або привод з проміжною передачею. При цьому у шпиндельному вузлі, при потребі замінують лише підшипники, оскільки часто немає можливості замінити навіть міжопорну відстань, через особливості конструкції шпиндельної бабки, або змінити її в невеликому діапазоні. Збільшення частот обертання, особливо для шпиндельного вузла вимагає досліджень його нових динамічних характеристик.

Запропоновано підхід, тобто модель модернізації за якою спочатку засобами CAE систем досліджують залежність динамічних характеристик від частот обертання, визначаючи таким чином максимальну частоту обертання, які може забезпечити даний шпиндельний вузол. В ході виконання досліджень виконано наступні роботи:

1. Розроблено САD-модель шпиндельного вузла
2. Проведено дослідження впливу частоти обертання шпинделя на його динамічні характеристики, та міжопорній відстані базової моделі верстата з використанням SolidWorks Simulation. Встановлено, що максимальна дозволена частота обертання становить 4800 об/хв.
3. Проведено дослідження впливу частоти обертання шпинделя на його динамічні характеристики при збільшенні міжопорної відстані на 40 мм, та зменшенні міжопорної відстані на 20 мм, за результатами якої прийнято рішення міжопорну відстань не змінювати.
4. Здійснено модернізацію приводу головного руху вертикально-фрезерного верстата. Суть модернізації зводиться до заміни приводу типу асинхронний двигун-коробка швидкостей-шпиндель на привід типу двигун-зубчасто-пасова передача-шпиндель. Прийнято рішення про винесення шківів зубчасто-пасової передачі вище верхньої опори замість привідної шестерні між опорами. Таке конструктивне рішення може бути реалізоване в існуючій конструкції шпиндельної бабки, та забезпечить зменшення коливань від динамічних навантажень

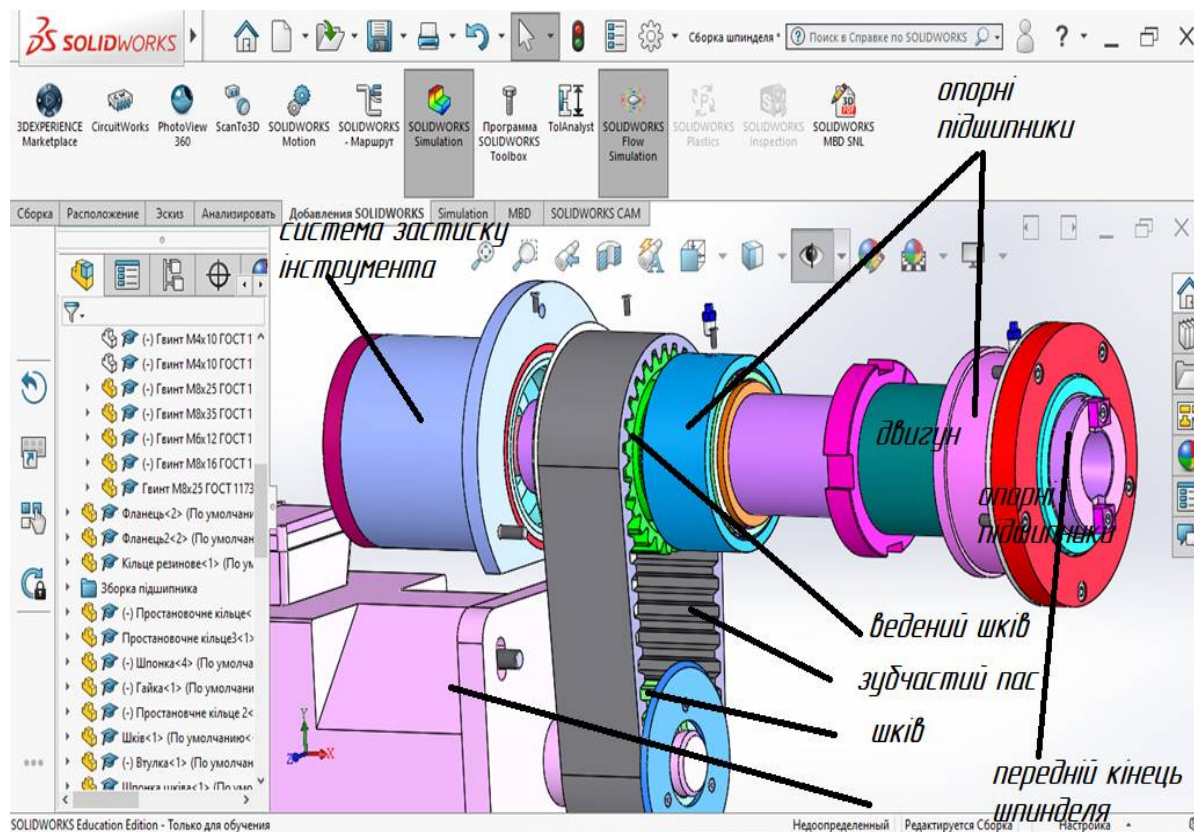


Рис. 1. CAD-модель шпиндельного вузла вертикально-фрезерного верстата

5. Проведено розрахунки інерційних характеристик компонентів шпиндельного вузла, зокрема самого шпиндельного вала, втулок, шківів, та гайок. Визначено коефіцієнти впливу податливості, а також сумарні податливості переднього кінця шпинделя. Розроблено модель динаміки шпиндельного вузла, а також встановлено власні частоти та форми коливань.

Запропонований метод може бути застосований при модернізації як фрезерних так верстатів іншого технологічного призначення.

Література

1. Герасим'юк В.М. Обґрунтування конструкції елементів приводу головного руху вертикально-фрезерного верстату: дипломна робота магістра за спеціальністю „133 — галузеве машинобудування“ / В.М. Герасим'юк. — Тернопіль: ТНТУ, 2018. — 136 с.

2. Дербаба В. А. Дослідження та вдосконалення методики випробувань верстата на геометричну і кінематичну точність / В.В. А. Дербаба, В. С. Носачов, З. М. Різо // Національний гірничий університет. Збірник наукових праць. – Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – № 64. – С. 198-212.

3. Динамічне управління коливаннями при точінні / В. О. Залога, Д. В. Криворучко, Ю. В. Шаповал, К. А. Дрофа. // Mechanics and Advanced Technologies. – 2017. – №79. – С. 100–107

4. Крупа В. В. Металорізальні інструменти з асиметричним розміщенням лез для оброблення глибоких отворів циліндрів : дис. канд. техн. наук, спец. 05.03.01 / Крупа Володимир Васильович - Тернопіль, 2015. - 185 с.

УДК 621.941.2-229.323

В.Н. Волошин, к.т.н., доцент, І.Г. Лось, Є.М. Штогрін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИЛ РАДІАЛЬНОГО ТИСКУ НА ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРУЖНОЇ ОБОЛОНКИ ГІДРАВЛІЧНОГО ЗАТИСКНОГО ПАТРОНА

V.N. Voloshyn, Ph.D., Assoc. Prof., I.G. Los, Y.M. Shtohrin

THEORETICAL RESEARCH OF THE INFLUENCE OF RADIAL PRESSURE FORCES ON THE DISPLACEMENT OF THE ELASTIC SHELL OF THE HYDRAULIC CLAMPING CHUCK

На даний час кількість тонкостінних виробів в загальній номенклатурі виробів в машинобудівних конструкціях постійно збільшується. Вирішальне значення на експлуатаційні властивості тонкостінних виробів чинить точність їх форми і розмірів. Токарна обробка тонкостінних циліндричних виробів зустрічає труднощі, обумовлені їх деформацією під дією сил різання і закріплення [1]. З опублікованих досліджень відомо, що найбільший вплив на точність форми оброблених тонкостінних циліндричних виробів чинить затискний пристрій. Тому вирішення проблеми закріплення таких заготовок зводиться до досліджень в області технологічного оснащення. Для обробки таких виробів найраціональніше застосовувати пристосування з розподіленими силами затиску [2-4], до яких відносяться гідравлічні затискні патрони (ЗП). Такі пристосування орієнтовані на рівномірний розподіл зусиль затиску. Вважається, що рівномірно розподілені сили затиску приводять до рівномірної деформації тонкостінної поверхні заготовки. Ряд гідравлічних ЗП в якості затискних елементів використовують пружні оболонки, які жорстко закріплені з обох сторін. Геометричні параметри оболонкового затискного елемента та сили радіального тиску суттєво впливають на кінематичні та силові параметри гідравлічного ЗП. Тому дослідження впливу геометрії оболонкового затискного елемента та сил радіального тиску на його деформований стан є важливою та актуальною задачею.

Метою роботи є теоретичне дослідження впливу сил радіального тиску, що створюється в гідравлічному ЗП, на пружні переміщення оболонкового затискного елемента, який безпосередньо контактує із тонкостінним циліндричним виробом.

Оболонковий затискний елемент гідравлічного ЗП (рис.1) навантажений із зовні радіальним рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивністю q , має товщину h , довжину l , радіус R та защемлені обидва кінці (рис.2). Вирішення задачі про визначення переміщень оболонкового затискного елемента можливе із застосуванням залежностей для циліндричної оболонки, яка підкріплена абсолютно жорсткими кільцями [5]. Переміщення w будемо знаходити накладанням рішень для незащемленої оболонки, навантаженої зовнішнім радіальним тиском q , і для оболонки, навантаженої зусиллями реакцій на торцях. В результаті накладання цих рішень сумарне переміщення визначиться за залежністю:

$$w_x = \frac{e^{-\beta x}}{2D\beta^3} \left[-\frac{q}{2\beta} \left(1 - \frac{\mu}{2} \right) (\sin \beta x - \cos \beta x) - \frac{q}{\beta} \left(1 - \frac{\mu}{2} \right) \cos \beta x \right] - \frac{qR^2}{Eh} \left(1 - \frac{\mu}{2} \right), \quad (1)$$

де μ - коефіцієнт Пуасона; E - модуль пружності; D - циліндрична жорсткість пружної оболонки; β - коефіцієнт затухання пружної оболонки; x - довжина, на якій визнається сумарне радіальне переміщення.

Теоретичні дослідження впливу радіального силового навантаження на пружні

переміщення пружної оболонки проводилося для гідравлічного ЗП з діаметром робочої поверхні затиску 150 мм, товщиною пружної оболонки 2 мм і довжиною 100 мм. Дослідження проводилися за допомогою пакета MathCAD в діапазоні силового навантаження $q = 50 \dots 100$ Н/мм на половині довжини пружної оболонки ($x = 0,5l$).

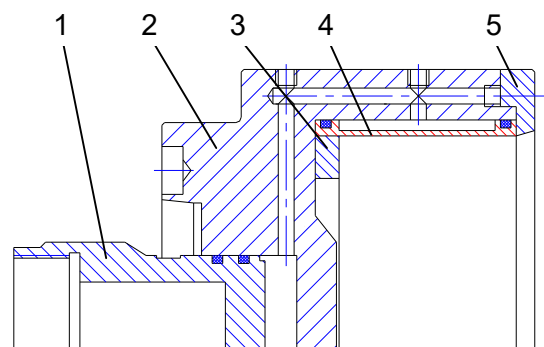


Рисунок 1. Гідравлічний ЗП: 1 – поршень; 2 – корпус; 3 – кільце; 4 – оболонковий затискний елемент; 5 - фланець

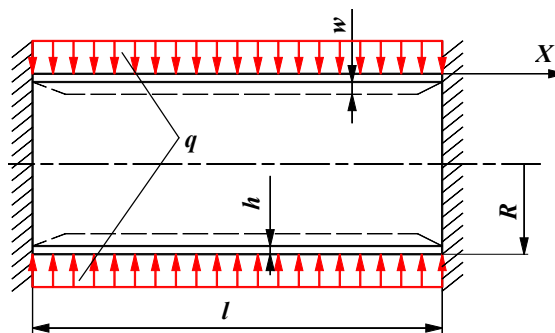


Рисунок 2. Розрахункова схема силового навантаження оболонкового затискного елемента

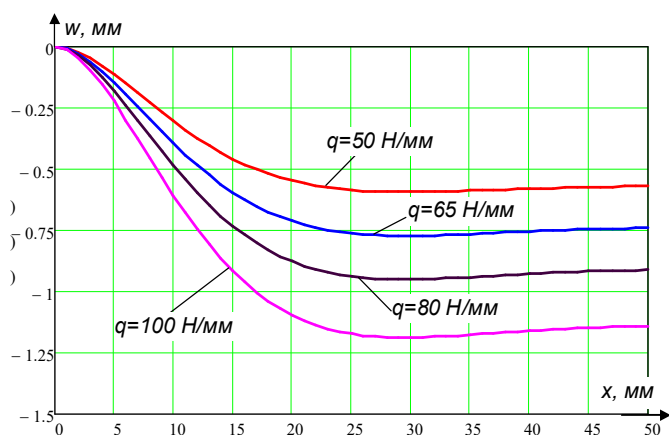


Рисунок 3. Графічні залежності радіального зміщення w по довжині оболонкового елемента x при дії силового навантаження q

Аналіз графічних залежностей величини радіального зміщення w по довжині пружної оболонки x (рис.3) показує, що із збільшенням силового навантаження зміщення по довжині пружної оболонки змінюються по нелінійному закону. При зміні силового навантаження оболонкового елемента в діапазоні $q = 50 \dots 100$ Н/мм максимальні радіальні зміщення зростають від 0,6 до 1,18 мм, тобто із збільшенням радіального силового навантаження у 2 рази радіальні переміщення пружної оболонки зростають у 1,97 рази.

Література.

1. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Хамуйела Ж. А. Герра, Кузнецов Ю.Н., Хамуйела Т. О. Генетико-морфологический синтез зажимных патронов. – Луцк: Вэжа-Друк, 2017. – 328 с.
3. І.В. Луців. Вплив системи затиску на похибку форми при обробці кільцевих заготовок багатолезовим самоналагоджувальним оснащенням/ Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М.// Збірник наукових праць III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні». – Львів, 2015.– С. 72-74.
4. I. Lutsiv, V. Voloshyn, I. Los. Computer simulation of clamping jaws with elastic compensating links for thin-walled parts clamping// Professional studies: Theory and Practice. – 2021 – №9(24) – pp. 70-74.
5. Білоус П.А. Осесиметричні задачі теорії пружності – Одеса: ОДПУ, 2000. – 183 с.

УДК 621.91

І.В. Головатий, А.М. Хічій, А.К. Шманін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КРУТНОГО МОМЕНТУ РІЗАННЯ КІНЦЕВОЮ ФРЕЗОЮ

I.V. Golovaty, A.M. Hichii, A.K. Shmanin

THE EXPERIMENTAL STUDY OF CUTTING TORQUE IN END MILLING

Одним із основних способів механічної обробки деталей машин є фрезерування кінцевими фрезами. З розвитком та вдосконаленням верстатів з ЧПК такий вид обробки знаходить все ширше використання, оскільки забезпечує достатню точність та якість оброблених поверхонь.

Згідно поставлених завдань, проведеного літературного та патентного огляду програма експериментальних досліджень включала такі етапи:

1. Підібрати обладнання та кінцеві фрези для фрезерування торцевої поверхні заготовки.

2. Провести експериментальні дослідження крутного моменту M різання при фрезеруванні кінцевими фрезами торців заготовок із сталі 30 від зміни трьох основних факторів: діаметра фрези D , ширини фрезерування B та глибини різання t із виведенням залежності $M=f(D, B, t)$.

Для фрезерування торців заготовок використовувались стандартні кінцеві фрези із швидкоріжучої сталі Р6М5, кількість зубів фрези 4, частота обертання фрези 500 об/хв, подача на зуб фрези 0,06 мм/зуб. Крутний момент вимірювався за допомогою частотного перетворювача Altivar на основі одержаних значень, що виводились на монітор комп'ютера. Також проводилась візуальна перевірка кінцевих фрез на наявність будь-яких ознак їх руйнування.

Функцію відгуку, тобто крутний момент при фрезеруванні торців у заготовках $M=f(D, B, t)$, визначений експериментальним методом, представлено у вигляді математичної моделі повного квадратичного полінома.

Загальний вигляд рівняння регресії крутного моменту при фрезеруванні торців заготовки у кодованих величинах:

$$M_{(x_1, x_2, x_3)} = 7138 + 254x_1 + 2364x_2 + 1532x_3 + 85x_1x_2 + 56x_1x_3 + 510x_2x_3 - 26x_1^2 + 0,99x_2^2 - 26x_3^2. \quad (1)$$

У натуральних величинах після перетворення та спрощення виразів рівняння регресії (1) прийнято в кінцевому вигляді:

$$M_{(D, B, t)} = 114,91 - 8,5D - 7,31B - 14t + 14,17DB + 28Dt + 170Bt - 6,5D^2 + 0,11B^2 - 26t^2. \quad (2)$$

Одержані рівняння регресії (1) та (2) можуть бути використані для прогнозування крутного моменту різання M під час фрезерування торців заготовок із сталі 30 у таких межах зміни вхідних факторів: $6 \leq D \leq 10$ (мм); $6 \leq B \leq 12$ (мм); $3 \leq t \leq 5$ (мм).

При збільшенні діаметра фрези D , ширини фрезерування B та глибини різання t крутний момент різання M під час фрезерування торців заготовок із сталі 30 зростає.

Максимальний крутний момент фрезерування торців заготовок із сталі 30 складає 11900 Н·мм, а мінімальний – 3569 Н·мм. Збільшення діаметра фрези D від 6 мм до 10 мм призводить до зростання крутного моменту в 1,7 рази. При цьому збільшення ширини фрезерування B від 6 мм до 12 мм надає приросту крутного моменту різання в 2 рази, а збільшення глибини різання t від 3 до 5 мм призводить до зростання крутного моменту в 1,55 рази.

УДК 621.941-229.3

О.Б. Дериш, І.П. Домарецький, О.О. Тимошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ГВИНТОВОГО ЕЛЕМЕНТА ЗАТИСКНОГО ПРИБОРУ

О.В. Derysh, I.P. Domaretskyi, O.O. Tymoshchuk

THE STUDY OF SPIRAL ELEMENT OF CLAMPING FIXTURE DEFORMATION

Для затиску заготовок під час шліфування чи нарізання канавок знайшли своє застосування різноманітні затискні пристрої, зокрема патрони із гвинтовими затискними елементами. Перевагою таких патронів є забезпечення рівномірного розподілу тиску на поверхні затиску і відповідно зменшення деформації заготовок, зокрема з тонкими стінками.

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

$$\Delta D = \frac{M_k \sin \alpha + F \frac{D}{2} \cos \alpha}{-T \pi D G H B^3 \xi} \left[\left(\frac{\pi D^2}{2} + \frac{T^2}{4\pi^2} \right)^2 - \left(\frac{\pi D^2}{2} - \frac{T^2}{4\pi^2} \right) \times \right. \\ \left. \frac{\left(4\pi^5 D^4 T^2 - T^6 + \pi^8 D^6 - 8\pi^6 D^4 T^2 + T^4 D^2 \pi^2 \right) + \frac{96 \left(M_k \cos \alpha - F \frac{D}{2} \sin \alpha \right)}{E H B^3} \left(-2\pi^5 T^3 D^3 - \pi^7 T D^5 - \pi^3 T^5 D \right)}{4\pi^2 \left(2\pi^5 D^4 + 6\pi^3 D^2 T^2 - D^2 \pi^2 T^2 + T^4 \right)} \right] \quad (1)$$

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

Побудовано графіки залежності зміни середнього діаметра ΔD та кроку ΔT витків гвинтового затискного елемента під час затиску заготовки від осьового навантаження та геометричних параметрів затискного елемента.

Збільшення середнього діаметра гвинтового затискного елемента від 40 мм до 80 мм призводить до збільшення величини зміни середнього діаметра та кроку витків гвинтового затискного елемента під час затиску заготовки в 3,67 рази та 6 разів відповідно. При цьому збільшення сили розтягу F від 150 Н до 250 Н призводить до збільшення величини зміни середнього діаметра та кроку витків гвинтового затискного елемента під час затиску заготовки в 2,27 рази та 1,5 рази відповідно.

УДК 621. 891

А.Б. Гупка, к.т.н., доцент, Ю.Я. Пальчевський, М.С. Столярчук, Ю. М. Юсько, Ю.Ю. Заполух

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТРИБОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛІВ

A.B. Gupka, Ph.D., Assoc. Prof., Y.I. Palchevskiy, M.S. Stoliarchuk, Y. M. Yusko, Y.I. Zapolukh

TRIBOLOGICAL ASPECTS OF THE SELECTION OF MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR HEAVY-LOADED FRICTION PAIRS OF VEHICLES

Забезпечення трибологічної надійності і довготривалого періоду експлуатації основних робочих вузлів (пар тертя) автомобілів, являється складною комплексною проблемою. Необхідно враховувати, що робочі вузли тертя любого механізму взаємодіють один з одним, в процесі експлуатації, а це призводить до додаткового зносу їх робочих поверхонь.

Як показує практика, основи трибологічної надійності любого елемента пари тертя та вузла вцілому необхідно закладати ще на етапі конструювання та вибору технології обробки (вибір схеми вузла тертя, розмірів деталей, фрикційного чи антифрикційного матеріалу, схеми контакту, механізмів тепловідводу та захисту від впливу абразиву, метод обробки робочих поверхонь тертя). До найбільш трибологічно навантажених деталей пар тертя автомобілів відносяться: гільза циліндра – поршень – поршневе кільце; корінна шийка колінчастого валу; кулачковий вал; вісь коромисла; зубчасті колеса; підшипники; штовхач клапана; фрикційні накладки; амортизатори; опори рульової тяги та інші.

В більшості випадків дані деталі піддаються мікрорізанню (вплив абразиву та продуктів зносу), пластичній деформації (вплив твердості матеріалів, в'язкості мастильного матеріалу, високої температури). Зношенню окисних плівок (структурні перетворення, відємний градієнт опору зсуву), втомному руйнуванню (циклічне навантаження, високі тиски на контакті), схоплюванню (холодний та гарячі задири), фретинг-корозії, корозійно-механічному зношенню. Для зменшення впливу даних факторів використовують комплекс конструктивних та технологічних міроприємств, які включають в себе: підбір необхідних матеріалів пар тертя; модифікування поверхонь тертя (азотування, фосфатування, обробка холодом, конденсація з іонним бомбардуванням); нанесення захисних покриттів; примінення гумових та полімерних матеріалів; присадки до мастильних матеріалів; сучасні методи обробки поверхонь (плоско – та рівновершинне хонінгування, фінішна без абразивна обробка, шаржування). Запропоновані міроприємства направлені на реалізацію структурної пристосовуваності матеріалів при терті, яка мінімізує основні триботехнічні показники. Всі взаємодії матеріалів поверхонь тертя та мастильного середовища (механічні, фізико-хімічні, електричні) локалізуються в тонкоплівочному об'єкті – дисипативних вторинних структурах. При цьому проходять процеси деконцентрації поверхневого навантаження, гомогенізація поверхневих шарів, кінетичний фазовий перехід, перехід до орієнтованого ультра дисперсного стану.

Структурно-енергетичний підхід в триботехніці відкриває широкі перспективи граничного використання запасів міцності матеріалів, мастильних середовищ, досягненню оптимальної зносостійкості, дозволяє регулювати процеси активації та пасивації.

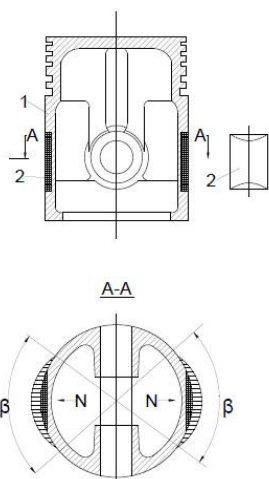


Рисунок 1 – Комбінований поршень: 1 – поршень, 2 – вставка.

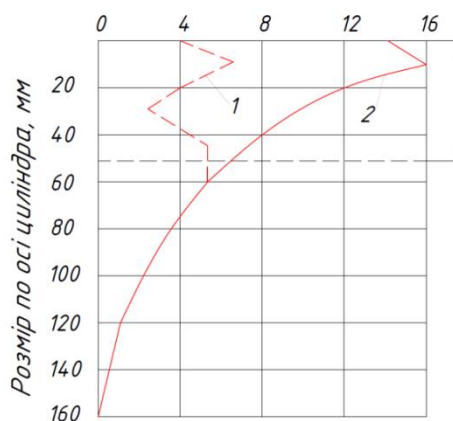


Рисунок 2 – Розподіл величини зносу по поверхні тертя гільзи циліндр автомобіля (величина пробігу 1000 км): 1 – поршень із вставкою, 2 – поршень без вставки

Як приклад, розглянемо один із способів конструктивно-технологічних міроприємств по підвищенню зносостійкості деталей циліндро-поршневої групи за рахунок регулювання величини зазору між юбкою поршня і робочою поверхнею гільзи (рис. 1). Відомо із практики експлуатації автомобілів, якщо зазор між юбкою поршня і поверхнею гільзи в робочому стані буде в межах 0,02...0,03мм, то анулюється вплив перекладки поршня. Запропонована конструкція комбінованого поршня із використанням композиції на основі фторопласту, вуглецевої тканини та порошоків міді у вигляді вставки. Примінення даної вставки забезпечує нанесення тонкої плівки міді на робочих поверхнях тертя, прискорює процес припрацювання (обкатки), збільшує зносостійкість, надійність та довговічність деталей циліндро-поршневої групи.

При використанні комбінованого поршня, суттєво зменшуються теплові зазори між деталями циліндро-поршневої групи, зменшуються удари при перекладках поршня, зменшуються прориви газів в камеру згоряння. При цьому суттєво зменшуються (в 3-4 рази) основні триботехнічні показники – інтенсивність зношення та коефіцієнт тертя, що забезпечує зменшення сил тертя в спряженні гільза – поршень.

Література

1. The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria /А.Б. Гупка О. Л. Ляшук, Ю. І. Пиндус, В.В. Гупка, М.Д. Сіправська, М.Сташків // ІССРТ 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine – С. 231 – 237.

УДК663.17

О.Б. Романюк¹, Ю.А. Шминдюк¹, С.М. Закордонець²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РЕАКЦІЇ КОЛЕСА ПРИ КОВЗАННІ ШИН АВТОМОБІЛЯ

О.В. Romaniuk, J.A. Shmyndiuk, S.M. Zakordonets

WHEEL REACTIONS WHEN CAR TIRES SLIP

Шини автомобіля мають певний обсяг тяги, що означає здатність чинити опір гальмам і не переходити від перекочування до ковзання. Шина протистоїть ковзанню в усіх напрямках однаково, тому для проковзування - необхідно докласти зусилля у будь-яку сторону. Тобто, шина здатна передати автомобілю максимальне прискорення (при максимальному коефіцієнті зчеплення шини з дорожнім покриттям) у всіх напрямках.

Якщо авто рухається по прямій, шина має максимальний запас зчеплення - 1. Це означає, що водій може гальмувати з максимальним прискоренням 1g. Якщо машина переміщується по дузі, передні колеса повертаються, то бічна сила, що діє на шину, забирає частину резерву зчеплення з покриттям і гальмування стає менше 1g. Тобто, при повороті коліс на дузі водій вже не може загальмувати з тією ж інтенсивністю, що і на прямій. Чим більше бічне навантаження на шини (чим крутіше повертається кермо і вище швидкість), тим менше залишається запас зчеплення для гальмування.

В основі теорії автомобіля по суті лежать закони і закономірності кочення абсолютно жорсткого колеса по нестискуваній поверхні. Рух справжнього колеса транспортного засобу по будь-якій поверхні значно відрізняється від кочення абсолютно жорсткого колеса по абсолютно твердій поверхні. Деформація шини в області плями контакту викликає так зване пружне ковзання. Однак саме пружна деформація шини викликає появу тангенціальної сили, що забезпечує рух колеса. При русі по слизькій дорозі адгезійні властивості шини з опорною поверхнею знижуються, що призводить до зменшення реакцій і відповідно, до зміни швидкості руху колеса.

Проведений аналіз при огляді літератури дозволив отримати модель роботи для випадку встановленого прямолінійного руху на деформуючих опорних поверхнях.

Об'ємна щільність ґрунту ρ'_c у сформованій колії визначається з врахуванням тиску на ґрунт поверхнею пружного колеса за формулою:

$$\rho'_c = \rho_c + \frac{\rho_m q_{01}}{q_{01} + E \left(1 + \frac{\zeta^2 H_z^2}{3S_1}\right)} \quad (1)$$

де ρ_c - початкове значення насипної щільності ґрунту;

ρ_m - щільність твердих частинок ґрунту, кг/м³;

q_{01} - середній динамічний тиск шини перед колесом на землі, МПа;

ζ - параметр, що залежить від загасання напружень і товщини герметичного шару;

S_1 - точкова область зіткнення шини колеса з землею;

Середній динамічний тиску шини перед колесом на землі q_{01} :

$$q_{01} = K_{01} [k_z p_1(h_{z1}) + (1 - k_z) p_1(h_{z1} - h_{z3})] \quad (2)$$

де k_z - коефіцієнт насичення протектора;

$p_1(h)$ - поверхневий тиск шини колеса від нормальної деформації ґрунту, МПа;

h_{z3} - висота ґрунтозацепів шини, м;

K_{o1} - коефіцієнт динамічності взаємодії коліс з опорою.

Коефіцієнт динамічності взаємодії коліс з опорою K_{o1} , визначається:

$$K_{o1} = \frac{l_1}{l_1 + t_{p1} V_x} \quad (3)$$

де l_1 - проекція довжини плями зіткнення колеса з землею, м;

t_{p1} - період розслаблення ґрунту під колесами, с

Період розслаблення ґрунту під колесами:

$$t_{p1} = \frac{1}{2\varphi_0} \quad (4)$$

Оскільки об'ємна щільність ґрунту ρ залежить від щільності ρ_c і вагової вологості W , то значення об'ємної щільності ρ' ґрунту після проходження колеса розраховується:

$$\rho' = \rho_c (1 + W) \quad (5)$$

де ρ_c - щільність ґрунтової основи;

W - вагова вологість.

Товщина деформованого середнього шару ґрунту з урахуванням наявності ґрунтозацепів визначається формулою:

$$H'_z = H_z - [k_z h_z + (1 - k_z)(h_z - h_{z3})] \quad (6)$$

Модуль H' об'ємна деформація, внутрішнє щеплення c'_0 та кут внутрішнього тертя для деформованого шару ґрунту визначається за відповідними формулами:

$$E' = E + K_E \frac{W_t}{W} (\rho' - \rho_c); \quad (7)$$

$$c'_0 = c_0 + K_c \frac{W_t}{W} (\rho' - \rho_c); \quad (8)$$

$$\varphi'_0 = \varphi_0 + K_\varphi \frac{W_t}{W} (\rho' - \rho_c). \quad (9)$$

де W - вагова вологість деформованого шару ґрунту;

K_E, K_c, K_φ , - емпіричні коефіцієнти.

Наведені залежності дозволяють проводити моделювання процесів взаємодії пружного колеса з деформованою опорною поверхнею.

Література

1. Агейкін Я.С. Проникність автомобілів. М.: Машинобудування, 1981. 231 с.
2. Лепешкін А.В. Петров С.Є. Аналітичний метод оцінки результатів взаємодії пружного колеса з деформованою опорною поверхнею з усталеним прямолінійним рухом // Известия МГТУ "МАМИ" No 2 (14), 2012. Т. 1.
3. Лепешкін А. В. Математична модель роботи активного двовісного чотириколісного візка з балансувальною підвіскою з фіксованим прямолінійним рухом по деформується опорній поверхні і Новини МГТУ «МАМИ». No 2 (16), 2013. Т. 1.
4. Катанаєв Н.Т. Лепешкін А.В. Колбасов А.Ф. Виявлення недосконалих з'єднань колеса транспортного засобу при русі в складних дорожніх умовах // Автомобільна промисловість. № 11, 2016.

УДК663.17

Т.В. Чорний¹, О.І. Попович¹, О.А. Литвин²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВЗ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ

T.V. Chornyi, O.I. Popovych, O.A. Lytvyn

INCREASE OF FUEL ECONOMY OF DVZ DUE TO OPTIMIZATION OF WORK MODES

Поняття енергоефективності та ходового споживання являється основою автомобільної галузі. Під енергоефективністю розуміється здатність транспорту виконувати транспортні роботи в умовах регламенту з мінімально можливими витратами палива. Він регламентується та визначається відповідно до стандартів, відповідно до яких застосовуються такі показники: паливні характеристики автомобіля з постійним та змінним рухом, контроль витрати палива автомобіля.

Паливною характеристикою в безперервному русі, яку часто називають характеристиками дорожньої економічності, є залежність витрати палива від звичайної швидкості руху. Він визначається, коли автомобіль їде з прямою швидкістю в діапазоні від стабільної мінімальної швидкості до максимальної.

Істотний вплив надають такі чинники: ефективність двигуна; вага транспортного засобу; енерговитрати; сила опору коченню; інерційний опір; умови дорожнього руху; стиль водіння; технічний стан.

Для підвищення економічності все більшого поширення набуває застосування системи наддуву та при подаванні повітря, його охолодження, при нагнітанні в дизельних в бензинових двигунах. Під час наддуву при постійній потужності двигуна вдається знизити питомі витрати при часткових навантаженнях, що дозволяє економити до 70% пального. Крім того, це збільшує запас крутного моменту, що також сприятливо позначається на паливній економічності.

Зменшення маси автомобіля дає значну економію палива, так як маса впливає і на силу опору коченню коліс, і на інерційні сили, і на сили, які виникають при подоланні підйомів.

Для порівняння: при зниженні ваги вантажного автомобіля на 10% економія палива може досягати 5,6% (для дизелів) і 6% 8% (для бензинових двигунів), а при русі по гірських дорогах економія палива може досягати 70%.

Позитивний ефект на паливну економічність можна отримати при використанні автопоїздів замість одиночних вантажних автомобілів. Маса причепа значно менше маси тракторного вагона, а вантажопідйомність у них приблизно однакова. В результаті загальна маса автопоїзда від тягача з причепом буде менше маси двох вантажівок з однаковою продуктивністю.

Оптимізація параметрів трансмісії приводить економію пального до 70...75% без втрати працездатності автомобіля. Втрати енергії тертя в вузлах передачі знижуються за рахунок поліпшення якості обробки труться поверхонь і поліпшення умов змащення, коли в'язкість мастила збільшується, знижуючи ефективність передачі.

В якості критерію задачі оптимізації для АТС обирається величина паливних мас, споживаних за цикл руху, що дає можливість комплексно враховувати як паливно-економічні властивості, так і ті, які необхідні для можливості пересування в умовах прийнятого циклу згідно формули:

$$m_{al} = \int_0^t G dt, \quad (1)$$

де G – масова витрата палива, г/с;
 t - час руху, с.

Параметрами процесу оптимізації будуть передавальні числа вищих передач. Відповідно, цільова функція оптимізації відображена системою з рівнянь:

$$m_{al(m)} = f(U_{(m)}) = \sum_1^{n_u} \int_{t_n}^{t_{n+1}} G(t, U_{(m)}) dt + \sum_1^{S_u} \int_{t_s}^{t_{s+1}} G_{PXX}(t, U_{(m)}) dt \quad (2)$$

де $G(t, U_{(m)})$, $G_{PXX}(t, U_{(m)})$ – функції масової витрати палива при русі автомобіля в тяговому режимі та примусового холостого ходу (прискорення і постійна швидкість);

t_n - час початку ділянок циклу, на яких здійснюється рух в тяговому режимі;

t_s - час пуску секцій циклу, на якому здійснюється рух при роботі двигуна в режимі,

Цей вираз визначає масу палива, споживаного на таких ділянках ходового циклу, рух якого супроводжувалося включеною передачею m в коробці передач з її поточним передавальним числом, рівним $U_{(m)}$.

Функція $G(t, U_{(m)})$ в процесі процедури математичного моделювання процесу руху повинна визначатися математичними моделями швидкісних характеристик; втрати в коробці передач; характеристиками силового опору руху, а також функціями режимів руху в обраному циклі руху:

$$N_e = f(n, \lambda, \varepsilon, \delta); g_e = f(n, \lambda, \varepsilon, \delta) \quad (3)$$

де λ – коефіцієнт навантаження;

ε – кутове прискорення колінчастого вала;

δ – швидкість зміни навантаження, $\delta = d\lambda / dt$.

Питання впливу нерегульованих режимів на паливну економічність вимагають особливого, переважно експериментального, розгляду. Це вимагає розробки спеціальних методів, пристроїв і обладнання, призначених для вивчення нерегульованих режимів в агрегатах силової установки, а також в вузлах, що складають основу математичного моделювання процесу руху автомобіля для побудови цільової функції оптимізації.

Література

1. Технічна експлуатація автомобілів: Підручник для ВНЗ / За редакцією Г.В. Крамаренка. – 2-е вид., перераб і доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.

2. Єрмолов І.Н., Альошин Н.П., Потапов А.І. Неруйнівний контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустичні методи контролю: Практ. Посібник. – М.: Вищ. Шк., 1991 – 283 с.

3. Павленко В.А. Підвищення паливної економічності автомобіля оптимізація параметрів системи "двигун-трансмсія": дис. Кандидат. наук: 22.05.20 / Павленко Віктор Алексеевич. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - Х., 2004. - 178 с.

4. Адясов А.Ю. Розробка методики вибору передавальних чисел трансмісії автомобіля на основі раціонального поєднання швидкісних властивостей, паливної економічності і токсичності вихлопних газів: дис. Кандидат. техн. Наук: 05.05.03 / Адясов Олександр Юрійович. Нижегородський державний технічний університет. - Нижній Новгород, 2002. - 200 с.

УДК663.17

М.Г. Левкович, к.т.н., доцент, І.О. Цибуленко, Р.Б. Шимків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ДВЗ ЗА РАХУНОК КОЛИВАННЯ ПАЛИВО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ ПРИ НАГНІТАННІ ПІД ТИСКОМ

M.G. Levkovych, Ph.D.; Assoc., O.I. Tsybulenko, R.B. Shymkiv

IMPROVING THE QUALITY OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE DUE TO FLUCTUATIONS IN THE FUEL-AIR MIXTURE DURING INJECTION UNDER PRESSURE

Наддув – це найпоширеніший спосіб збільшення питомої потужності ДВС без збільшення його габаритних розмірів. Конструкцій нагнітачів дуже багато, але жоден з них, не в змозі виконувати функції хорошого змішування повітря з паливом. Тому виникає доцільність накладання резонансних коливань на повітря, що подається нагнітачами в ДВС. Такі коливання значно покращують якість суміші (більш насичена киснем на молекулярному рівні), що надходять у камеру згорання.

Існують пристрої, які поєднують в собі нагнітач, виконаний у вигляді динамічної радіальної сирени, тобто досить потужного джерела акустичних коливань, і резонансні явища як спосіб накопичення коливальної енергії. Композиційно це радіальна сирена, яка оточена унікальним акустичним резонатором.

Для збудження хвилі в нагнітачі наявний особливий вид перфорації на роторі. В результаті резонатор легко збуджує вісенесиметричну хвилю природних коливань в коловому напрямку, яка має меншу власну частоту. Ця хвиля, на відміну від стоячої хвилі, що виробляється традиційною сиреною, є ходовою хвилею. Швидкість її обертання у багато разів перевищує швидкість обертання ротора. Більш того, вибір перфорації ротора може змінювати напрямок обертання хвилі на протилежний.

Подача повітря здійснюється відцентровим нагнітачем, що містить ротор з лопатями, які розташовані між вікнами. У даних конструкціях ротор є не тільки засобом нагнітання повітря, який через вікна ротора і статора подається всередину кільця акустичного резонатора, але і збуджувачем обертової резонансної хвилі.

При рівномірному обертанні ротора з кутовою швидкістю ω_r , на поверхні якого є рівномірно відокремлені один від одного радіальні потоки повітря, кожна з n -ї кількості щілин на поверхні статора по черзі формується пульсація тиску. Припустимо, що в початковий момент збігається один отвір на роторі і один отвір на статорі, тобто імпульс тиску з боку повітря, що надходить від ротора, передається на резонатор статора. Якщо обертати ротора під кутом $\delta = \frac{2\pi}{n \cdot (n+1)}$ (в прямій хвилі) або під кутом

$\delta = \frac{2\pi}{(n-1) \cdot n}$ (при зворотній хвилі), імпульс тиску з'явиться на сусідньому або

протилежному обертанні роторного отвору резонатора, тому що всі послідовні кути між вікнами ротора і статора утворюють послідовність. Відповідно, з огляду на імпульс, буде запуск кола в прямому або зворотному напрямку не для повного обороту ротора, а для поверненого він під кутом $n\delta = \frac{2\pi}{(n+1)}$ або $n\delta = \frac{2\pi}{(n-1)}$. Причиною є осьова

симетрія геометрії ротора порядку, тобто при обертанні під кутом його фігура поєднується сама з собою.

Тому чином, кутова швидкість і обертання імпульсу тиску на внутрішню поверхню резонатора дорівнює $\omega=(n+1)\omega_p$ по прямій і $\omega=(n-1)\omega_p$ в зворотному напрямку.

При переході від кутової швидкості ω_p ротора до його частот обертання (f) і коливань (v) виходить, що частота обертання ротора (f) рівна $\omega_p/2\pi$, пов'язана з частотами акустичних коливань статора.

Для прямо рухомої хвилі: $f = \frac{v}{n+1}$, де v - частота акустичних викидів статора; n - число перфорації в статорі.

Для зворотно-рухомої хвилі: $f = \frac{v}{n-1}$. Для резонансного збудження частота нагнітаючого навантаження повинна бути налаштована на частоту основного тону акустичного резонатора на меншу власну частоту.

З боку ротора на поверхню статора-резонатора діє імпульс надлишкового тиску. Його гармонійний склад являє собою природний ряд окружних гармонік, з яких найбільша амплітуда в тангенціальному напрямку має двовузлову хвилю. Саме вона служить для збудження резонансної біжучої хвилі коливань – одно-періодичні (двовузлові) в тангенціальному напрямку синусоїди.

Перший (основний) резонанс для кільцевого циліндричного резонатора визначається: $v = \frac{\alpha(\rho) \cdot c}{2\pi R}$, де $\alpha(\rho)$ - перший корінь трансцендентного рівняння частоти;

c - швидкість звуку в газі, який містить резонатор; R - зовнішній радіус резонатора.

Включена в нього функція $\alpha(\rho)$ є першим (нижнім) коренем трансцендентального рівняння частоти: $\frac{J_1(\alpha\rho)}{J_1(\alpha)} = \frac{N_1'(\alpha\rho)}{N_1'(\alpha)}$, де $J_1(\alpha)$ - перші похідні від функцій Бесселя; $N_1'(\alpha)$ - перші похідні від функцій Неймана.

Таким чином, забезпечивши умову для виконання резонансу в статорі, отримаємо одночасний перебіг двох процесів в ньому: резонансних акустичних коливань і потоку паливно-повітряної суміші. Швидкості струмів містять ділянки підвищених швидкостей, спрямовані в бік вихідних труб. Саме в цих зонах розташовуються форсунки для подачі дисперсної фази на кільцевий резонатор. Накладення на потік резонансної вібрації є механізмом отримання якісної дисперсної системи паливо-повітряної суміші.

Так, за рахунок збільшення частоти v обертання акустичної хвилі відносно частоти f обертання ротора в $(n \pm 1)$ разів і збудження низькочастотних двовузлових власних коливань кільцевого резонатора, резонансні режими в статорі досягаються на найменших частотах їх частот f обертання ротора.

Література

1. Технічна експлуатація автомобілів: Підручник для ВНЗ / За редакцією Г.В. Крамаренка. – 2-е вид., перераб і доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
2. Дюмін І.Є., Трегуб Г.Г. Ремонт автомобілів: Учеб. для технікумів / Дюмін І.Є. – М.: Транспорт, 1995.-280 с.
3. Бергман Л. Ультразвук та його застосування в науці та техніці. М.: Вид-во іноземної літератури, 1957. – 726 с.
4. Павленко В.А. Підвищення паливної економічності автомобіля оптимізація параметрів системи "двигун-трансмсія": дис. Кандидат. наук: 22.05.20 / Павленко Віктор Алексеевич. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - Х., 2004. - 178 с.

УДК 628

А.А. Багмет, М.Р. Катола, О.А. Тимчишин, П.М. Федоришин
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВПРОВАДЖЕННЯ "BIM" В УКРАЇНІ

A. Bagmet, M. Katola, O. Tymchyshyn, P. Fedoryshyn
IMPLEMENTATION OF "BIM" IN UKRAINE

Технологія BIM — це інноваційний підхід до управління цифровими даними в будівництві для віртуального відображення будівельного проекту та отримання актуальної проектної та експлуатаційної документації в будь-який час життєвого циклу — від проектування до будівництва, експлуатації та демонтажу. Впровадження BIM-технології дозволить заощадити кошти, підвищити ефективність і прозорість інвестиційно-будівельних процесів, знизити технічні та фінансові ризики на всіх етапах проектного циклу.

Стейкхолдери будівельного ринку вже кілька років стверджують про необхідність впровадження технології BIM.

Концепція визначає принципи, орієнтири та механізми реалізації державної політики щодо технології BIM з метою подальшого реформування, модернізації та цифрової трансформації будівельного сектору України.

Концепція передбачає:

- прийняття нормативної бази, що регулює використання BIM-технології в Україні;
- перегляд існуючих стандартів будівництва та прийняття нових, згідно з відповідними міжнародними стандартами;
- зміна підходів до розробки проектно-технічної документації та ціноутворення;
- заохочення компаній до застосування технології BIM у своїй діяльності (шляхом стимулювання, безкоштовних програм навчання та експертної підтримки) та інші заходи;

Реалізація Концепції розрахована до 2035 року в чотири етапи:

- I етап (2020-2022): Початок регулярного використання технології BIM, розробка нормативно-правової бази та технічної підтримки технології BIM в Україні.
- II етап (2023-2024 рр.): Обов'язкове використання BIM-технології в окремих об'єктах будівництва, що підпадають під певні параметри (вартість, складність, клас наслідків (СС)), у тому числі в об'єктах будівництва з державною підтримкою.
- III етап (2025-2030 рр.): Розширення критеріїв обов'язкового використання BIM-технології в будівництві з державною підтримкою.
- IV етап (2030-2035): Повне використання технології BIM при реалізації будівельних проектів. Обов'язкове використання технології BIM для всіх об'єктів будівництва з державною підтримкою. Розширення критеріїв обов'язкового використання BIM-технологій у будівництві, що фінансується з приватних джерел.

УДК 693.542

Р. Білейчук, І. Дубницький, В. Шумейко, І. Табалуєк, В. Мельник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ

Bileichuk R., Dubnytskyi I., Shumeiko V., Tabaliuk I., Melnyk V.

EFFICIENCY OF REINFORCED STEEL CONCRETE STRUCTURES WITH EXTERNAL REINFORCEMENT

Завдяки сумісній роботі бетону і сталі та при раціональному компонуванні перерізів залізобетонних конструкцій, ми маємо можливість втілювати в життя досить сміливі проекти сучасного будівництва, що вимагає раціонального використання нових конструкцій і матеріалів, підвищення якості проектних рішень, а це в свою чергу потребує значних наукових, проектних і технологічних досліджень.

Дослідженню сталобетонних елементів багато уваги приділяється як за кордоном (Німеччина, США, Японія, Франція, Росія) так і в Україні (Київ, Львів, Полтава, Харків).

Сьогодні спеціалісти багатьох держав все більше уваги приділяють конструктивним елементам з зовнішньою, арматурою. Такий тип конструкцій забезпечує якісне зварювання, невелику складність стикових з'єднань, економію матеріалів, дозволяє використовувати робочу арматуру водночас як і опалубку.

Проведені раніше випробування сталобетонних конструкцій, армованих пакетом арматур підтвердили їх високу економічну ефективність та показали, що балочні елементи з стрічковою арматурою мають підвищену несучу здатність, жорсткість, тріщиностійкість і меншу металомісткість в порівнянні з традиційними залізобетонними конструкціями, армованими звичайною стержневою арматурою [1, 2].

У сталобетонних елементах може одночасно використовуватись стержнева і стрічкова арматура або тільки стрічкова.

Сталобетонні конструкції мають ряд переваг, а саме: можливість використання сталевих листів в якості опалубки, простота складання, ремонту та посилення, а технологія монтажу така ж як і металевих конструкцій.

Ефективність використання сталобетонних конструкцій із зовнішнім армуванням неодноразово була відзначена на міжнародних симпозиумах і конференціях з питань будівництва.

При однаковій робочій висоті перерізу, у сталобетонних елементах використовується на 12-16 % сталі менше ніж у аналогічних залізобетонних. Бетон зручно вкладається та ущільнюється. Відкритий з однієї сторони лист дозволяє без проблем підсилити конструкцію в разі потреби, а також може використовуватися як закладна деталь.

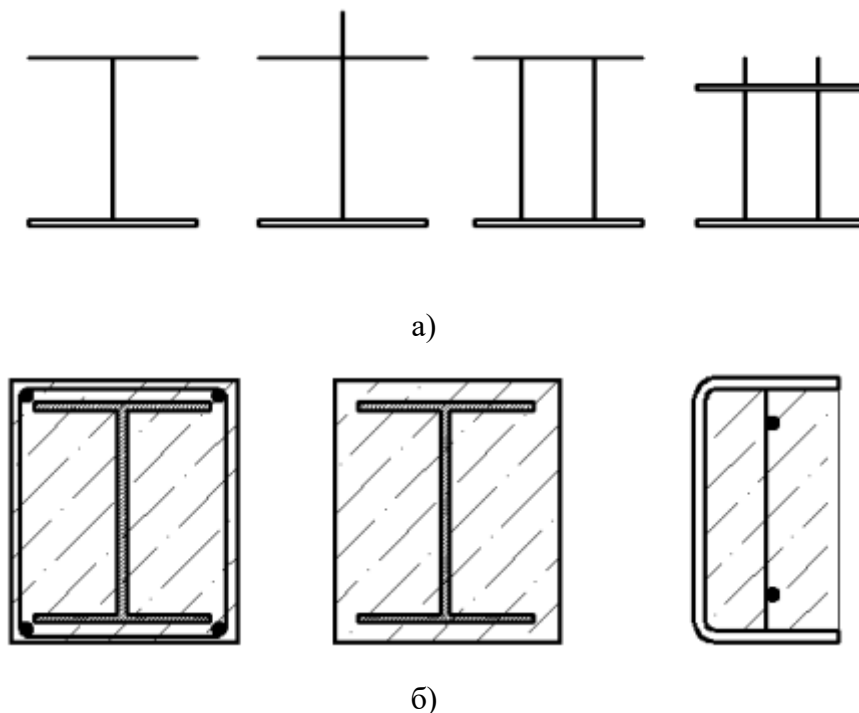


Рис. 1. Сталезалізобетонні конструкції, складовим елементом, яких є сталевий профіль, розташований поза залізобетонної частини конструкції (а) сталезалізобетонні конструкції, що складаються з жорстких сталевих профілей та розташовуються в середині залізобетонної частини конструкції – залізобетонні конструкції з жорсткою арматурою (б)

Аналіз виконаних експериментальних і теоретичних досліджень в області сталобетону показав, що у ряді випадків, при необхідності забезпечення високої несучої здатності та жорсткості і в той же час економічності, доцільним є використання сталобетонних конструкцій в порівнянні із звичайними залізобетонними.

Зовнішня арматура у вигляді стрічок, листів чи прокатних профілів дозволяє ефективно виконувати сталобетонні конструкції з більшим відсотком армування при обмежених розмірах перерізів.

Література.

1. Бабич Є.М., Крусь Ю.О. До питання побудови діаграми деформування бетону та визначення коефіцієнта повноти епюри напружень // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. Вип. 6. – Рівне, 2001. – С.94-104.
2. Бамбура А.М., Основні положення проектування бетонних та залізобетонних конструкцій за національним нормативним
3. Барашиков А.Я. Проблеми розвитку залізобетонних конструкцій в Україні. // Зб. наукових праць. Науково технічні проблеми залізобетону. Будівельні конструкції, вип. 59, кн. 1 К., КНІБК,- 2003,- С. 17-21.

УДК 624.154

І.М. Підгурський, к.т.н., доцент, Т.М. Давидяк, Ю.І. Дмитрів, Р.М. Стецик
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СУЧАСНІ ТИПИ ПАЛЬ, ЩО ВИГОТОВЛЯЮТЬСЯ У ҐРУНТІ ТА ОБЛАСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

І.М. Pidgurskyi, Ph.D., Assoc. Prof., T.M. Davydiak, Yu.I. Dmytriv, R.M. Stetsyk
MODERN TYPES OF PILE MANUFACTURED IN THE SOIL AND THEIR AREA
OF APPLICATION

Інтенсивне застосування пальових фундаментів почалось у 60-70 роках ХХ століття. У наш час пальові фундаменти успішно конкурують з фундаментами мілкого закладання, а на забудованих міських територіях мають найширше застосування. За останні роки найдинамічніший розвиток отримали типи паль, що виготовляються у ґрунті. Їх поділяють на три основних види:

- палі, що виготовляються з вийманням ґрунту;
- палі, що виготовляються з частковим вийманням ґрунту;
- палі, що виготовляються без виймання гнута в результаті його примусового витіснення.

До першого виду належать палі, що виготовляються під захистом обсадної труби або ж під захистом глиняного розчину. До переваг цієї технології відносять відсутність динамічних та вібраційних впливів на ґрунт, що дозволяє влаштовувати палі поблизу існуючих будівель і споруд; можливість розбурювання чи витягування валунів; можливість повного контролю буріння до досягнення проектною відмітки.

До другого виду паль відносять палі, що виготовляються за технологією Double Rotary (подвійного обертання), при якій одночасно здійснюється обертання шнека за годинниковою стрілкою в обсадній трубі з її одночасним обертанням в інший бік. Іншою технологією влаштування буронабивних паль такого виду є Continuous Flight Auger (CFA) Piles. При цій технології прохідний порожнистий шнек опускається на задану глибину, а ґрунт по ребордах приварених до обсадної труби подається на поверхню. Перевагами вказаних технологій є висока продуктивність та контроль буріння високоточним бортовим комп'ютером. Ці палі застосовуються для всіх видів дисперсних ґрунтів за рахунок подачі бетону під тиском у свердловину.

До третього виду відносять набивні палі, які влаштовуються при загвинчуванні в ґрунт закритих інвентарних паль з одночасним ущільненням ґрунту, опускання в ґрунт арматурного каркаса, заповнення труби бетоном при одночасному викручуванні труби з ґрунту. Набивні палі у пробних свердловинах відрізняються від буронабивних вищим використанням несучої здатності ґрунтів основи і наближаються за цими показниками до забивних паль.

Література.

1. Fundamenty Palowe, T. 1. Technologie I Obliczenia / Kazimierz Gwizdała – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2013. – 300 s.
2. Основания и фундаменты: учебник / Р. А. Мангушев, В. Д. Карлов, И. И. Сахаров, А. И. Осокин. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2014. – 392 с.
3. Fundamenty palowe, T. 2. Badania i zastosowania / Kazimierz Gwizdała – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2013. – 200 s.

УДК 539.3

С. Янковий, А. Фіялка, В. Ясній, д.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

S. Yankovyi, A. Fiyalka, V. Iasnii, Dr. Sci., Assoc. Prof.

INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF INDUSTRIAL BUILDINGS STRUCTURAL ELEMENTS

Метали в промислових будівлях використовуються для різноманітних цілей, включаючи ферми, покрівлю та бічні обшивки, водостічні труби, підлоги, обладнання та складських приміщень. Часто вони піддаються впливу агресивних середовищ, що призводять до високої швидкості корозії [1], наприклад висока вологість і температура, висока концентрація газів, кислот і солей (з силосу та залишків кормів, мийних засобів, гною, добрива, консерванти), механічне руйнування та бактерії, що викликають мікробну корозію [2]. Відомо багато робіт які присвячені дослідженню впливу деградації властивостей матеріалів, зокрема металевих конструкцій та їх елементів, які використовуються у сільськогосподарських спорудах тваринницького призначення. Внаслідок експлуатації тваринницьких ферм утворюється велика кількість гною та посліду внаслідок життєдіяльності тварин. Також відомі деякі праці в котрих запропоновані інгібітори [3] для захисту металів від пошкоджень. Оцинкування сталі частково вирішує цю проблему, проте значно зростає вартість проекту.

Експериментальним шляхом, а також з використанням фрактографічних досліджень було встановлено, що найбільшим агресивним середовищем яке призводить до корозії є гній великої рогатої худоби [4].

Оскільки рівень чутливості до корозії та деградації матеріалу, який використовується для будівництва промислових споруд, зокрема фермерських впливає на термін їх служби. Тому важливо є дослідити вплив експлуатаційних чинників на міцнісні характеристики матеріалів, які будуть використовуватися у реальних конструкціях.

На основі експериментальних досліджень на виявлено, що електролітичне наводнення погіршує міцнісні характеристики конструкційної сталі, а саме призводить до зменшення її границі міцності та границі текучості. Встановлено, що водень призводить також до окрихчування сталі. Відносне видовження і відносне звуження наводнених зразків у 2,6 рази менше порівняно з випробуваннями ненаводненого матеріалу.

Література

- [1] Djukic MB, Zeravcic VS, Bakic G, Sedmak A, Rajicic B. Hydrogen Embrittlement of Low Carbon Structural Steel. *Procedia Mater Sci* 2014;3:1167–72.
- [2] Belie N De, Sonck B, Braam CR, Lenehan JJ, Svennerstedt B, Richardson M. Durability of Building Materials and Components in the Agricultural Environment, Part II: Metal Structures | Elsevier Enhanced Reader. *J Agric Engng Res* 2000;75:333–47.
- [3] Oyewole O, Smart P, Ajani D, Olorunfemi JB. Effect of corrosion on surface degradation of galvanized steel in poultry dung, pig dung and urea solutions using rice straw as an inhibitor. *J Mech Behav Mater* 2021;30:95–102.
- [4] C.A. L, P.I. P. Environmental surface degradation of galvanised and mild steels in cattle and poultry wastes and urea solution. *Int J Phys Sci* 2011;6:3074–81.

УДК 621.914.1

В.С.Деревляний, Р.Я. Лещук, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ НА ОСНОВІ МЕХАНІЗМІВ З ПАРАЛЕЛЬНОЮ КІНЕМАТИКОЮ

V.Derevlianyi, R. Leshchuk, Ph.D, Assoc. Prof.

ANALYSIS OF PROCESSING ACCURACY ON METAL CUTTING MACHINES BASED ON MECHANISMS WITH PARALLEL KINEMATICS

Одним із основних завдань машинобудування є підвищення якості металорізальних верстатів і процесів обробки деталей на верстатах, а основним показником якості є точність. Точність обробки визначається відносними зсувами інструмента і заготовки по нормалі до обробленої поверхні, що створюють похибку заданих розмірів, форми й відносного положення поверхонь оброблюваної деталі.

При аналізі системи верстата на основі механізмів з паралельною кінематикою (МПК) по точності обробки й відхиленні параметрів системи при зовнішніх впливах приймають наступні показники точності:

- статична похибка обробки, обумовлена при обробці заготовки з постійним припуском і незмінності всіх зовнішніх впливів на систему;
- стаціонарна динамічна похибка обробки, зокрема похибка поверхні, що виникає через вимушені коливання;
- перехідна динамічна похибка обробки, що виникає в результаті деформацій й інших відхилень у системі при перехідних процесах, наприклад, при врізанні й виході інструмента;
- випадкова динамічна похибка обробки, що є наслідком впливу на систему різних зовнішніх факторів, що носять випадковий характер.

Верстати на основі МПК є прецизійним устаткуванням і використовуються на найбільш відповідальних операціях, що забезпечують високу точність обробки. Тим самим виключається вплив більшості динамічних параметрів, оскільки для таких операцій сили різання відрізняються відносною постійністю й відрізняються лише результуючим напрямом.

Для верстатів традиційного компонування статична похибка компенсується настроюванням верстата на розмір. При цьому похибка компенсується переміщенням одного вузла верстата. У випадку верстатів на основі МПК ця операція неможлива, оскільки положення інструмента залежить одночасно від довжин всіх розсувних штанг.



Статична похибка обробки поділяється на складові:

- похибка встановлення, що складається з похибок установок деталі, інструмента в оправку тощо;
- похибка обумовлена геометричною точністю інструмента, точністю шпинделя тощо;
- похибка позиціонування, обумовлена власною похибкою приводів розсувних штанг;
- похибка позиціонування, обумовлена зсувом інструмента під дією сили різання.

Підвищення точності обробки може бути досягнуто підвищенням точності кожної зі складових похибок, скороченням числа складових, зменшенням чутливості системи до вхідних впливів й умов обробки, застосуванням системи автоматичної компенсації всіх або домінуючих складових похибок.

Проаналізувавши складові статичної похибки, можна встановити найбільший вплив окремих факторів.

1. Похибка встановлення – основними факторами є конструктивні особливості верстата. Ці похибки можуть бути компенсовані калібруванням верстата перед початком процесу обробки деталі.

2. Похибка точності – обумовлена точністю шпиндельного вузла, точністю шарнірів і точністю геометричної форми металорізального інструмента. Ці складові статичної похибки з подальшого розгляду можна виключити.

3. Похибка приводів – виникає внаслідок похибок приводів розсувних штанг, залежить від таких факторів як:

- точності приводів розсувних штанг;
- конструктивної особливості верстата;
- орієнтації рухливої платформи верстата.

Слід зазначити, що при особливостях устаткування на основі МПК підсумкова похибка цій складовій залежить відразу від всіх факторів одночасно. Похибку позиціонування центра рухливої платформи, внаслідок похибок приводів розсувних штанг можна визначити:

$$\Delta \vec{P} = [J^{-1}] \cdot \Delta \vec{q}_i$$

де $\Delta \vec{P}$ – вектор похибок позиціонування центра платформи; $[J^{-1}]$ – матриця Якобі; $\Delta \vec{q}_i$ – матриця похибок приводів штанг.

4. Похибка інструмента – залежить від величина сили різання і її напрямку, жорсткості верстата. У свою чергу значення сили різання залежить від обраного режиму різання, а її напрямок від вибору траєкторії обробки й виду оброблюваної поверхні. Жорсткість верстата залежить від декількох факторів одночасно:

- жорсткості розсувних штанг (залежить від характеристик і довжин штанг, а також від жорсткості приводів).
- конструктивної особливості верстата.
- орієнтації рухливої платформи верстата.

Переміщення центра платформи під дією прикладеної сили можна визначити із наступної залежності:

$$\delta \vec{P} = [K_c^{-1}] \cdot \vec{F}_p$$

де K_c^{-1} – матриця жорсткості верстата на базі МПК; F_p – сила різання.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що перспективними виглядають дослідження спрямовані на підвищення точності верстатів на базі МПК шляхом:

- зменшення похибок, що виникають внаслідок похибок приводів розсувних штанг;
- зменшення похибок й компенсації залишкової похибки, що викликана зсувом інструмента під дією сили різання.

УДК 621.9.1

М.Р. Лещук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КЕРУВАННЯ ТОЧНІСТЮ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

М. Leshchuk

CONTROL OF ACCURACY OF MECHANICAL PROCESSING ON METAL CUTTING MACHINES USING AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

У випадку, коли традиційні методи забезпечення необхідної точності механічної обробки не вирішують поставлених завдань або стають не ефективними, першочерговим є шлях активного втручання в процес утворення похибок обробки. Проблемі точності механічної обробки присвячено багато робіт вчених в області металообробки на верстатах і, як правило, в цих роботах особливо виділяється застосування принципу автоматичного та адаптивного керування, як найбільш перспективного.

Керування точністю процесу механічної обробки можна реалізувати за трьома основними напрямками:

- інформаційне керування, яке забезпечує представлення інформації для прийняття рішення;
- автоматизоване керування шляхом визначення оптимальних умов виконання операцій;
- автоматичне керування за вхідними та вихідними параметрами.

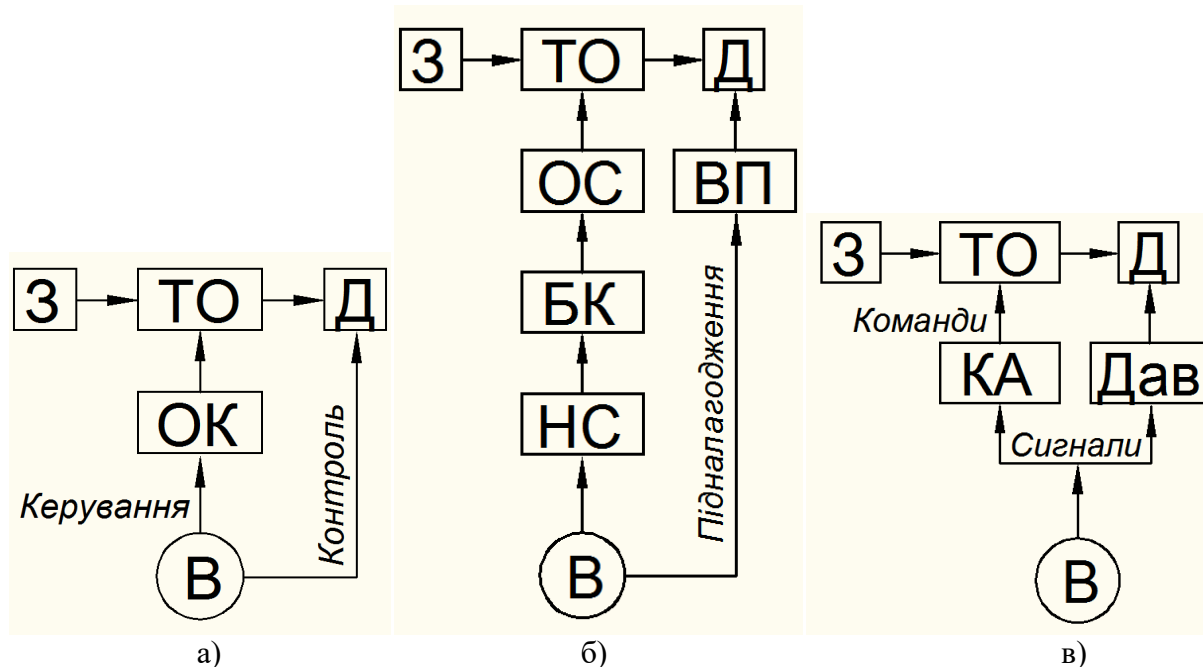


Рисунок 1. Схеми систем керування процесом механічної обробки:

а) інформаційна система, б) автоматизована система, в) автоматична система.

З – заготовка, ТО – технологічна операція, Д – деталь, ОК – орган керування,
В – верстатник-оператор, ОС – основна система, ВП – виконавчий пристрій,
НС – налагоджувальна система, КА – керуючий автомат, Дав – давач.

В інформаційній системі (рис.1,а) (при інформаційному керуванні) верстатник спостерігає за якістю заготовок (деталей) і станом технологічної системи, зіставляє свої спостереження, продумує можливість і доцільність внесення яких-небудь змін у хід процесу обробки й за допомогою органів керування здійснює ті, які вважає доцільними для досягнення необхідної точності, шорсткості й продуктивності обробки. При використанні цієї системи верстатник візуально спостерігає за процесом й керує ним вручну. Зокрема, виконує налаштування верстатів, що забезпечує мінімальні похибки і максимальний період роботи системи без підналагоджування і встановлення режимів різання, що дозволяють отримати задану якість деталей.

В автоматизованій системі (рис.1,б) якість заготовок, стан системи, параметри процесу й деталі контролюються за допомогою приладів. Вплив на процес різання й на систему верстатник у цих випадках здійснює за допомогою спеціальних пристроїв і приладів. Оптимальність прийнятого верстатником рішення визначається вірогідністю одержуваної інформації й точністю керуючих впливів. Основою діяльності верстатника в цій системі є зіставлення показань приладів з наявними нормативами і у випадку їхньої невідповідності - прийняття рішень, передбачених технологічними інструкціями.

Якщо припустити, що ми маємо заготовку і систему, про які повністю й однозначно відомо все, що необхідно знати для керування, а функції спостереження за процесом, прийняття рішень по керуючому впливі та здійснення самого керуючого впливу - механізовані, то буде автоматична система керування, де відпадає потреба в участі людини (рис.1,в). У цій системі сигнали від приладів (давачів) спрямовані в пристрій прийняття рішень, що пов'язані з виконавчими органами технологічної системи.

Автоматичні (адаптивні) системи для процесу обробки різанням можуть бути розділені на наступні групи:

- 1) Системи, що стабілізують контрольовані параметри різання (силу різання й термоелектрорушійну силу), у тому числі система автоматичного керування пружними переміщеннями;
- 2) Системи, що самі змінюють керуючу програму;
- 3) Системи, які компенсують динамічні й температурні деформації технологічної системи;
- 4) Системи, які оптимізують режими обробки по точності й продуктивності.

Застосування автоматичних систем дозволяє підвищити ефективність процесу обробки різанням та знизити небезпеку пошкодження верстата і заготовки від перевантажень, зменшити залежність процесу обробки від верстатника, автоматично оптимізувати режими різання. Результати використання цих систем показали, що вони дозволяють знизити собівартість обробки і зменшити похибки при виготовленні.

Для серійного виробництва реальним напрямком, що забезпечує високу точність, шорсткість і продуктивність обробки деталей і враховуючу більшість діючих факторів, заданих вимог і конкретних умов, є автоматизоване керування обробкою різанням.

УДК 621.9

Д.І. Швець, Ю.Г.П'ятківський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА ПРОЦЕС ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ

D. Shvets, Y.Piatkivsky

STUDY OF THE INFLUENCE OF VIBRATIONS ON THE PROCESS OF FORMATION OF THE SURFACE LAYER DURING MILLING

При чистовій механічній обробці виникають вібрації, які викликають відхилення параметрів поверхневого шару зубчастих коліс, джерелом яких є:

- 1) Радіус закруглення різальної кромки зубів зубообробної фрези – ρ при змінному знятті припуску при зустрічному фрезеруванні;
- 2) Швидкості різання – V ;
- 3) Подачі – $S_{x\phi}$, S_o ;
- 4) Геометричні параметри зубообробних фрез;

Відповідно до технологічних режимів різання при сталому режимі обробки кожне із цих відхилень може сприяти зміні кількісних й якісних показників параметрів поверхневого шару зубчастих коліс і сил, що діють на зубонарізну фрезу. Залежно від напрямку й фази відхилень діючі сили можуть або гасити, або збуджувати вібрацію.

Система, виведена імпульсом сили з рівноваги, вібрує із загасанням коливань. Однак, якщо зміни сил різання значні і протистоять демпфуючому ефекту, то вони можуть викликати ріст амплітуди вібрації; встановлюється рівновага демпфуючих і збуджуючих сил.

При фрезеруванні циліндричних зубчастих коліс відбувається чотири основних типи вібрації (коливань).

1. Вільна вібрація (власні коливання) системи виникає внаслідок яких-небудь ударних впливів (рис. 1). Ця вібрація буде загасати внаслідок демпфуючої сили верстата.

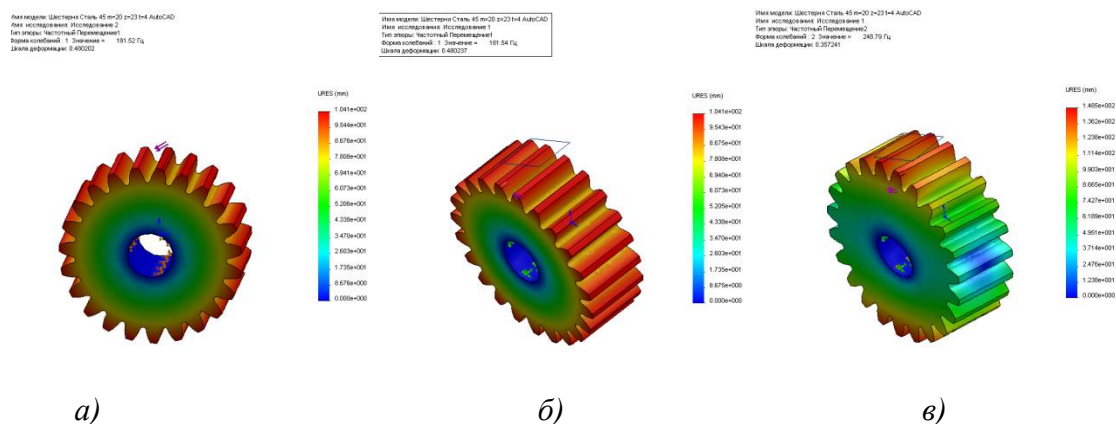


Рисунок 1. Вільна вібрація при фрезеруванні циліндричної шестерні із частотою власних коливань а) – 181,52Гц; б) – 181,54Гц; в) – 248,79Гц

2. Вимушені коливання, що виникають від зовнішнього джерела, а не від процесу різання. Ці коливання можуть виникати внаслідок дисбалансу приводу верстата або під дією зовнішнього динамічного навантаження (рис. 2). Такі коливання, як правило, не досягають резонансної частоти системи верстат - інструмент - заготовка.

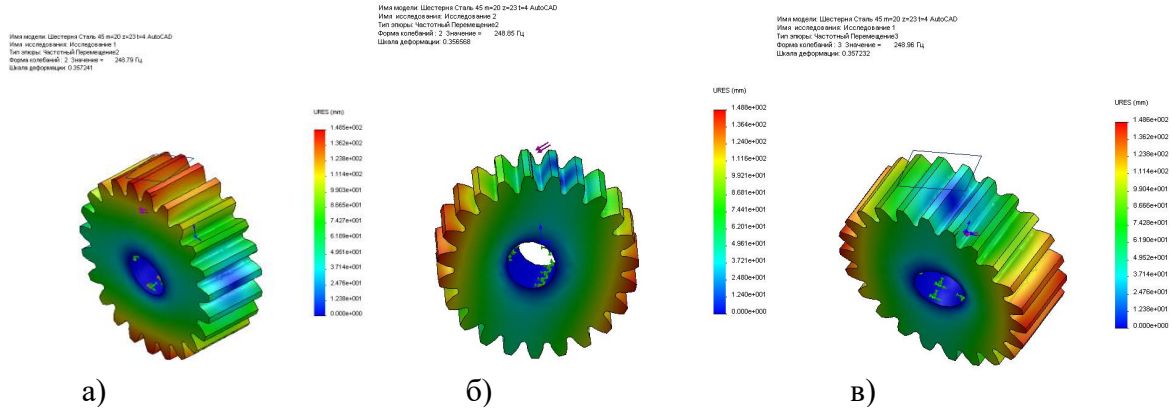


Рисунок 2. Деформація при фрезеруванні циліндричної із частотою вимушених коливань а)– 248,79Гц; б) – 248,85Гц; в) – 248,96Гц;

3. Вимушені коливання, які виникають під час процесу зустрічного фрезерування. Процес зустрічного фрезерування має періодичність, що приводить до вимушених коливань (наприклад, процес утворення переривчастої елементарної стружки в співвідношенні з радіусом заокруглення різальної кромки зубів фрези – ρ).

4. Самозбуджувальна вібрація. Явище, при якому вібраційний рух, що виникає в процесі різання, створює енергію для збереження вібрації. Це явище може розглядатися як негативне демпфування.

Типи вібрацій можуть розглядатися в системі з одним ступенем вільності при масі $m=M$ на пружному елементі із жорсткістю k та зусиллям демпфування g , як показано на рис. 3.

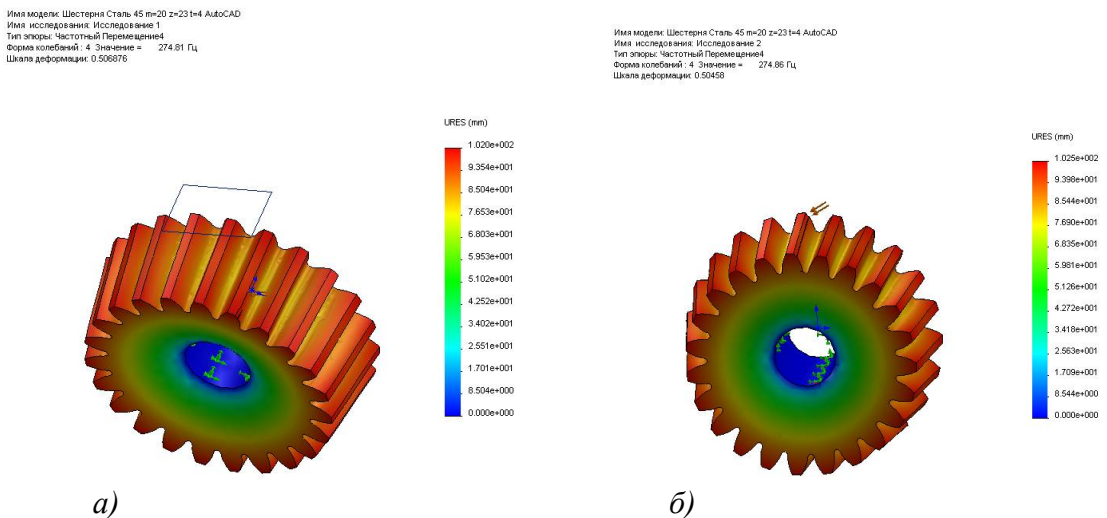


Рисунок 3. Деформація при фрезеруванні циліндричної із частотою вимушених коливань при зустрічному фрезеруванні а) – 274,81Гц; б) – 274,86Гц

Якщо маса рухається із прискоренням \ddot{x} під дією прикладеної сили $F(t)$, тоді рівняння рівноваги має вигляд:

$$m \cdot \ddot{x} = -g \cdot \dot{x} - k \cdot x + F(t) \quad \text{або} \quad m \cdot \ddot{x} + g \cdot \dot{x} + k \cdot x = F(t)$$

Допускається, що пружний елемент має зворотну силу, пропорційну зсуву x , у той час як віброгасник має демпфуючу силу, пропорційну \dot{x} швидкості.

УДК 621.9

О.О.Захарія, В.Р. Кобельник, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСТАТИЧНИХ НАПРЯМНИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

O.Zakhariia, V. Kobelnyk, Ph.D, Assoc. Prof.

DETERMINATION OF OPERATIONAL PARAMETERS OF HYDROSTATIC DIRECT LATHES

Розрахунок гідростатичних напрямних токарних верстатів вимагає знання мас рухомих вузлів верстатів, координат їх центра ваги, величини та напрямку сил різання, що виникають при обробці деталей. Все це ускладнює розрахунок гідростатичних напрямних, але є необхідним для випадків, що вимагають високого ступеня точності, і при проектуванні напрямних нових верстатів.

Аналіз результатів, отриманих при розрахунках на ЕОМ гідростатичних упорних багатокамерних підшипників у формі прямокутників, дозволяє рекомендувати порівняно простий порядок розрахунку:

- визначаємо по технологічній документації вагу рухомих вузлів верстата;
- розраховуємо загальну площу напрямних

$$F_{\text{напрм}} = F_1 + F_2 + \dots + F_n,$$

- визначаємо середній питомий тиск на напрямні, при припущенні рівномірного розподілу навантаження по них:

$$P = W / F_{\text{напрм}};$$

- визначаємо тиск у камерах підведення мастильного матеріалу

$$p_0 = P / K_W;$$

де K_W – безрозмірний коефіцієнт несучої здатності.

Для прямокутних напрямних для яких відношення ширини камер до ширини самої напрямної рівне 0,83, величина безрозмірного коефіцієнта несучої здатності $K_W = 0,62$.

- знаючи тиск у камерах підведення мастильного матеріалу, при припущенні рівномірного розподілу навантаження по напрямній, визначаємо тиск у системі живлення, (тиск, що повинен забезпечити насос):

$$P_{\text{насоса}} = 3,4 \cdot p_0.$$

З огляду на гідравлічні втрати в системі живлення, а також ККД насоса, остаточно визначаємо величину необхідного тиску, на яку повинен бути відрегульований запобіжний клапан

$$P_{\text{системи}} = P_{\text{насоса}} = 4 \cdot p_0;$$

- величина витрати мастильного матеріалу визначиться як сума витрат:

$$Q = \sum_{s=1}^n Q_s = \sum_{s=1}^n \frac{h_0^3}{\mu} p_0 K_{Q_0},$$

де n – число напрямних; K – число камер в одній напрямній; h_0 – бажана товщина мастильного матеріалу, що розділяє поверхні ковзання; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості; K_{Q_0} – безрозмірний коефіцієнт, що характеризує витрати матеріалу.

УДК 621.9

І.В. Луців, д.т.н., професор, В.А. Хомяк, Д.П. Щигельський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРОЇ КЕРУВАННЯ ПЕРЕХІДНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРИ СВЕРДЛІННІ І ФРЕЗЕРУВАННІ

I.V. Lutsiv, Dr., Prof., V.A. Khomiak, D.P. Shchegelsky

TRANSITIONAL PROCESSES CONTROL DEVICES IN DRILLING AND MILLING

Підвищення рівня техніко-економічних показників металообробних верстатів, серед них свердлильних і фрезерних, залежить від значень їх основних характеристик. Поряд з цим забезпечення таких характеристик в значній мірі диктується специфікою власне відповідних схем процесу різання.

Зважимо на те, що технологічна обробна система при різанні знаходиться у важких умовах [1]. Особливо ці умови підсилюються під час перехідних процесів, зокрема, врізання і виходу інструменту із тіла заготовки. При цьому особливо відчутними є перевантаження від сил різання, вплив змінної жорсткості динамічної системи, специфічна поведінка різальних інструментів. Результатом є погіршення точності і якості оброблення (уведення свердла і утворення задирів при свердлінні; втрата динамічної сталості при фрезеруванні), а також зменшення продуктивності оброблення при спробах зниження режимних показників.

Тому ефективним способом уникнення перевантажень при свердлінні та фрезеруванні у перехідних процесах різання є пошук саморегульованих систем керування власне перехідними процесами. Створення таких систем адаптивного типу пов'язане в тому числі із модернізацією відомих конструкцій і кінематичних схем різання.

Вивчення перехідних процесів при свердлінні і фрезеруванні дозволяє з'ясувати основні причини, що визначають специфіку цих процесів і відповідно стримують ріст продуктивності оброблення та підвищення точності та якості поверхонь, що обробляються.

Так, для випадку свердління істотними є деформація пружної системи верстат-інструмент при врізанні в заготовку і, таким чином, накопичення потенціальної енергії пружних деформацій, і перетворення цієї енергії у кінетичну при виході свердла із отвору. Тому виявляється доцільним керувати фактором подачі на етапах врізання і виходу інструменту із зони оброблення.

Подібно до цього в процесі перехідних процесів фрезерування змінюються його динамічні характеристики, бо сам процес оброблення при цьому є почерговим вступанням у різання окремих зубів фрези, що чинять вплив як один на одного, так і загалом на фрезу та верстатну обробну систему. При цьому виявляється істотна нерівномірність процесу.

Відповідний пошук конструкцій для саморегулювання перехідних процесів під час різання може бути орієнтований на принципи структурно-векторного синтезу [2].

Зазначений підхід полягає в тому, що пропонується декомпозиція цілісної структури інструменту, і окремим його елементам надається можливість рухливості у відповідному напрямку. При цьому вказані елементи певним чином пов'язані між собою.

Різні варіанти розміщення пристроїв керування показані на рис. 1.

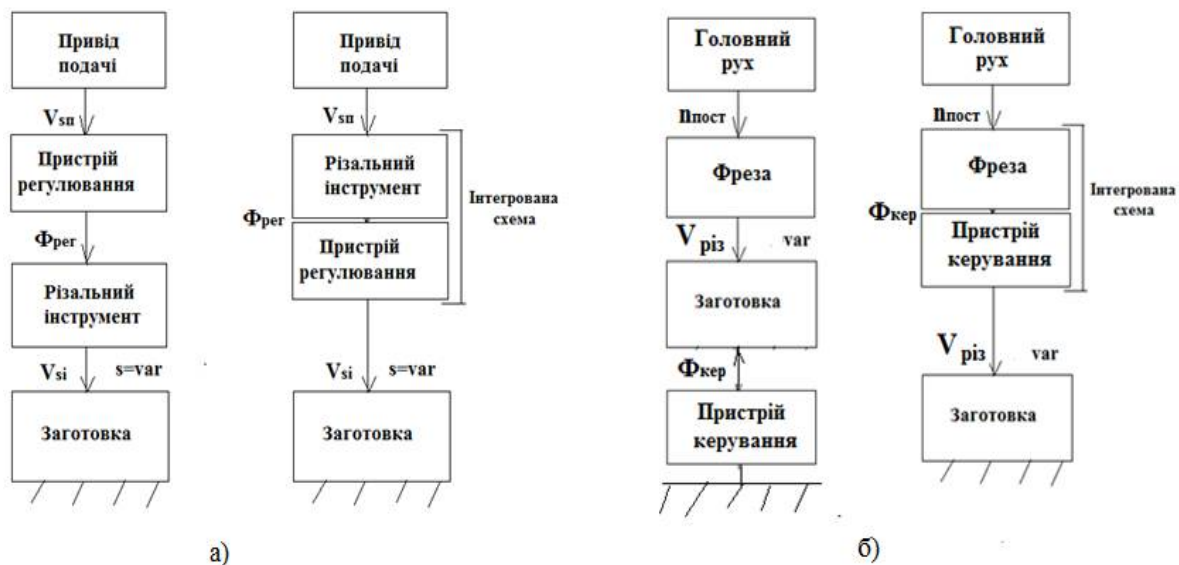


Рисунок 1. Варіанти розміщення пристроїв керування перехідними процесами у структурі обробної системи: а) при свердлінні; б) при фрезеруванні

Відповідно до схеми рис.1,а пристрій регулювання процесу свердління із відповідною функцією регулювання $\Phi_{рег}$ може бути розміщений до інструменту; або ж для процесу фрезерування із функцією керування $\Phi_{кер}$ - після інструменту (рис. 1, б).

Проте ці пристрої можуть бути інтегровані власне у конструкції інструментів.

Тоді при перехідних процесах свердління відбувається різання із змінною саморегульованою швидкістю подачі інструменту $V_{si}=var$. При цьому керування пружними переміщеннями еквівалентної верстатно-інструментальної системи відбувається, зокрема, за рахунок різного роду пружинних і конусно-шарикових пристроїв (рис.1,а).

Аналогічно при перехідних процесах фрезерування різання здійснюється із змінною швидкістю різання $V_{різ}=var$. Цього можна досягнути за рахунок використання демпфувальних вставок та інших пружно-демпувальних елементів, впроваджених у конструкцію фрези.

Зазначені пристрої дозволяють забезпечити необхідне керування формоутворюючими рухами у перехідних процесах при свердлінні і фрезерування.

Література.

1. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія/ [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Нагорняк, С.Г. Предохранительные механизмы металлообрабатывающего оборудования: Справочник / С.Г. Нагорняк, И.В. Луцив. – К.: Техника, 1992. – 72с.

УДК 621.9

**І.В. Луців, д.т.н., професор, В.Н. Волошин, к.т.н., доцент, В.М. Буховець, к.т.н.,
В.О. Гута**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧІ СИЛ У ЦАНГОВІЙ ЗАТИСКНІЙ ОПРАВЦІ ДЛЯ ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ

**I.V. Lutsiv, Dr.Sc., V.N. Voloshyn, PhD, Prof. As., V.M. Buhovets, PhD, V.O. Huta
MODEL OF FORCE TRASMISSION IN A COLLET CLAMPING MANDREL
FOR TURNING OPERATION**

Пристрої металорізальних верстатів істотно впливають на точність і якість оброблення, а також характеристики продуктивності цих технологічних машин. Для токарних верстатів одним із таких суттєвих вузлів виступає затискний механізм (ЗМ) [1]. Від нього в тому числі залежать точність встановлення циліндричної заготовки на верстаті, елементи режимів різання та інші параметри.

На даний час постійно підвищуються вимоги до точності ЗМ, їх характеристик жорсткості, величини діапазону затиску.

Поряд з тим, тривалий час використовуються традиційні конструкції, що не завжди знаходиться у відповідності зі структурою перспективних вдосконалених моделей верстатів. Часто не виконуються в достатній мірі характеристики швидкодії, здатності до переналагодження, швидкохідності та довговічності ЗМ. Тому актуальним є створення нових прогресивних пристроїв затиску заготовок.

Серед таких пристроїв для здійснення токарного оброблення широкого розповсюдження набирають цангові затискні оправки (ЦЗО) [2].

Перспективною із ряду ЦЗО є конструкція із сегментною розтискною цангою і передавально-підсилюючою ланкою гексагонально-пірамідального типу. У такій ЦЗО завдяки вказаній ланці можуть бути досягнуті максимальні зусилля затиску, якщо порівнювати із іншими оправками. Крім того, певні конструктивні вдосконалення дозволяють зробити оправку раціональної довжини. Це зменшує деформації згину оправки під час роботи.

Конструктивні вдосконалення ЦЗО із гексагонально-пірамідальною передачею зусилля супроводжуються рядом функціональних переваг. Це, зокрема, підвищені значення крутних моментів і зусиль затиску; висока жорсткість оправки завдяки її оптимальній довжині; невелике зношування інструменту під час токарного оброблення з використанням такої ЦЗО; кращі показники точності і якості обробленої деталі, зручність у використанні і обслуговуванні ЦЗО.

Описана вище конструкція оправки, що містить спеціальні сегментні елементи і передавальну і підсилюючу ланки у вигляді гексагонально-пірамідальної системи, змінює картину здійснення затиску заготовки у пропонованій ЦЗО і відповідно вимагає розроблення оригінальної схеми і розрахункової моделі передачі зусиль в оправці.

Тому для здійснення розрахунків стосовно передачі зусиль у цанговій затискній оправці з гексагонально-пірамідальною передавально-підсилюючою ланкою і визначення сили затиску заготовки в залежності від параметрів оправки запропонована розрахункова схема, яка зображена на рис.1.

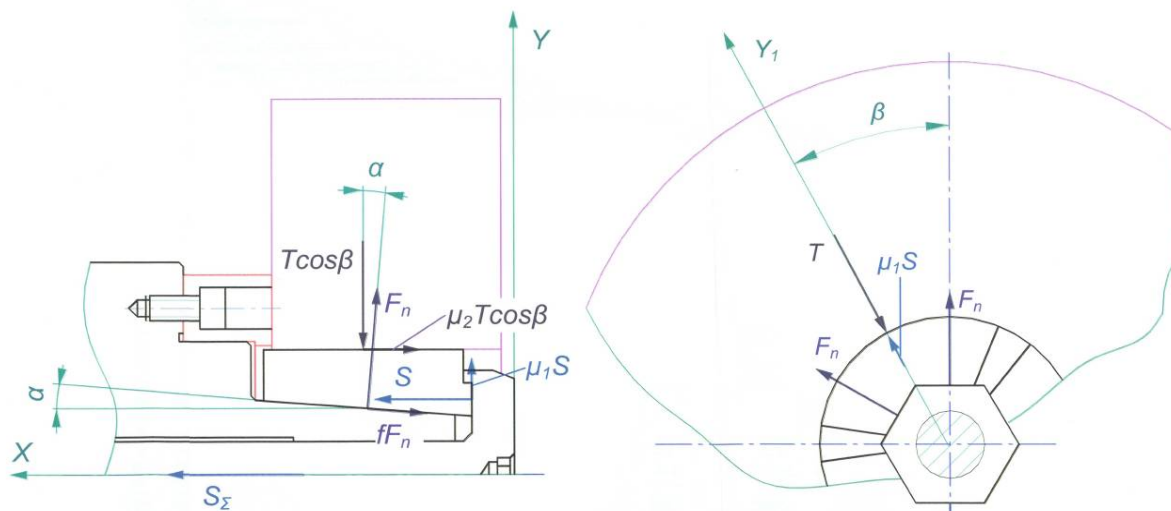


Рисунок 1. Модель передачі сил у цанговій затискній оправці із сегментною цангою

Зображена модель показує схему дії сил і представлена у статичній постановці та ілюструє положення із вибраним зазором між сегментами цанги і заготовкою.

Ключовим зусиллям є осьова сила S , що діє на сегмент. Вона складає $1/3$ значення сумарної осьової сили затиску. Між сегментом та привідним штоком діє сила тертя $\mu_1 S$ (де μ_1 – коефіцієнт тертя). Значення радіального зусилля – T , а сила тертя на поверхні затиснутої заготовки складає $\mu_2 T$ (де μ_2 – відповідний коефіцієнт тертя). Враховані також нормальна складова F_n і відповідне значення сили тертя $f F_n$ ($f = \arctg \varphi$, де φ – коефіцієнт тертя між нахиленою гранню корпусу та сегментом).

Розроблена схема (рис. 1) дозволяє визначити сумарну радіальну силу затиску заготовки трьома сегментами цангової затискної оправки в статиці:

$$T_{\Sigma} = 3S \frac{\cos \beta (\cos \alpha - \sin \alpha) + \mu_1 (\sin \alpha + f \cos \alpha)}{(\sin \alpha + f \cos \alpha) + \mu_2 \cos \beta (\cos \alpha - \sin \alpha)}$$

Описана модель є корисною для виконання подальших конструкторських та технологічних розрахунків.

Література.

1. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія / [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.

2. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием: монография в 2-х ч. Ч.2: Конструкция, расчеты и исследования зажимных механизмов / [Кузнецов Ю.М., Волошин В.Н., Неделчева П.М., Эль-Дахаби Ф.В.]. – К.: ООО «ЗМОК» - ООО «ГНОЗИС», 2010. – 466с.

УДК 539.3

В. Щепановський, Н. Лебедєва-Скочеляс, С. Янковий, В. Ясній, д.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ ПІДСИЛЕНОЇ СПЛАВОМ ІЗ ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ

V. Shchepanovskyi, N. Lebedeva-Skochylias, S. Yankovyi, V. Iasnii, Dr. Sci., Assoc.
Prof.

MODELLING OF THE BEHAVIOR OF SHAPE MEMORY ALLOY REINFORCED CONCRETE BEAM

Сплави з пам'яттю форми (СПФ) є функціональними матеріалами, які характеризуються ефектом пам'яті форми і надпружністю (Рис. 1). Завдяки цим властивостям вони широко застосовуються в багатьох галузях, зокрема в будівельній це елементи пристроїв для зменшення динамічних навантажень на будівельні та інженерні споруди під час землетрусів [1].

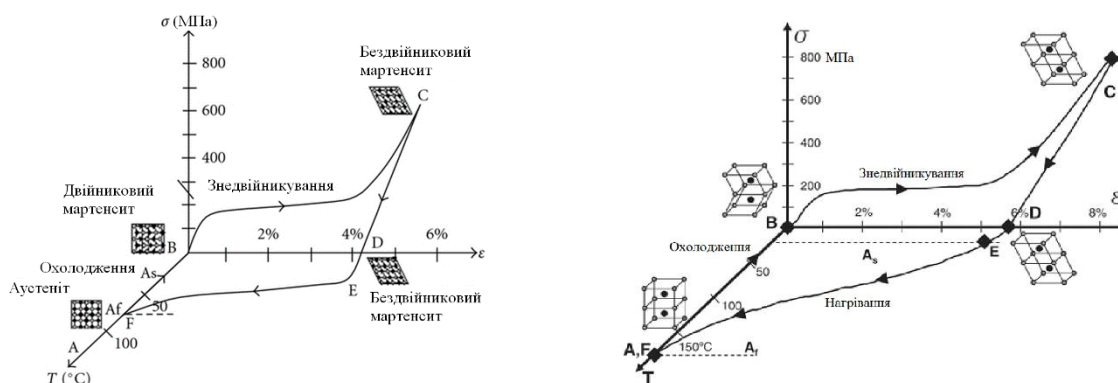


Рис. 1. Вплив напружень, деформації та температури, які проявляють ефект пам'яті форми NiTi (а) [35] та NiTi-Cu (б) сплавів [2], та схематичне представлення змін структури кристалічної ґратки, пов'язані з температурою і напруженнями

Відомо багато робіт в яких досліджено та підтверджено ефективність застосування сплавів з пам'яттю форми для підсилення конструкцій, зокрема залізобетонних [3]. Це запобігає їхньому пошкодженню та дозволяє уникати руйнувань під дією циклічних та динамічних навантажень.

Проте досить перспективним та актуальним є підсилення бетонних конструкцій для захисту від динамічних навантажень.

Для таких типів досліджень буде використана модель залізобетонної балки підсилена СПФ. Дана залізобетонна балка, із вставками зі сплаву Ni-Ti (рис. 2), була створена у робочому просторі програми SpaceClaim та використана для дослідження напружено-деформованого стану під дією повторно-статичного навантаження. Характеристики конструкції: залізобетонна балка $b = 80$ мм, $h = 140$ мм, $L = 1200$ мм; арматура A400C 2Ø14мм; монтажна арматура A240C 2Ø6мм.

Методом скінчених елементів, із використанням комплексу ANSYS, змодельований напружено-деформований стан залізобетонної балки традиційної і залізобетонної балки на двох опорах із вставками стрижнів із надпружного сплаву з пам'яттю форми довжиною 120 мм за вигину рівномірно розподіленим навантаженням на центральній ділянці.

Обґрунтовано ефективність методу зменшення напруження у робочій арматурі, заміною ділянки, де напруження перевищують границю текучості матеріалу на вставку

із надпружного сплаву з пам'яттю форми. Вставки діаметром 14 мм із надпружного сплаву з пам'яттю форми у 3,2 разів зменшують максимальне залишкове еквівалентне відносне видовження робочої арматури порівняно із робочою арматурою 400С.

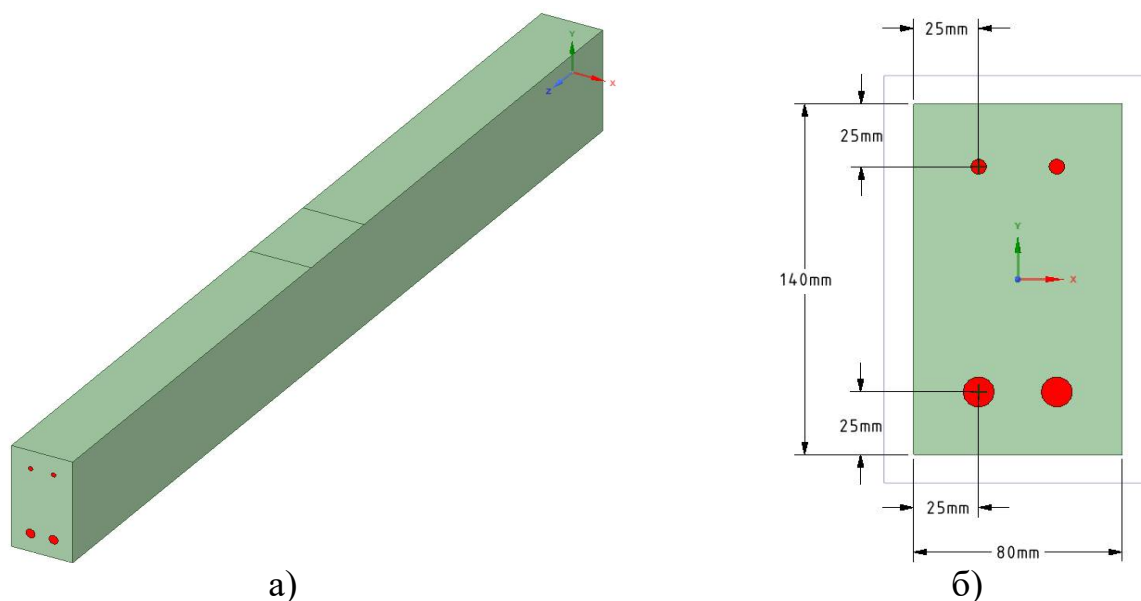


Рис. 2. Просторова модель залізобетонної балки: а) основний вигляд; б) розміщення арматури

За результатами моделювання напружено-деформованого стану виявлено збільшення прогину балки із вставкою із надпружного сплаву з пам'яттю форми порівняно з балкою із робочою арматурою 400С, та збільшує практично на 50% максимальне еквівалентне видовження арматури із надпружного сплаву з пам'яттю форми при максимальному навантаженні.

Даний тип підсилення залізобетонної балки показує ефективність використання СПФ у залізобетонних конструкціях за дії статичного та повторно статичного навантаження. Подібне підсилення конструкцій може також бути ефективним і при дії динамічних навантажень, та навантажень вибухом, проте потребує більш детальних досліджень.

Література

- [1] Siddiquee KN, Billah AM, Issa A. Seismic collapse safety and response modification factor of concrete frame buildings reinforced with superelastic shape memory alloy (SMA) rebar. J Build Eng 2021;42:102468. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102468>.
- [2] Ren X, Miura N, Zhang J, Otsuka K, Tanaka K, Koiwa M, et al. A comparative study of elastic constants of Ti–Ni-based alloys prior to martensitic transformation. Mater Sci Eng A 2001;312:196–206. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(00\)01876-1](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(00)01876-1).
- [3] El-Hacha R, Abdelrahman K. Behaviour of circular SMA-confined reinforced concrete columns subjected to eccentric loading. Eng Struct 2020;215:110443. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110443>.

УДК 621.791.763

Ю.І. Горбань

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЗПОДІЛУ СТРУМУ У ЗОНІ ЗВАРЮВАННЯ

Yu.I. Gorban

RESULTS OF CURRENT DISTRIBUTION RESEARCH IN THE WELDING ZONE

Основною перешкодою підвищення швидкості аргонодугового зварювання сталей є незадовільне формування швів, що проявляється в утворенні підрізів. При цьому з підвищенням швидкості зварювання щільність струму в металі перед дугою збільшується, що призводить до використання електромагнітних сил, що діють у головній частині ванни, витіснення металу в її хвостову частину і, як наслідок, до утворення підрізів.

Встановлено, що зварювання з струмопровідним присадним дротом дозволяє регулювати характер розтікання струму в зоні зварювання і тим самим створити сприятливі умови для якісного формування швів.

Тому метою є дослідження процесу зварювання електродом в аргоні з присадним дротом сталей стосовно проблеми підвищення якості формування швів при зварюванні з підвищеною швидкістю.

Під час зварювання електрод підключений до негативного полюса джерела живлення, вироб, що зварюється, а присадковий дріт – до позитивного полюса (рис. 1).

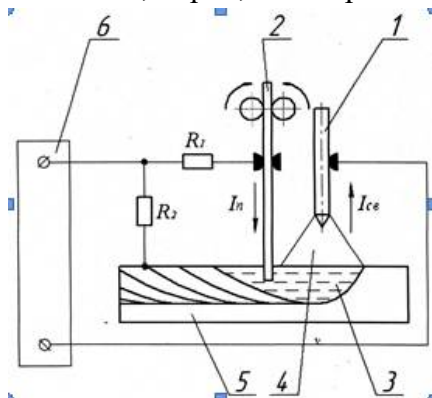


Рисунок 1. Схема процесу зварювання: 1 – електродний дріт; 2 – присадочний дріт; 3 – зварна ванна; 4 – зварна дуга; 5 – виріб; 6 – джерело живлення

Таким чином нагрівання та плавлення дроту походить від впливу трьох джерел теплоти: теплового випромінювання дуги q_u , теплоти зварювальної ванни q_v , а також Джоулевої теплоти $q_{дж}$, що виділяється в дроті при проходженні через неї струму I_n .

Залежність розподілу струму по деталі в зоні зварювання, що характеризується відношенням $\frac{A(\phi)}{\|A(\phi)\|}$

, де $A(\phi)$ – амплітуда наведеної е.р.с. на обмотці магнітної головки при її повороті на кут ϕ , при цьому $\|A(\phi)\| = \max |A(\phi)|$, $0 \leq \phi \leq 2\pi$, від швидкості зварювання $V_{зв}$ та величини струму I_n у присадочному дроті наведені відповідно, на рис. 2а, рис. 2б та рис. 2в.

Як видно з рис. 2, у міру підвищення швидкості зварювання, розподіл струму по деталі в зоні зварювання збільшується. Так, збільшення швидкості зварювання $V_{зв}$ від 40 до 60 м/год призводить до

зниження величини $\frac{A(180^\circ)}{\|A(\phi)\|}$ від 0,73 до 0,6; при збільшенні $V_{зв}$ від 60 до 80 м/год – від

0,6 до 0,48; при збільшенні $V_{зв}$ від 80 до 100 м/год – від 0,48 до 0,32.

Перерозподіл струму по деталі з підвищенням швидкості зварювання, при незмінному місці струмопроведення, пов'язане зі зміною температурних полів у зоні зварювання [1, 2].

При цьому геометрія звареної ванни, що описується ізотермою плавлення, очевидно, відіграє істотну роль.

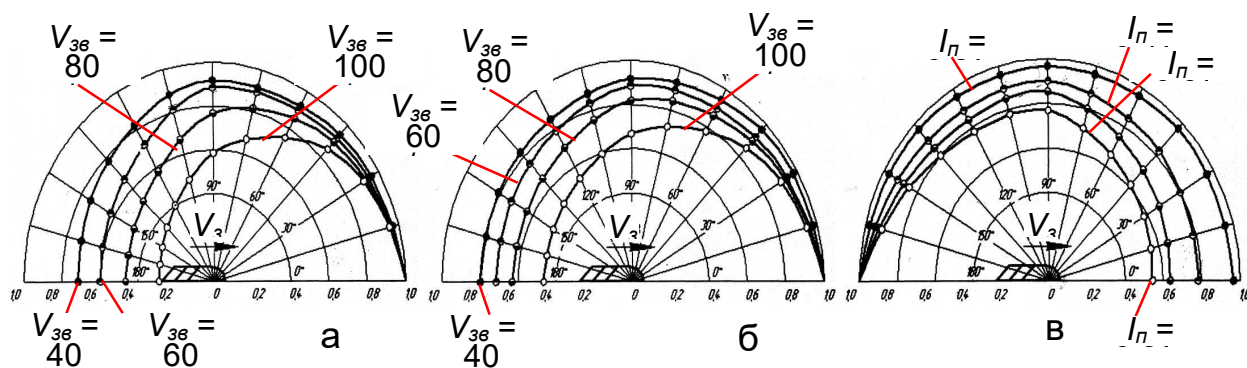


Рисунок 2. Вплив присадкового дроту на розподілення струму по виробу в зоні зварювання: а – без присадкового дроту, $I_n = 0$; б – з присадковим дротом, $V_{36} = 100$ м/год

Стрибкоподібне підвищення питомого опору металів при плавленні говорить про те, що розподіл струму по зварювальній ванні значною мірою визначається її геометрією.

Крім того, без розгляду розтікання струмів по ванні не можна отримати достовірну картинку розподілу струму і в прилеглих до неї ділянках металу, що зварюється. Збільшення ступеня витягнутості ванни, пов'язане з підвищенням швидкості зварювання, повинно призвести до того, що перед дугою, де рідкий прошарок металу зменшується, концентрація струму збільшується, а за дугою, в силу зворотного явища зменшується, що і відображено на рис. 2а.

Введення в хвостову частину зварювальної ванни забезпеченого присадного дроту призводить до зменшення її довжини та незначного перерозподілу струму в зоні зварювання (рис. 2б).

Так, при швидкості зварювання $V_{36} = 40$ м/год величина $\frac{A(180^\circ)}{\|A(\phi)\|}$ збільшується від 0,6 до 0,73; при $V_{36} = 80$ м/год – від 0,48 до 0,63; при $V_{36} = 100$ м/год – від 0,32 до 0,46.

Обстановка радикальним чином змінюється, коли по присадочному дроту протікає частина зварювального струму (рис. 2.7в). Так, при $I_n = 0,2I_{cv}$ величина $\frac{A(180^\circ)}{\|A(\phi)\|}$ зменшується від 1 до 0,97 при $I_n = 0,4I_{cv}$ від 1 до 0,78, $I_n = 0,6I_{cv}$ від 1 до 0,6 і при $I_n = 0,8I_{cv}$ від 1 до 0,5.

Література

1. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактної точкової зварювання деталей сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.
2. Барановский В.Н. Методы применения контактной точечной сварки в сельскохозяйственном машиностроении. Lucrări științifice, UASM. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2015. Vol.45. С. 191–195.
3. Барановський В.М. Експериментальні дослідження контактної точкової зварювання деталей сільськогосподарських машин. Науковий журнал. Вісник ТНТУ. Тернопіль, 2015. Т. 4 (80). С. 111–118.
4. Pulka Ch.V., Shably O.N., Baranovsky V.M., Senchishin V.S. Ways of updating the technology of induction surfacing of thin steel disk. The Paton WELDING JOURNAL. Kiev, E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. May-June 2015. № 5-6/2015. Pg. 59–62.

УДК 621.791.763

Пасічник А.С.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ КОРПУСУ КОНТЕЙНЕРА

A.S. Pasichnyk

STUDY OF CONTAINER BODY ELECTRIC ARC WELDING PROCESS PARAMETERS

Обґрунтування параметрів технологічного процесу зварювання деталей корпусу контейнера проведемо в два основні етапи згідно з проведеним аналізом і вибраними нами технологіями зварювання відповідних деталей корпусу контейнера: автоматизованого електродугового зварювання під шаром флюсу; механізованого електродугового зварювання в середовищі захисного газу.

Схема до розрахунку параметрів автоматичного зварювання під шаром флюсу зварного з'єднання наведена на рис. 1.

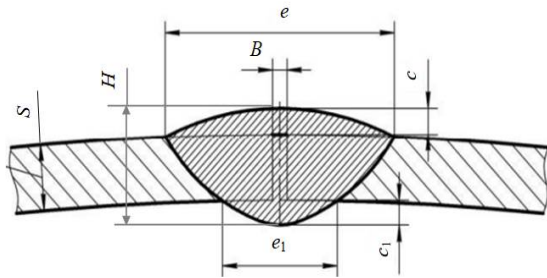


Рисунок 1. Схема до розрахунку параметрів автоматичного зварювання під шаром флюсу

При цьому будемо визначати основні параметри процесу електродугового зварювання деталей корпусу контейнера: силу зварювального струму $I_{зв}$, А; напругу дуги зварювання U_0 , В; швидкість зварювання $g_{зв}$, м/с; швидкість подачі електродного дроту $g_{п.д}$, м/с.

При цьому було отримано розрахункові формули для визначення параметрів процесу автоматичного зварювання під шаром флюсу обичайки кільцевим і поздовжнім одностороннім швом з повним проплавленням:

- сила зварювального струму $I_{зв}$

$$I_{зв} = \Omega \left(S + c_1 - \frac{e_1 c_1}{e} - \frac{BS}{0,73e} \right), \quad (1)$$

де Ω – коефіцієнт, який залежить від вибраної технології електродугового зварювання; B – зазор між зварювальними кромками, мм; S – товщина зварного з'єднання, мм; c – висота підсилення зварювального шва, мм; e_1 – ширина підсилення шва з зворотної сторони, мм; c_1 – висота підсилення шва з зворотної сторони, мм:

- напруга дуги зварювання U_0

$$U_0 = 20 + \frac{K \sqrt[3]{\Omega^2} \sqrt[3]{\left(S + c_1 - \frac{e_1 c_1}{e} - \frac{BS}{0,73e} \right)^4} (\sqrt{j})^{\frac{1}{2}}}{1000 \sqrt{1,13}} \pm 1; \quad (2)$$

де j – допустима щільність струму на вильоті електроду, А/мм²;

- швидкість зварювання $g_{зв}$

$$g_{зв} = \frac{\alpha_p \Omega \left(1 - \frac{\kappa}{100} \right) \left(S + c_1 - \frac{e_1 c_1}{e} - \frac{BS}{0,73e} \right)}{3600 (0,73 (ec + e_1 c_1) + BS) \rho}, \quad (3)$$

де ρ – щільність наплавленого металу зварного шва, г/см³;

- швидкість подачі електродного дроту $\mathcal{Q}_{n.d}$

$$\mathcal{Q}_{n.d} = \frac{\alpha_p j \left(1 - \frac{\kappa}{100}\right)}{1,13^2 \pi 900 \rho}, \quad (4)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення електродного дроту, г/А год; κ – коефіцієнт втрат на угар і розбризкування під час автоматичного зварювання під шаром флюсу.

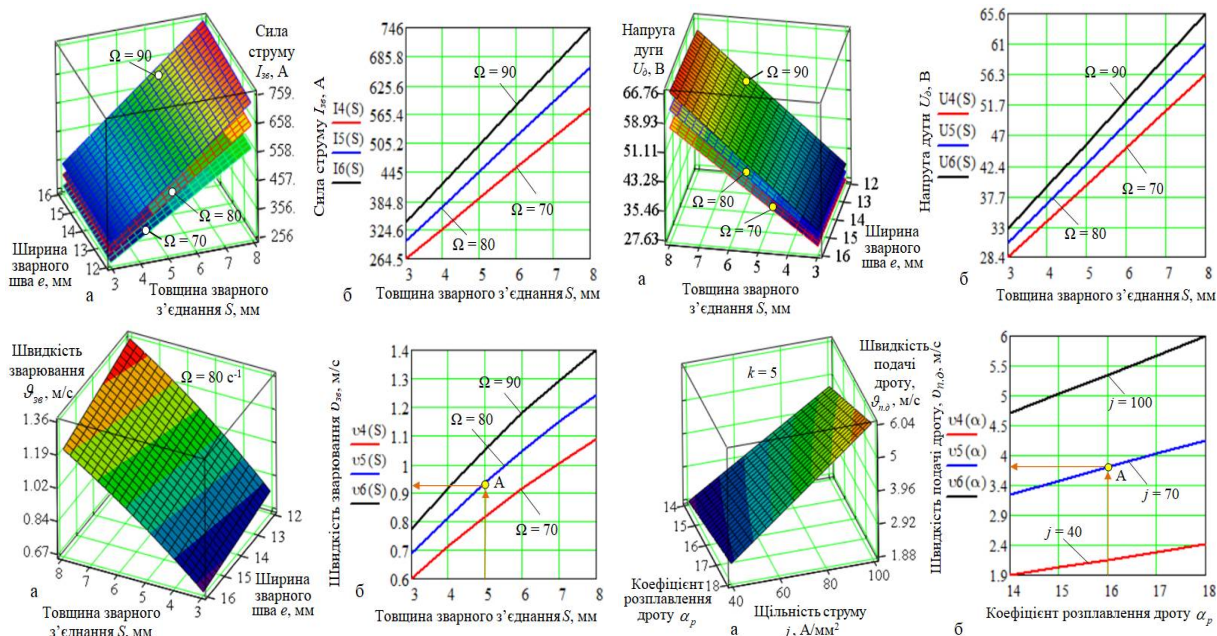


Рисунок 2. Залежність зміни: зварювального струму $I_{зв}$ як функція: а – $I_{зв} = f(S, e)$, б – $I_{зв} = f(S)$; напруги дуги зварювання U_d як функція: а – $U_d = f(S, e)$, б – $U_d = f(S)$; швидкості $\mathcal{Q}_{зв}$ зварювання як функція: а – $\mathcal{Q}_{зв} = f(S, e)$, б – $\mathcal{Q}_{зв} = f(S)$; швидкості $\mathcal{Q}_{n.d}$ подачі електродного дроту як функція: а – $\mathcal{Q}_{n.d} = f(\alpha_p, j)$, б – $\mathcal{Q}_{n.d} = f(\alpha_p)$

За результатами досліджень і на основі їх аналізу можна зробити наступні висновки процесу автоматизованого електродугового зварювання під шаром флюсу обичайки корпусу контейнера кільцевим і поздовжнім швом: сила струму $I_{зв}$ змінюється в межах від 264,5 до 746 А, а напруга дуги зварювання від 28,4 до 65,6 В залежно від конструктивно-геометричних розмірів зварного шва (ширини e та товщини S зварного шва), а також від конструктивного коефіцієнта Ω ; швидкість зварювання $\mathcal{Q}_{зв}$ змінюється в межах від 0,4 до 1,4 м/с, а швидкість подачі електродного дроту від 1,9 до 6,0 м/с залежно від конструктивно-геометричних розмірів зварного шва (ширини e та товщини S зварного шва), а також від конструктивного коефіцієнта Ω .

Література

1. Стельмах І.С., Герасимчук Г.А., Барановський В.М. Перспективи використання методу плазмового зварювання для відновлення культиваторних лап. Наукові нотатки. Міжвузівський (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк : ЛНТУ, 2015. – Вип. 51. С. 182–186.
2. Пулька Ч.В., Барановський В.Н., Сенчишин В.С., Гаврилюк В.Я., Шарик М.В. Поточкова лінія для виготовлення тонких дисків. Наукові нотатки. Міжвузівський зб. «Технічні науки». – Луцьк : ЛНТУ, 2015. – Вип. 52. – С. 8–11.

УДК 631

А.П. Кузняк, О.І. Кравець к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРЕН КУКУРУДЗИ У ПРОЦЕСІ ЇХ СОРТУВАННЯ В БАРАБАННОМУ ТРІЄРІ

A.P. Kuzniak, O.I. Kravets Ph.D., Assoc. Prof.

MODELING THE MOVEMENT TRAJECTORY OF CORN GRAINS IN THE PROCESS OF THEIR SORTING IN THE SORTING DRUM

Трієр належить до сортувальних машин і призначений для розподілу зернової суміші за таким параметром, як довжина зерна. Найчастіше в сортувальних машинах використовуються циліндричні трієри, які являють собою циліндр з внутрішньою робочою циліндричною поверхнею, на якій розміщуються комірочки. Під час роботи трієра зернова суміш захоплюється комірочками. Розміри комірок підбираються так, щоб короткі зерна цілком умістилися в них, і тому при повороті трієра вони піднімаються на більшу висоту, ніж довгі зерна, які не можуть цілком розміститися в комірці і випадають з неї раніше, ніж короткі. У зоні випадання короткого зерна всередині циліндра трієра встановлюють жолоб для збирання випадального зерна, і далі шнековим транспортером це зерно переміщується із зони роботи трієра. Зерна, які мають довжину більшу, ніж діаметр комірок, випадаючи, знову потрапляють у зернову суміш у нижній частині і поступово виносяться із зони роботи трієра.

Було виконано моделювання траєкторії вільного падіння зерен кукурудзи у процесі їх сортування в барабані трієра з метою визначення оптимального місця для встановлення приймального жолоба. При цьому враховували наступні сили, що діють на частинку зерна: силу земного тяжіння G , відцентрову силу F_v , силу інерції F_i , сила тертя F_t та нормальну реакцію N . Силу опору повітря не враховували.

Для визначення оптимального місця для встановлення приймального жолоба

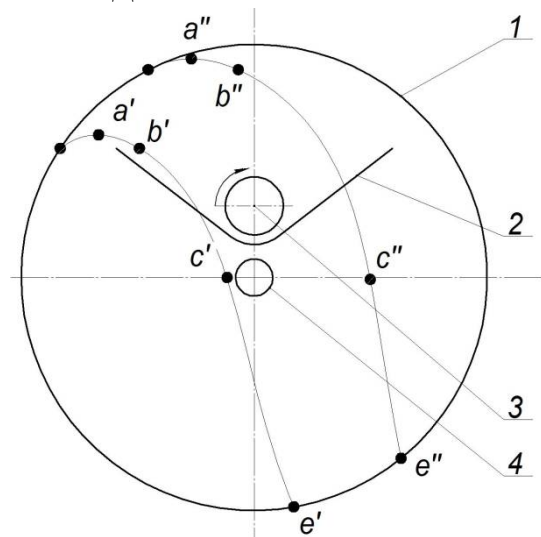


Рисунок. Встановлення приймального жолоба: 1-барабан трієра; 2- жолоб; 3-транспортуючий шнек; 4-вал барабану трієра.

немає потреби моделювати траєкторії руху абсолютно всіх зерен – достатньо побудувати траєкторію руху першого зернятка кукурудзи, яке випаде з комірочки трієра та траєкторію вільного падіння останнього зернятка. В результаті математичного моделювання отримали дві траєкторії руху зерен кукурудзи (рис.): $a'-b'-c'-e'$ та $a''-b''-c''-e''$. Приймальний жолоб 2 встановили таким чином, щоб траєкторії обох зерняток (першого та останнього) перетинали його поверхню.

Також отримані дані свідчать, що хоча даний трієр дозволяє ефективно очищувати зерно кукурудзи від домішок довгої форми, проте у приймальний жолоб окрім зерен кукурудзи потрапляють домішки (наприклад насіння буряна), що мають значно менший розмір ніж основна

культура. З метою додаткової очистки зерна кукурудзи пропонується нижню поверхню приймального жолоба виготовляти перфорованою. Таким чином зерно буде додатково очищатися під час його транспортуванні вздовж жолоба за допомогою шнека.

УДК 631
М.М. Фік

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СХЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕШІТ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОЇ ДІЛЯНКИ СЕПАРАТОРА

М.М. Fik

SCHEMATIC REPRESENTATION OF CYLINDRICAL SIEVES TO SUBSTANTIATE THE RATIONAL DESIGN PARAMETERS OF THE WORKING SECTION OF THE SEPARATOR

Розроблено нові конструкції розпушувачів у вигляді навареними на поперечних перемичках ребер або виштампувані довгастих рифлів (рисунок.1 а, б).

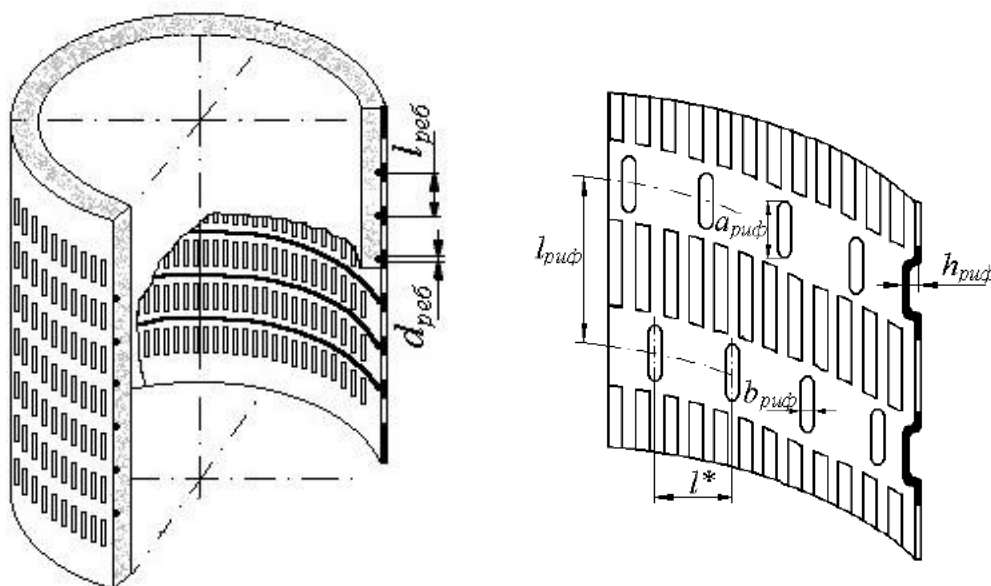


Рисунок.1 - Конструктивні схеми циліндричних решіт з розпушувачами:
а - з ребрами; б - з рифлями

При вібраціях решета розпушувачі повідомляють впливу в суміш і розпушують її, що сприяє швидкому просуванню частинок з шару до решето. Ребра встановлюються на підсівних решеті (рисунок.1, а), так як його проходимими частками є дрібні домішки і подрібнене зерно не потребує орієнтації перед просіюванням в отвори. Рифлі встановлюються на сортувальному решеті (рисунок.1, б), оскільки його проходимими частками є дрібні зерна вимагають поздовжньої спрямованості. Розміри довгастих отворів підсівних решета $1,7 \times 16 \text{ мм}^2$, сортувального $2,2 \times 20 \text{ мм}^2$. Конструктивними параметрами розпушувачів є: діаметр ребер $d_{\text{реб}}$; відстань між ребрами $l_{\text{реб}}$; висота рифлів $h_{\text{риф}}$; відстань між рядами рифлів $l_{\text{риф}}$; відстань між рифлями l^* ; ширина рифлів $b_{\text{риф}}$; довжина рифлів $a_{\text{риф}}$.

Використовуючи перевагу циліндричних вібровідцентрових решіт по простоті їх виготовлення, ефективності взаємодії системи “решето — очисник отворів”, доцільність мати в конструкції решета інтенсифікатори, мною пропонується раціональна конструкція вібровідцентрових решіт, які є взаємозамінними з серійно виготовляємими циліндричними решетами. Таке циліндричне решето має дві неперфоровані ділянки для закріплення на опорних поверхнях решітного барабана і

три рифлені ділянки, які виконують роль інтенсифікаторів процесу розрихлення зернової суміші (сегрегації) і просторового каркасу для підвищення жорсткості решітної поверхні і його зміцнення. Висота рифлів H , відстань між ними l , а ширина рифлених ділянок B (рисунок.2).

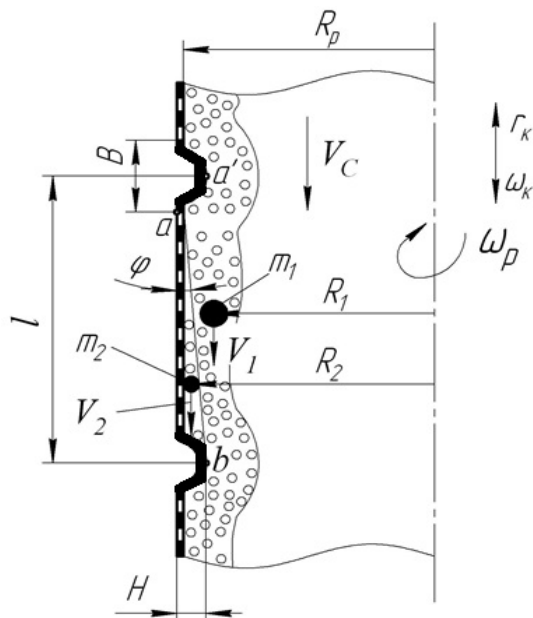


Рисунок.2 Схематичне зображення фрагмента поверхні циліндричного решета з рифленими ділянками в повздовжньому перерізі з шаром зернової суміші

Зерновий шар переміщається по внутрішній поверхні решета шляхом ковзання і величина коефіцієнта зовнішнього тертя f_3 зберігається незмінною як по часу, так і в будь-якій точці траєкторії руху нижніх частинок зернового шару. Частинки, що знаходяться всередині зернового шару, переміщуються відносно нижче розміщених також шляхом ковзання і величина коефіцієнта внутрішнього тертя f_B також зберігається незмінною як по часу, так і в будь-якій точці траєкторії руху з заглибленням до досягнення поверхні решета. На протязі роботи решета зберігаються умови: $\omega_p = \text{const}$; $\gamma_k = \text{const}$; $\omega_k = \text{const}$, а відстань від осі обертання до умовного центра частинок зернової суміші знаходяться в межах $(R_p - 0,5d)$

$$(R_p - H + 0,5d),$$

де d — умовний діаметр частинки зернової суміші.

Зернова суміш, що знаходиться на поверхні решета між двома рифлями, під дією відцентрових сил притискується до цієї поверхні і створює кільцевий шар, який під дією сили інерції коливального руху решета і ваги рухається згори до низу. При цьому передана поверхнею решета елементарному шару дія сили інерції коливальному руху і ваги передається вище розміщеним елементарним шарам, за рахунок чого відбувається розрихлення шару зернової суміші і інтенсивне проникнення дрібних часток до поверхні решета, а потім — просіювання їх крізь отвори.

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 004.9

В.О. Церковний, Я.В. Литвиненко, д.т.н., професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВЗАЄМОДІЯ СИСТЕМ СТЕЖЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БАГАЖУ

V.O. Tserkovnyi, I.V. Lytvynenko, Doctor of Sc., Professor

INTERACTION OF TRACKING SYSTEMS FOR THE TASK OF BAGGAGE TRANSPORTATION CONTROL

Використання «Smart» (розумних) технології стало невід’ємною частиною сучасного життя. Однією із таких технологій є GPS трекинг - ця технологія, лежить в основі будь-якої системи стеження транспортних засобів. Технологія існує вже давно [1], спочатку вона була створена для військового використання в 1960-х роках. У 1983 році GPS став доступним для всіх і з тих пір технологія лише розвивалась та покращувалась. GPS-стеження належить до глобальної системи позиціонування. Сюди входить мережа з багатьох супутників на орбіті та пристроїв на поверхні Землі, які можуть з високою точністю знаходити людину чи транспорт на Землі. GPS-стеження належить до глобальної системи позиціонування. За допомогою цієї технології можна відстежувати три окремі набори даних: навігацію, позиціонування та хронометраж.

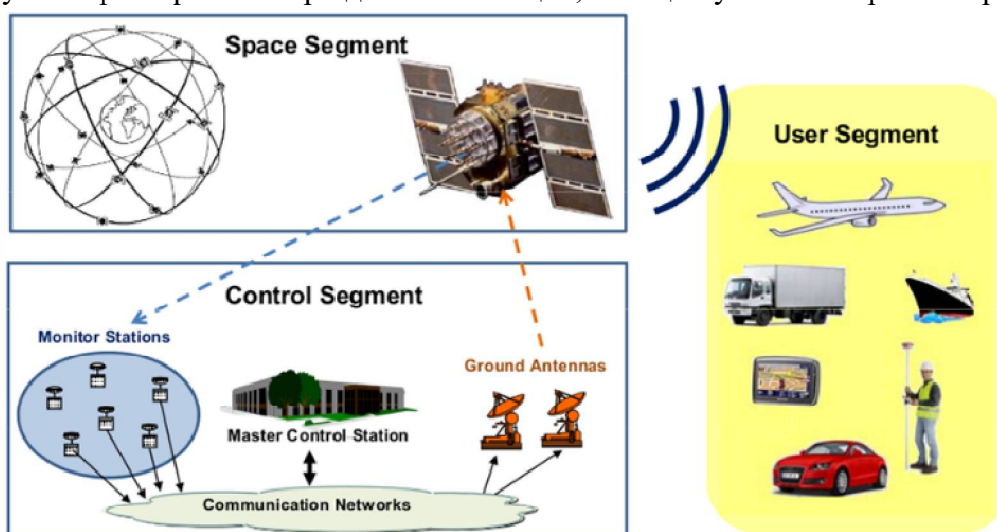


Рисунок 1 – Загальний принцип роботи GPS

GPS вимагає використання багатьох супутників, які обертаються навколо Землі [2]. Ці супутники постійно передають своє місце розташування та статус над нами. Це постійно контролюється «GPS Master Control Station», а також іншими станціями відстеження та моніторингу тут, на землі, для забезпечення точності та належної роботи. Головний контрольний пункт також відповідає за технічне обслуговування та виправлення, якщо щось піде не так.

Внаслідок розповсюдження замовлень різного роду товару, функціями доставки користується велика кількість організацій, компаній та простих користувачів. Доставка товару має досить великий попит на ринку. Завдяки компаніям, які надають функції експрес-доставки, люди замовляють товар кожен день [3].

Ця доповідь стосується розробки системи моніторингу перевезень багажу. Поєднання GPS модуля з контролером, давачами інформації, та з функцією запису

інформації, надасть користувачу змогу моніторингу якості перевезення його багажу на досить великих дистанціях, з міста в місто, з одної області в іншу та з одної країни в іншу. Функцію контролю перевезення товару можна застосувати до автомобільного транспорту, повітряного та пароплавів. Використання системи моніторингу відобразить дистанційно умови, за яких було доставлено багаж, та при доставці клієнт знатиме про цілісність замовлення. Компанії які надають послуги доставки, зможуть бачити роботу своїх водіїв і аналізувати за яких обставин товар прибув не належним чином.

При використанні системи моніторингу можливо дізнатись умови за яких доставлявся товар, а саме:

- візуалізація рівня температури та вологості, за рахунок датчиків температури та вологості;

- повідомлення про порушення рівня вібрації, що приводить до таких наслідків як прибуття скляних конструкцій, комп'ютерної, мобільної та іншої техніки з дефектами, через які можуть спостерігатись неполадки в роботі цих пристроїв, використовуючи датчик вібрації;

- місце знаходження і шлях перевезення багажу в реальному часі, та при використанні резервного сховища, використовуючи GPS модуль та SD модуль карти пам'яті.

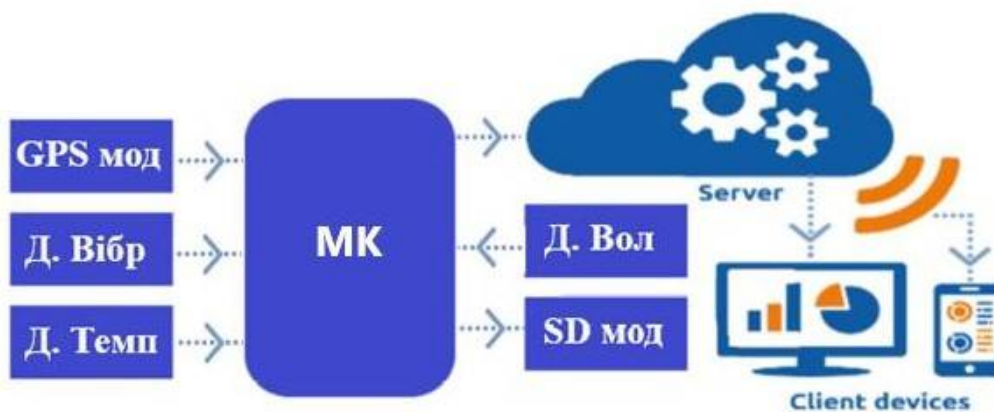


Рисунок 2 – Структура системи контролю перевезення багажу

Проаналізувавши корисність системи можна зробити висновок про те, що використовувати розумну систему наведеного типу є досить актуальною, тому що, система може слугувати для відстеження різного роду багажу, а саме: медикаментів, військового багажу, скляних конструкцій, техніки, продуктів. Для запобігання різного роду проблем можна використати розумну GPS систему об'єднану з датчиками. Система дасть змогу отримувати свій багаж в цілісності. Переглянувши умови перевезення буде зрозуміло заздалегідь, що багаж може бути не придатним для подальшого використання.

Література

1. Співаючі супутники або історія створення GPS 2018. <https://www.imena.ua/blog/gps-history/>
2. GPS, Система глобального позиціонування 2021. <https://www.wiki.uk-ua.nina.az/GPS.html>
3. Принципи роботи системи GPS моніторингу транспорту 2019. <https://gpsuaservice.com.ua/ua/a372116-printsipi-roboti-gps.html>

УДК 656

О.М. Днись, О.І. Голояд, І.П. Парій

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ЗУПИНОЧНІ ПУНКТИ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

О.М. Dnys, O.I. Holoiad, I.P. Parii

PASSENGER TRANSPORT STOPS

Розрахунок часу затримки транспорту при відправці із пункту зупинки - одне із багатьох завдань, що відноситься до мікромодельовання транспортної мережі. Сфера застосування мікромодельовання зазвичай знаходиться за межами сфери задач багатовимірної оптимізації, що пов'язано з існуючими ресурсними обмеженнями на практиці. Мікромодельовання дає об'єктивні результати при використанні його в якості альтернативи експериментальним дослідженням. Для виконання ефективного мікромодельовання необхідно заповнити дані про процес та об'єктивність його оцінки. Дослідження тенденцій технологічного процесу дозволяє оцінити значення його показників у майбутньому, щоб сформувавши систему заходів щодо забезпечення досягнення поставленої мети модельовання.

Час виїзду транспорту із зупиночного пункту залежить від його місця розташування до або після регульованого перехрестя. Варіанти ситуацій, що виникають при виїзді громадського транспорту із пункту зупинки зображені на рисунку 1 [1].



Рис. 1. Варіанти ситуацій, що виникають при виїзді громадського транспорту із пункту зупинки

На практиці, при досить щільному русі громадського транспорту, зупинки, розміщені перед перехрестям знижують пропускну здатність доріг більше, ніж за перехрестям.

Перелік посилань

1. Вакуленко К. Є., Доля К. В. Управління міським пасажирським транспортом: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 257 с.

УДК 004.9

В.О. Церковний, Я.В. Литвиненко, д.т.н., професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ПЛАТФОРМ ARDUINO, RASPBERRY PI ТА ESP8266 В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БАГАЖУ

V.O. Tserkovnyi, I.V. Lytvynenko, Doctor of Sc., Professor

ANALYSIS OF ARDUINO, RASPBERRY PI AND ESP8266 PLATFORMS IN THE TASKS OF BAGGAGE TRANSPORTATION MONITORING

Основне призначення платформ для Інтернету речей - змусити датчики й механізми працювати як єдиний пристрій і виконувати закладені вимоги, а також інформувати про події, чи про результати виконаних дій.

Ця доповідь стосується аналізу платформ в задачах моніторингу перевезень багажу. Для реалізації поставленої задачі, до загального аналізу обрано платформи Arduino, ESP8266 та Raspberry Pi.

Arduino - це 8-розрядна плата розробки мікроконтролера з інтерфейсом програмування USB для підключення до комп'ютера та додатковими роз'ємами для підключення зовнішньої електроніки, наприклад датчиків, динаміків двигунів, діодів тощо. Вхідні контакти Arduino можуть цифровими та аналоговими, тоді як вихідні контакти є лише цифровими. Arduino має інтегроване середовище розробки з відкритим вихідним кодом, яке має крос-компілятор, налагоджувач і послідовний монітор для керування входами та виходами.

Raspberry Pi - це комп'ютерна плата розробки, яка працює на дистрибутиві Raspbian Linux. Плата Raspberry Pi B+ має 32-розрядний процесор, чотири порти USB, порт HDMI, порт Ethernet, аудіопорт, роз'єм для камери CSI та слот для карт мікро SD. Він також має 40 входів/виходів загального призначення. Raspberry Pi поставляється в різних моделях, Model 2 не має вбудованого Wi-Fi. Нові моделі Raspberry Pi 3 мають інтегрований модуль Wi-Fi на своїй платі, що полегшує налаштування підключення до Інтернету. Raspberry Pi - це більше мікрокомп'ютер, тому він значно дорожчий.

ESP8266-Node MCU - це плата розробки з відкритим вихідним кодом та мікропрограмою. Модуль ESP-8266 - бездротова програмована плата мікроконтролера, за допомогою якої можна надавати доступ до мережі та підключатись до зовнішніх мереж, використовуючи вбудований WiFi. ESP8266 - платформа здатна розміщувати програму та розвантажувати функції через мережу, вона підходить для сприймння даних з різних підключених датчиків IoT і надсилати дані на центральний сервер.

Проаналізувавши кожен платформу можна зробити висновок про те, що ESP8266 задовільняє потреби поставленої задачі. Використовуючи цю платформу можна відстежувати перевезення багажу, включати у пристрій додаткові функції, а саме давачі, модуль SD карти для збереження даних, та GPS модуль. Враховуючи зручність програмування, обміну даних за допомогою вбудованого Wifi з веб сторінкою, необхідної кількості аналогових та цифрових виходів, ціни, та вимог до поставленої задачі моніторингу багажу, обрано платформу ESP8266 NodeMCU.

Література

1. Типи мікроконтролерів 2022. <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/internet-veschej-internet-of-things-iot>
2. Порівняння плат Arduino, Raspberry Pi та ESP8266 2019. <https://www.researchgate.net/publication/337707190>

УДК 004.93

Р. Соломка, Я. Литвиненко, д.т.н., професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ

Ruslan Solomka, Iaroslav Lytvynenko Doctor of Sc., Professor.

ANALYSIS OF NUMBER PLATES RECOGNITION METHODS

Ідентифікація транспортних засобів – це область досліджень, у якій використовуються методи обробки зображень шляхом виявлення та розпізнавання номерних знаків. Типовий процес для ідентифікації автомобіля складається з трьох основних етапів. Це відстеження транспортного засобу, визначення номерного знаку та ідентифікація (розпізнавання) символів номерного знаку.

Ця доповідь стосується дослідження різних методів розпізнавання номерних знаків. Загалом пасивні методи розпізнавання можна розділити на дві групи, ті що використовують штучні нейронні мережі та ті що використовують методи відмінні від нейронних мереж. Для системи на основі нейронної мережі необхідно її навчити на основі тренувальних даних. Система вивчає ці символи, та після тренувань порівнює вхідні дані із вже відомими символами. Відповідно на даний час існує велика кількість методів для розпізнавання номерних знаків.

Метод описаний в роботі [1] найчастіше застосовується у камерах, що перебувають в русі. Умови освітлення, фон і положення транспортного засобу не так важливі для цього розпізнавання символів. Цей метод може локалізувати різні розміри номерних знаків із зображення. Після локалізації номерного знаку (встановлення ділянки кадру), його символи сегментуються. Для розпізнавання символів використовується декілька нейронних мереж.

Інший метод, що описаний в роботі [2] використовується для розпізнавання китайських номерних знаків. Зображення знаків перетворюється на бінарне представлення, з якого потім видаляється шум. Скелет що залишився використовується для виділення особливостей символу. Тоді усі символи нормалізують до розміру 8*16 пікселів. Далі зображення обробляється за допомогою нейронної мережі для розпізнавання окремих символів.

У статті [3] використовується інший алгоритм, розроблений для італійської мови дорожньою компанією. Їх алгоритм класифікації має два етапи. Один з них це фаза налаштування параметрів, а інший – класифікація символів за вбудованими генеративними моделями з використанням коваріаційної матриці. Вони перевірили 7000 різних зображень номерних знаків, та у цьому дослідженні правильна класифікація становить близько 98,1 відсотків.

Проаналізувавши наведені алгоритми можна зробити висновок що використання нейронних мереж наразі є домінуючим методом при вирішенні завдань розпізнавання номерних знаків автотранспорту. Тому розвиток альтернативних методів є доволі актуальним.

Література

1. A versatile low-cost car plate recognition system Lopez, J.M.; Gonzalez, J.; Galindo, C.; Cabello, J.; Signal Processing and Its Applications, 2007. Page(s):1 – 4.
2. Character recognition using parallel BP neural network Feng Yang; Fan Yang; 2008. ICALIP 2008. International Conference on 7-9 July 2008 Page(s):1595 – 1599.
3. Generative Models for License Plate Recognition by using a Limited Number of Training Samples Tommaso, C.; Image Processing, 2006 Page(s):2769 – 2772.

УДК 656.072

М.Н. Дябло, В.Р. Халупа, О.П. Цьонь, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ ГРАФІКІВ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

M.N. Diablo, V.R. Khalupa, O.P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF PASSENGER TRANSPORT SCHEDULES

Забезпечення повноцінного задоволення потреб населення в транспортних перевезеннях, підвищення культури працівників транспортної сфери, встановлення належного порядку і дисципліни на транспорті – одні із основних задач автоперевізних підприємств.

Пасажирські перевезення із використанням автомобільного транспорту зазнали важливого розвитку в дистанційному сполученні. Як показує досвід організації транспортних робіт на маршрутах, що з'єднують багато міст і промислових центрів, автомобільний транспорт має явні переваги у порівнянні із залізничним транспортом за транспортними витратами і капітальними вкладеннями у рухомий склад.

Створення розкладів руху є важливою задачею при плануванні та організації перевезень пасажирів.

Розклад руху громадського транспорту є важливим документом, який характеризує режим перевезень, своєчасне його виконання, умови праці водіїв і основні експлуатаційні показники функціонування рухомого складу.

Графік руху являє собою єдиний документ - план, який відображає, з однієї сторони, потреби у пасажирському транспорті і, з іншого, можливості підприємств автомобільного транспорту.

Розклад руху пасажирського транспорту загального користування повинен забезпечувати:

- найкращі умови та комфорт перевезень пасажирів з мінімальним часом поїздки;
- велику регулярність автобусного сполучення по всьому маршруту;
- нормативні умови роботи та відпочинку водіїв і кондукторів.

Для планування розкладу руху громадського транспорту загального користування необхідні наступні дані:

- матеріали досліджень пасажиропотоку і розрахунки інтервалів руху;
- встановлені нормативи часу на перевезення;
- дані про нульовий пробіг транспортних засобів;
- допустимі форми і норми організації роботи та відпочинку водіїв транспортних засобів;
- розклади руху автобусів та інших видів транспорту на маршрутах;
- дані про функціонування підприємств, організацій і промислових установ.

Процес складання графіків руху маршрутного транспорту загального користування займає багато часу. Слід зазначити, що на кожному міському маршруті графік змінюється кілька разів протягом року: розробляються два літніх і зимових графіки, що передбачають сезонні зміни пасажиропотоків. Для кожного сезону створюються розклади на будні та вихідні дні. Ці обставини призвели до того, що розрахунки з планування графіків роботи на пасажирських маршрутах громадського транспорту на транспортній мережі проводяться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, використання якого є необхідним у сучасних процесах автоматизації планування функціонування міської транспортної системи.

УДК 004.93

Р. Соломка, Я. Литвиненко, д.т.н., професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Ruslan Solomka, Iaroslav Lytvynenko Doctor of Sc., Professor.

RESEARCH OF VEHICLE RECOGNITION SYSTEMS

У країнах, що швидко розвиваються, відповідно разом із технологіями, зростає кількість транспортних засобів. Паралельно також росте потреба в автоматичному розпізнаванні даних транспортних засобів. Відповідно на цю тему було проведено багато досліджень. В працях [1, 2] запропоновано різні методи для досягнення цієї мети.

Ця доповідь стосується аналізу сучасних досліджень у сфері розпізнавання автотранспорту. Загалом можливо розділити такі дослідження на дві категорії – активні системи, та пасивні системи.

Активні системи використовують лазерні, радіочастотні та інші технології для розпізнавання транспортного засобу. У лазерних системах на автомобіль наноситься штрих-код. При використанні радіочастотних методів на транспортному засобі розміщується певний ідентифікатор в який можна додати більш детальну інформацію разом із номерним знаком транспортного засобу. Радіо пристрій для зчитування інформації з такого ідентифікатора розміщується там, де ми хочемо ідентифікувати транспортний засіб. Зображення транспорту даних системі непотрібне, таким чином вона працює практично без помилок та є досить надійною. В останні роки такі радіочастотні станції можуть розташовуватися там, де інші рішення неможливі та різного виду помилки є неприпустимі.

У пасивних системах розпізнавання транспортних засобів відбувається шляхом ідентифікації та обробки зображення номерного знаку автомобіля. Тому якість результатів у пасивних системах сильно залежить від якості зображення. Відповідно при великій кількості шумів в зображенні, можуть виникнути невірні результати.

Систему ідентифікації номерних знаків можна використовувати у багатьох напрямках, наприклад стоянки без людського регулювання, контроль безпеки заборонених зон, дотримання правил дорожнього руху та автоматичний збір плати за проїзд. Така система фіксує зображення транспортних засобів та ідентифікує номерні знаки автоматично. Стандартний процес розпізнавання номерних знаків складається з трьох частин:

- визначення місця розташування номерного знаку;
- сегментація символів із зображень номерного знаку;
- розпізнавання сегментованих символів.

З цього можна зробити висновок що активні системи більш надійні для розпізнавання транспортних засобів, адже сонячне світло, тінь, бруд та інші фактори на зображенні номерного знаку ускладнюють його розпізнавання в пасивних системах. В активних системах зображення номерного знаку не використовується, таким чином, ці фактори не впливають на розпізнавання транспортних засобів. Проте пасивні системи є вигіднішими у плані простоти використання та масштабованості.

Література

1. Plate detection and recognition by using color information and ANN, Ziya TELATAR, Emre, Electronic Engineering Department, Ankara University, ANKARA, 2007.
2. A Macao license plate recognition system Cheokman Wu; Lei Chan On; Chan Hon Weng; Tong Sio Kuan; Machine Learning and Cybernetics, 2005. Page(s):4506 – 4510.

СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.3

С.М. Бабюк, к.т.н., О.О. Грицюк, І.С. Косткіна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РАЦІОНАЛЬНЕ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ

S. Babiuk, Ph.D., O. Hrytsiuk, I. Kostkina

RATIONAL ELECTRICAL SUPPLY OF APARTMENT BUILDINGS

Різке загострення проблеми втрат електроенергії в електричних мережах вимагає ефективності використання енергетичних ресурсів [1].

Для енергопостачання споживачів, розташованих на території міст і селищ, створюються спеціальні електричні системи, які мають свої характерні особливості. Електричні мережі міст і поселень мають найбільшу протяжність, сильно розгалужені і безпосередньо забезпечують споживача, тому людина знаходиться в тісному співвідношенні з ними.

Для енергоживлення споживачів, розташованих у містах і селищах, створюються спеціальні системи електричних мереж, які мають характерні особливості. Електричні мережі міст та селищ мають велику протяжність, сильно розгалужені та безпосередньо постачають споживача, тому людина перебуває у тісному контакті з ними.

Електричні навантаження житлових квартир є випадковими, що залежать від способу життя різних сімей, набору електроприймачів, матеріального достатку сім'ї та багатьох інших факторів. Навантаження житлових будинків суттєво змінюються протягом доби та залежно від пори року.

Прийнято нормувати електричні навантаження в кіловатах на квартиру (сім'ю), причому зі збільшенням кількості квартир, приєднаних до даного елемента мережі, питомі навантаження знижуються. Затверджені розрахункові питомі навантаження на квартиру прийняті для періоду зимового максимуму, тобто для періоду найбільших навантажень у житлових будинках, та визначені на розрахунковий термін приблизно 15 років для внутрішніх мереж та 8-10 років для зовнішніх мереж та трансформаторних підстанцій. У значеннях питомих навантажень враховано і неминучу випадкову асиметрію навантажень окремих фаз, що особливо важливо для житлових будинків з електроплитами, де струм у нульовому дроті може досягати 50% струму у фазі. Питоме навантаження квартир включає навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень.

Розрахункові навантаження для ліфтових установок визначаються з урахуванням коефіцієнтів попиту, залежить від кількості приєднаних ліфтів і поверховості будівель, встановлених виходячи з спеціальних досліджень.

Електричні навантаження від різних вбудованих та прибудованих до житлових будинків торговельних, комунально-побутових тощо визначаються з урахуванням коефіцієнтів участі цих споживачів у максимумі навантаження електричної мережі міста.

Електричні навантаження будь-якої громадської будівлі складаються з навантажень електричного освітлення та силового електрообладнання. Встановлена потужність ламп електричного освітлення визначається виходячи з світлотехнічних розрахунків. Потужність силових електроприймачів приймається на підставі технологічних та санітарно-технічних розділів проекту. Однак режим роботи цих видів обладнання на стадії розробки проекту електрообладнання виявити точно неможливо. Тим часом правильний вибір коефіцієнтів, що характеризують навантаження,

одночасність роботи, розбіжність максимумів навантаження різних споживачів мають значення для вибору схеми мережі, апаратів захисту, перерізів проводів і кабелів.

Для орієнтовних розрахунків усереднені питомі навантаження та коефіцієнти потужності допускається приймати за питомими показниками навантажень, наведених з урахуванням внутрішнього освітлення. Розрахункові навантаження будівель визначалися згідно з методикою, викладеною в [2]. Споживання електроенергії не залишається постійним, а змінюється в залежності від характеру виробництва, виду та типу електроприймачів, пори року, години доби.

Зміна навантажень характеризується графіками, що показують зміну споживаної потужності залежно від часу. За тривалістю вони бувають добовими та річними.

Графіки навантаження мікрорайону в цілому дають можливість правильно і раціонально вибрати силові трансформатори і лінії живлення і, крім того, виконати найбільш раціональну схему електропостачання. Знаючи максимум навантаження та її коливання за добу, можна встановлювати максимальну потужність трансформаторної підстанції та вибрати потужність та кількість трансформаторів.

У мережах зовнішнього освітлення слід застосовувати напругу 380/220 В змінного струму при заземленій нейтралі мережі.

У районах забудови будинками висотою до 3 поверхів лінії електропередач слід виконувати повітряними. Кабельними повинні виконуватись розподільні мережі освітлення територій дитячих ясел-садків, загальноосвітніх шкіл, шкілінтернатів. Кабельні розподільні мережі в межах однієї лінії слід виконувати одним перетином.

Переріз нульових жил кабелів в освітлювальних установках з газорозрядними джерелами світла слід, як правило, приймати рівними перерізу фазних проводів. Вибрані перерізи провідників освітлювальної мережі мають забезпечити вати: достатню механічну міцність, проходження струму навантаження без перегріву понад допустимі температури, спрацьовування захисних апаратів при струмах к.з.

Лінії мережі зовнішнього освітлення повинні підключатися до пунктів живлення з урахуванням рівномірного навантаження фаз трансформаторів, для чого окремі лінії слід приєднувати до різних фаз або з відповідним чергуванням фаз.

В установках зовнішнього освітлення рекомендується використовувати переважно високоекономічні газорозрядні джерела світла високого тиску. При повітряних мережах відстань між світильниками обмежується стрілою провісу дротів і зазвичай не перевищує 40 метрів.

Правильне розміщення трансформаторних підстанцій (ТП) у мікрорайоні суттєво впливає на економічні показники та надійність системи електропостачання споживачів. Для визначення оптимального розташування трансформаторних підстанцій на генеральному плані визначаються координати електричних навантажень.

Вибір найбільш доцільного та економічного з можливих варіантів електропостачання мікрорайону проводиться на підставі техніко-економічних розрахунків за типовими методиками ефективності капіталовкладення.

Література

1. Сердюк, Т. В., Федорова, І. В. (2016). Проблема реалізації політики енергозбереження в Україні. Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.
2. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення (укр)
3. Бабюк С. М. Зменшення втрат електроенергії в комунальній мережі міста / С. М. Бабюк, В. В. Комарський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 92.

УДК 621.3

П.І. Довгань, Е.І. Олашин, А.О. Кукуруза

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

P. Dovhan, E. Olashyn, A. Kukuruza

ANALYSIS OF ELECTRICITY LOSSES IN ELECTRICAL NETWORKS

Різке загострення проблеми втрат електроенергії в електричних мережах вимагає активного пошуку нових шляхів її вирішення, нових підходів до вибору відповідних заходів, головне, до організації роботи із зниження втрат [1].

Задача зниження рівня втрат електроенергії є важливою складовою частиною більш загальної задачі зменшення енергоспоживання і ефективного використання енергетичних ресурсів на основі оптимізації балансів споживання і вироблення електричної енергії [2].

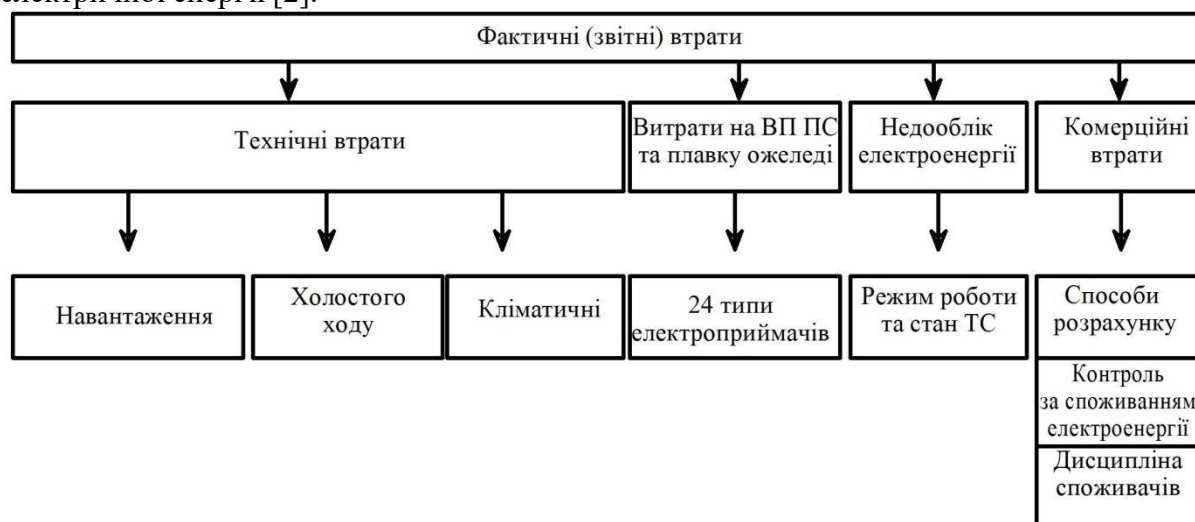


Рисунок 1. Класифікація втрат електричної енергії

Фактичні втрати – це повні втрати електроенергії. Фактичні втрати електроенергії умовно поділяються на технологічні та комерційні. Обсяг технологічних втрат значно нижчий від комерційних. Технічні втрати, як частина технологічних, зумовлені фізичними процесами, що протікають під час передачі електроенергії. Витрата електроенергії на власні потреби підстанцій і втрати, пов'язані з похибками вимірювання також відносяться до технологічних втрат.

Вартість нормативного обсягу технологічних втрат зазвичай включається до тарифу на передачу електричної енергії, тому вони є збитками підприємства. Для компенсації технологічних втрат у межах встановленого нормативу зібрану виручку передають мережеву компанію обсягом цього нормативу.

Величина технічних втрат розраховується математично згідно із законами електротехніки, за метрологічними характеристиками визначають допустимі похибки приладів обліку, витрати на власні потреби визначаються за показами лічильників.

У процесі передачі електроенергії від виробника споживачеві виникають комерційні втрати. Вони є основним збитком мережевих компаній, оскільки входять у рахунок тарифу, більшість втрат пов'язані з безобліковим споживанням електроенергії. Їх розрахунок здійснюється шляхом віднімання технологічних втрат із фактичних втрат.

Втрати електроенергії, що відносяться до категорії комерційних, здебільшого є електроспоживанням, яке з різних причин не зафіксовано документально. Тому вона не врахована як віддача із мереж, і нікому із споживачів не пред'явлено до оплати.

Відповідно до чинного законодавства, оплата фактичних втрат є обов'язок мережевих організацій, оскільки втрати виникають у належних їм об'єктах мережного господарства. Так як комерційні втрати електричної енергії - фінансовий збиток мережевих компаній, що складається з грошових витрат мережного підприємства та втраченої вигоди від неоплаченої передачі електроенергії, мережеві підприємства зацікавлені в максимально точному обліку електроенергії та правильності розрахунків її обсягів у точках постачання на межах своєї балансової належності.

Розмір комерційних втрат електроенергії залежить від значень інших структурних показників балансу електроенергії. Щоб дізнатися обсяг комерційних втрат електроенергії за певний період, необхідно спочатку скласти баланс електроенергії ділянки електричної мережі, що розглядається, визначити фактичні втрати і розрахувати всі складові технологічних втрат електроенергії. Подальший аналіз втрат електроенергії допомагає локалізувати їхні ділянки та виявити причини їх виникнення для подальшого вибору заходів щодо їх зниження.

Основні причини комерційних втрат електроенергії можна поєднати у такі групи:

1. інструментальні похибки визначення величин відпуску електроенергії в мережу та споживачам;
2. незаконне електроспоживання;
3. похибки розрахунку технологічних втрат електроенергії.

Перші три групи втрат (рисунок 1) можуть бути розраховані на основі законів електротехніки, фізики і статистичних даних, отримані шляхом вимірювань і розраховані на основі даних про метрологічні характеристики і режими роботи приладів, що використовуються для вимірювання електричної енергії. Комерційні втрати можуть бути отримані тільки як різниця фактичних втрат і сумою перших трьох складових [3].

Одним із основних чинників які дозволять контролювати та знизити комерційні втрати є впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ). В результаті впровадження автоматизованої системи передбачається зниження комерційних втрат на 70%, складовими яких є інструментальні втрати (13%) за рахунок підвищення порогу чутливості лічильників електроенергії, що вводяться в експлуатацію, і підвищення їх класу точності, зменшенні впливу на введені лічильники електроенергії магнітних і електромагнітних полів. Впровадження автоматизованої системи дозволить на 14% зменшити похибки визначення величин відпустки електроенергії за рахунок зменшення впливу людського фактору, а також мінімізацію розкрадання електроенергії споживачами.

Література

1. Бабюк С. М. Зменшення втрат електроенергії в комунальній мережі міста / С. М. Бабюк, В. В. Комарський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 92.

2. Ципленков, Д. В., Красовський, П. Ю. (2015). Методи та засоби зниження технічних втрат електроенергії в елементах систем електропостачання. Електротехніка і електроенергетика, (1), 77-82.

3. Семіон, О. Р., Савченко, О. А. (2019). Аналіз структури втрат електроенергії. Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

УДК 536.24

В. С. Закордонець, к.ф.-м.н., доцент, С.В. Кріль, Н.А. Пастушак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИСТРОЇВ

V. Zakordonets, Ph. D.; Assoc. Prof., S. Kril, N. Pastushchak

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF ENERGY SAVING THERMOELECTRIC DEVICES

Протягом ХХ століття людство витратило левову частку найціннішої сировини, яка створювалася природою протягом сотень мільйонів років - нафту і газ. Тому, основними напрямками розвитку економіки та науково-технічного прогресу у ХХІ столітті стали пошуки перспективних технологій енергоперетворення з використанням відновлюваних джерел енергії, та застосування енергозберігаючих технологій.

В зв'язку з величезними запасами теплових ресурсів на землі, першим важливим напрямком енергозберігаючих технологій є розробка і впровадження нових пристроїв, які б генерували корисні види енергії з природного і техногенного тепла.

В роботі розраховано основні параметри нового напівпровідникового пристрою – термоелектричного конвертера теплової енергії (ТЕК), який призначений для перетворення низькопотенціальної теплової енергії в корисні форми. В основі роботи ТЕК лежить принцип взаємодії термоелектричного струму, який генерується короткозамкнутим термоелектричним генератором, з магнітним полем. В моторному режимі ТЕК може працювати в якості механічного привода в автономних енергетичних системах, а також в місцях де необхідне аварійне резервування.

Обчислено механічну потужність пристрою

$$P = \frac{(\alpha_{pn}\Delta T)^2}{r_{pn}(1+m_{\sigma}) \cdot (1+m_{\kappa})^2} S(1-S)$$

де α_{pn} і r_{pn} – коефіцієнт термоЕРС та опір термоелемента, ΔT – різниця температур між нагрівачем і холодильником, S – ковзання.

Розраховано електромагнітний момент, частоту обертів ротора та здійснено їх оптимізацію. Показано можливість роботи конвертера в термопідігрівному та термоохолоджуючому режимах.

Другим важливим напрямком енергозберігаючих технологій є заміна традиційних джерел світла – напівпровідниковими. Це продиктовано тим, що зараз в Україні до 25-30% валових енерговитрат припадає на різні види освітлення. Масове впровадження напівпровідникових джерел світла (НПДС) може скоротити цей обсяг в 6÷8 разів. Оскільки, сучасні НПДС мають ККД перетворення електричної енергії в світлову близький до 30%, то майже 70% підведеної енергії перетворюється в тепло. Це приводить до надмірного нагріву джерела світла. Порушення його теплового режиму зумовлює зменшення світлового потоку і яскравості свічення. Тому особливої актуальності набуває проблема забезпечення адекватного теплового режиму НПДС. Нами, для інтенсифікації охолодження потужних світлодіодних освітлювачів використано термоелектричні модулі Пельть'є (ТЕМП). Застосування ТЕМП наділяє систему тепловідводу функцією охолодження. Це дозволить суттєво збільшити світловіддачу напівпровідникових джерел світла, продовжити термін експлуатації та зменшити необхідну кількість освітлювачів.

УДК 621.31

Ю.Б.Керея, В.П.Коваль, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

РОЛЬ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ

Yu.B.Kereia, V.P.Koval, Ph.D., Assoc. Prof.

THE ROLE OF ENERGY STORAGE SYSTEM IN THE ELECTRIC POWER SYSTEM

Застосування систем накопичення енергії набуває все більшого значення в сучасних енергосистемах. Системи накопичення енергії привертають увагу через зростання викликів в енергосистемах, таких як непередбачувана продуктивність відновлюваних джерел енергії, чутливий до цін попит, збільшення викидів CO₂ та екологічні проблеми, важливість безпеки та якості енергопостачання, а також необхідність зниження витрат на електроенергію. Системи накопичення енергії можуть мати безліч застосувань, таких як вирівнювання навантаження, регулювання частоти, підвищення якості електроенергії та регулювання напруги. Системи накопичення енергії розробляються та встановлюються різними організаціями. Тому є значна різноманітність технологій накопичення енергії. Рішення про те, яка технологія є найбільш зручною, залежить від питань безпеки та економіки, а також переваг розташування. Технології систем накопичення енергії включають акумуляторні накопичувачі енергії, гідроакумуляуючі, суперконденсаторні, накопичувачі енергії на стисненому повітрі, а також маховики.

Однією з найбільш прогресивних технологій зберігання енергії є акумуляторні системи накопичення енергії (СНЕ). Акумуляторні накопичувачі енергії можуть забезпечити гнучкість управління, підвищення ефективності та балансування мережі [1]. Однією з її переваг є те, що вона може легко керувати розподільчою мережею, уникаючи необхідності проектування резервного варіанту на випадок перебоїв у постачанні відновлюваної енергії. СНЕ можуть бути розміщені в різних місцях мережі для досягнення високої ефективності та безпеки. СНЕ є ефективним рішенням для країн, які не можуть побудувати гідроакумуляуючу електростанцію, а основним у виробництві електроенергії є теплові електростанції [2]. Використання СНЕ є одним з методів для покриття пікових навантажень та резервування [3]. СНЕ також зменшує викиди CO₂ в атмосферу. СНЕ використовується для згладжування вихідної потужності вітрової турбіни у випадках підвищеного енергоспоживання. Також СНЕ актуальні при використанні дизельгенераторів. В роботі [3] проведено розрахунок оптимального розміру накопичувача енергії для забезпечення найбільшої енергоефективності мікрогенерації.

Література

1. Oudalov, A., Chartouni, D., Ohler, C., & Linhofer, G. (2006, October). Value analysis of battery energy storage applications in power systems. In 2006 IEEE PES Power Systems Conference and Exposition (pp. 2206-2211). IEEE.
2. Dupont, G., & Baltus, P. (2009, June). Dimensioning and grid integration of mega battery energy storage system for system load leveling. In 2009 IEEE Bucharest PowerTech (pp. 1-6). IEEE.
3. Navaeefard, A., Tafreshi, S. M., Barzegari, M., & Shahrood, A. J. (2010, December). Optimal sizing of distributed energy resources in microgrid considering wind energy uncertainty with respect to reliability. In 2010 IEEE International Energy Conference (pp. 820-825). IEEE.

УДК 621.31

М.В. Ковальчин, В.П.Коваль, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

M.V. Kovalchyn, V.P.Koval, Ph.D., Assoc. Prof.

FIELDS OF APPLICATION OF THERMOELECTRIC GENERATORS

Зростання вартості електроенергії, забруднення навколишнього середовища та глобальне потепління - проблеми, з якими ми стикаємося в наш час. Щоб зменшити їх вплив, вчені зосереджуються на вдосконаленні генераторів енергії на відновлювальних та вторинних джерел енергії. Термоелектричні генератори (ТЕГ) продемонстрували свою здатність безпосередньо перетворювати теплову енергію в електричну за допомогою ефекту Зеебека. Крім того, вони є екологічно чистими, оскільки не містять хімічних продуктів, працюють безшумно, оскільки не мають механічних конструкцій та/або рухомих частин, і можуть бути виготовлені на багатьох типах підкладок, таких як кремній, полімери та кераміка. Крім того, ТЕГ не залежать від положення, мають тривалий термін експлуатації і підходять для інтеграції в об'ємні та гнучкі пристрої.

Серійні промислові термоелектричні елементи знаходять застосування тільки у вузьких спеціальних галузях, оскільки поки що досягають ККД 8-12 %, що не дає їм змоги конкурувати у великій енергетиці з тепловими машинами. Впровадження нових технологій, за яких стане можливим виробляти термоелектричні модулі на підкладках великих розмірів, і не тільки на плоских, а й на рельєфних, розширить рамки сфер застосування.

На даний час термоелектричні генератори можна використовувати спільно зі світлодіодними освітлювальними приладами. Це досить актуально у періоди віяльних відключень електроенергії чи при її відсутності. Це дасть змогу забезпечити чергове й аварійне освітлення підвальних або аналогічних приміщень, де є градієнт температур. При використанні декількох модулів можливо забезпечити освітлення місць загального користування, наприклад, сходові майданчики, майданчики перед під'їздами тощо. Ці вироби можуть знайти застосування і в інших галузях народного господарства, де є виділення теплової енергії: автомобілебудування, комунальне господарство, промисловість [1].

Застосування термоелектричних модулів має високу економічну ефективність, оскільки часто утилізує невикористовувану теплову енергію, яка просто виділяється в простір. Важливим є й те, що здешевлення виробництва за рахунок переходу до масового випуску дасть змогу знизити вартість термоелектричного елемента. Це відкриє перспективи створення великої кількості побутових пристроїв з термоелектричними модулями, як-от холодильники, прилади освітлення, пристрої для зарядки мобільної електроніки, генератори електричного струму для автомобілів тощо.

Література

1. Jaziri, N., Boughamoura, A., Müller, J., Mezghani, B., Tounsi, F., & Ismail, M. (2020). A comprehensive review of Thermoelectric Generators: Technologies and common applications. *Energy Reports*, 6, 264-287.

УДК 621.31

А.І.Рудик, В.П.Коваль, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ДВОРОТОРНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

A.I.Rudyk, V.P.Koval, Ph.D., Assoc. Prof.

ENERGY EFFICIENCY OF A DUAL ROTOR WIND TURBINE

Останнім часом заміщення традиційних генеруючих установок відновлюваними джерелами енергії значно зросло. Основними причинами такого розвитку подій є енергонезалежність держав, обмеженість викопних видів палива, таких як нафта та вугілля, а також глобальне потепління внаслідок високого рівня забруднення навколишнього середовища; натомість відновлювані джерела енергії не забруднюють навколишнє середовище і не потребують дорогого палива. Однак технології відновлюваної енергетики все ще залишаються дорогими і їх доступність не є такою високою, як у традиційних теплових станцій. Основними видами енергії, що виробляється з природних ресурсів, є вітрова, сонячна, геотермальна, енергія океанських хвиль та припливів. Серед цих джерел енергії вітроенергетика є однією з найбільш швидкозростаючих технологій.

Існує дві основні групи вітроенергетичних установок – це горизонтально-осьові та вертикально-осьові. В останній групі особливою формою вітротурбіни є савоніус. Перша категорія має найбільшу частку на ринку. Однією з проблем у цій галузі є пошук способу максимально підвищити аеродинамічну ефективність вітроустановок. Кінці лопатей в традиційних горизонтальних вітроенергетичних установках з одним вітроколесом не здатні захоплювати енергію і створюють низький аеродинамічний опір на шляху набігаючого вітру. Як наслідок, вітер може проходити через ці частини лопаті, не виділяючи на них ніякої енергії, тим самим викликаючи зниження ефективності. Для подолання цієї проблеми була досліджена двороторна вітрова турбіна, яка підвищує аеродинамічну ефективність шляхом встановлення допоміжного вітроколеса на шляху вітру, що витікає з основного. Попередні дослідження показали, що при однаковій швидкості вітру двороторна вітрова турбіна майже на 9 % ефективніша за однороторну вітротурбіну [1], коли довжина допоміжного вітроколеса становить половину довжини основного і коли вітроколеса розміщені один від одного на відстані, що дорівнює половині довжини лопаті допоміжного вітроколеса. Встановлено, що стаціонарні характеристики двороторної вітрової турбіни щодо аеродинамічної ефективності є кращими, ніж у відповідної однороторної за тих же умов. Виходячи з більшої енергоефективності, двороторні вітрові турбіни повинні мати хороший потенціал для виробництва та встановлення на нових вітроелектростанціях. Однак, перш ніж зробити висновок про те, що характеристики двороторної вітрової турбіни перевершують характеристики однороторної вітрової турбіни, необхідно порівняти перехідні характеристики цих двох типів вітротурбінних технологій.

Література

1. T. S. No, J. E. Kim, J. H. Moon and S. J. Kim, "Modeling, Control, and Simulation of Dual Rotor Wind Turbine Generator System," *Renewable Energy*, vol. 34, p. 2124–2132, 2009.

УДК 621.31

С.С.Стельмах, В.П.Коваль, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ УСТАНОВОК МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

S.S.Stelmakh, V.P.Koval, Ph.D., Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

ENERGY EFFICIENCY OF SMALL PUMPED STORAGE PLANTS

Сучасне суспільство залежить від стабільного енергопостачання. Хоча швидке зростання відновлюваних джерел енергії є позитивним аспектом з точки зору охорони навколишнього середовища, вони не можуть забезпечити стабільність енергопостачання. Багато відновлюваних джерел енергії працюють з перебоями, що спричиняє нестабільну генерацію, але з'являються рішення для вирішення цієї проблеми. Одним із таких рішень є зростання частки гібридних електростанцій, де технології виробництва електроенергії поєднуються з технологіями її зберігання.

Завдяки тривалому життєвому циклу, низькій вартості обслуговування, ефективності, доступності, гнучкості та розміру накопичувальної потужності, гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС) є одним із найкращих рішень для зберігання енергії. Це найпотужніша з доступних форм мережевого зберігання енергії. Понад 95 % усіх активних установок зберігання енергії у світі це гідроакumuлюючі. ГАЕС має короткий час для початку та припинення генерації. Залежно від конструкції станції, режим повної генерації часто досягається менш ніж за дві хвилини після зупинки, тоді як для режиму повного перекачування часто потрібно менше п'яти хвилин після зупинки. ГАЕС, що працює на 50 % потужності, часто здатна досягти повного режиму генерації приблизно за 15 секунд.

Через тривалий термін експлуатації ГАЕС, ККД при генерації та акумулюванні для них значно відрізняється між старими та новими установками, від 60 % для найстарішої технології до вище 80 % для нових, більш ефективних установок [1]. Деякими важливими факторами для ефективності ГАЕС, крім насосу/турбіни з високим ККД, є географічний рельєф, що забезпечує високий напір і найкоротший можливий впускний тунель, затвор і вихідний патрубок. Це необхідно для зменшення втрат на тертя і початкові інвестиції, а високий напір дозволяє використовувати менші насосні/турбінні агрегати. Іншими словами, найкращими з можливих конструкцій є ємності, розташовані на близькій відстані по горизонталі і на відносно великій відстані по вертикалі.

На даний час мікро-ГАЕС інтегруються в інтелектуальну мережу і призначені для зберігання енергії, виробленої підключеними до неї відновлюваними джерелами енергії. Змінне регулювання швидкості дозволяє насосу постійно працювати з максимальним гідравлічним ККД для того, щоб справлятися з коливаннями навантаження. Аналогічно, насос, що працює в реверсному режимі, як турбіна, працює з найбільш ефективною швидкістю і зберігає високий ККД в діапазоні 40-120 % від номінального навантаження, розрахованого за проектом.

Література

1. Yang, C. J., Jackson, R. B. (2011). "Opportunities and barriers to pumped-hydro energy storage in the United States." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 15, 839-844.

УДК 621.31

В.В. Сурмак, В.П.Коваль, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

РОЛЬ ОСВІТЛЕННЯ ТА ВИМОГИ ДО НЬОГО ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПТИЦІ

V.V. Surmak, V.P.Koval, Ph.D., Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

THE ROLE OF LIGHTING AND REQUIREMENTS FOR IT IN POULTRY FARMING

При клітковому утриманні кури-несучки добре реагують на штучне освітлення. Але в міру того, як виробники переходять від традиційних кліток до вольєрів і систем вільного виходу з'являються потреба у якісному освітленні. Щоб зрозуміти, чому освітлення важливе у птахівництві, необхідно звернути увагу на біологічну будову птахів. У людини світло потрапляє до мозку через очі. У курей світло проникає не тільки через очі, але і через верхню частину черепа, через шишкоподібну залозу, а також через гіпофіз, що знаходиться поруч з гіпоталамусом. Якщо в наших очах є лише три типи колбочок - спеціалізовані фоторецепторні клітини, які відповідають за сприйняття червоного, синього та зеленого світла, то у курей їх чотири: червоні, сині та зелені колбочки, а також колбочка для ультрафіолетового світла.

Дослідників у сфері птахівництва цікавлять три сегменти спектру, кожен з яких може впливати на поведінку птахів: ультрафіолетове світло, видиме світло та інфрачервоне світло. Ультрафіолетове світло відноситься до короткої частини спектру. Довжина хвилі видимого світла коливається від 400 нанометрів (нм) до близько 700 нм. Довжина хвилі інфрачервоного світла довші за світло, яке бачить людина, і становить понад 700 нм. У той час як люди можуть бачити в діапазоні 400-750 нм, кури можуть бачити в діапазоні 315-750 нм. Крім того, кури можуть бачити більш високі піки в спектрах близько 480 і 630 нм.

Лампи розжарювання забезпечують хороший спектр для курей-несучок. На жаль, вони найімовірно неефективні, тому виробники почали переходити на інші джерела світла, починаючи з люмінесцентних ламп. У люмінесцентному світлі є три піки світла - червоний, зелений і синій - і ця комбінація дає нам дійсно приємне біле світло, яке може бачити людина. Кури, однак, швидше за все, сприймають його по-іншому і здатні розрізняти різні кольорові спектри завдяки своєму більш широкому світлосприйняттю. Світлодіодні лампи на даний час можуть випромінювати світло повного спектру, дуже схоже на те, що бачимо в сонячний день. У типовій світлодіодній лампі пікова довжина хвилі в синьому спектрі досягає близько 440 нм. Розподіл інтенсивності світла в решті спектру варіюється від лампи до лампи. У деяких дослідженнях зазначається, що коли перемістити птахів зі світлодіодного середовища у люмінесцентне, у цих птахів виникає реакція страху. Вони налякані різницею та змінами в цьому світловому середовищі.

Встановлено, що необхідно використовувати неперервне освітлення, де лампи рівномірно освітлюють всі рівні, або лінійне світло, яке не дає розривів в інтенсивності світла між різними зонами. Науковці вважають, що встановлення світлодіодного освітлення в системах вільного виходу і вольєрів забезпечує більшу стабільність, ніж люмінесцентне світло. Існує більша сумісність між спектром світлодіодів і ламп розжарювання в порівнянні з піками люмінесцентної лампи.

Також дуже ефективно використовується зміна інтенсивності світла як спосіб відлякування птахів від відкладання яєць у певній зоні. Більш світлі зони організовують в коридорах і дещо темніші зони, у місцях де птахам потрібно гніздитися.

УДК 620.91

Ю.М. Бендюг, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ СОНЯЧНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ФАСАДАХ БУДИНКІВ

Y.M. Bendiuh, V.I. Hetmaniuk, I.V. Beliakova Ph.D., assoc. prof.

FEASIBILITY JUSTIFICATION OF THE INSTALLATION OF SOLAR ENERGY SUPPLY SYSTEMS ON THE BUILDING FACADES

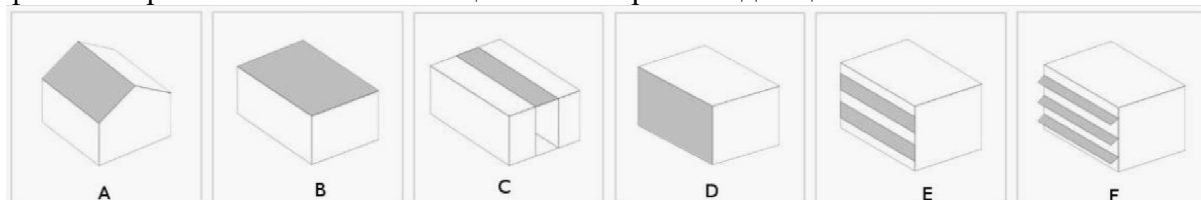
Сонячні системи енергозабезпечення будинків – це сонячні електростанції, які тісно інтегровані в будівлю чи споруду. Такі системи окрім свого безпосереднього призначення – генерації електроенергії, також можуть виконувати функції конструктивних елементів будівлі, доповнюючи або повністю замінюючи традиційні будівельні матеріали (фасадні і покрівельні конструкції).

Інтегровані в фасад сонячні електростанції в основному використовуються в багатоповерхових офісних або багатоквартирних будинках. Існують холодні і теплі фотоелектричні сонячні фасади. Якщо фасад холодний, то сонячні панелі встановлюються безпосередньо на фасаді і виконують дві функції виробника електричної енергії і теплоізолятора, що захищає будівлю від вітру, а також служать декоративним елементом архітектурної композиції будівлі. Якщо фасад теплий, то сонячні панелі служать своєрідним покриттям для будівлі забезпечуючи її захист від погодних умов та зовнішнього шуму одночасно, як звичайна стіна. Такі системи навіть можуть виступати навісом. Отже, фотоелектричну сонячну систему можна інтегрувати практично у будь-яку архітектурну конструкцію.

Існує два основних варіанти інтеграції сонячних систем (рис. 1):

1) BAPV (Building Applied Photovoltaics) – встановлення фотоелектричних систем на вже існуючі конструкції будівлі;

2) BIPV (Building Integrated Photovoltaics) – заміна деталі конструкції будівлі фотоелектричними панелями спеціально створеними для цього.

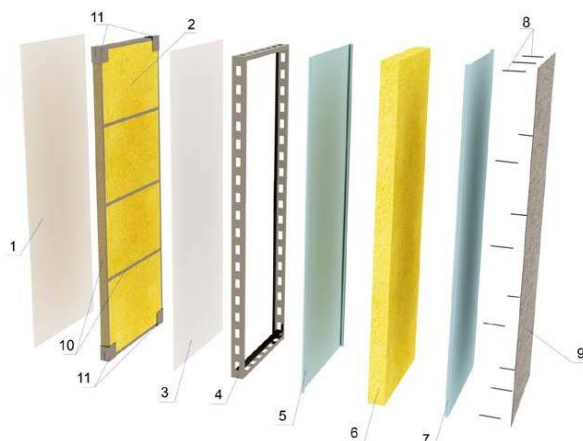


A – похилий дах, B – плоский дах, C – світловий отвір, D – облицювання фасаду, E – фасадне скління, F – зовнішні виносні конструкції.

Рисунок 1 – Категорії інтеграції сонячних систем в будівлю.

Метою нашої роботи є підвищення ефективності систем енергопостачання будинку за рахунок застосування фотоелектричних сонячних перетворювачів інтегрованих у енергоефективну вентильовану фасадну панель. Конструкцію фасадної панелі показано на рис. 2. Згідно розрахунків на кожній панелі передбачено встановлення шести фотоелектричних панелей потужністю 100 Вт з ККД 20% (18 В, 5,56 А). Всього на фасаді буде розташовано 162 сонячні панелі.

Перетворювачі з'єднуються послідовно по 18 штук, утворюючи паралельно з'єднані між собою дев'ять груп. Схема підключення перетворювачів представлена на рисунку 3. Пікова потужність сонячної станції буде рівна 16,21 кВт.



1 – облицювальна панель; 2 – внутрішній теплоізоляційний шар; 3 – цементна панель; 4 – перфорований каркас; 5,7 – алюмінієвий лист; 6 – зовнішній теплоізоляційний шар; 8 – саморізи; 9 – фотоелектричний перетворювач ; 10 – каркас термопрофілю; 11 – кути внутрішньої утеплюючої панелі .

Рисунок 2 – Конструкція багатошарової вентиляованої фасадної панелі.

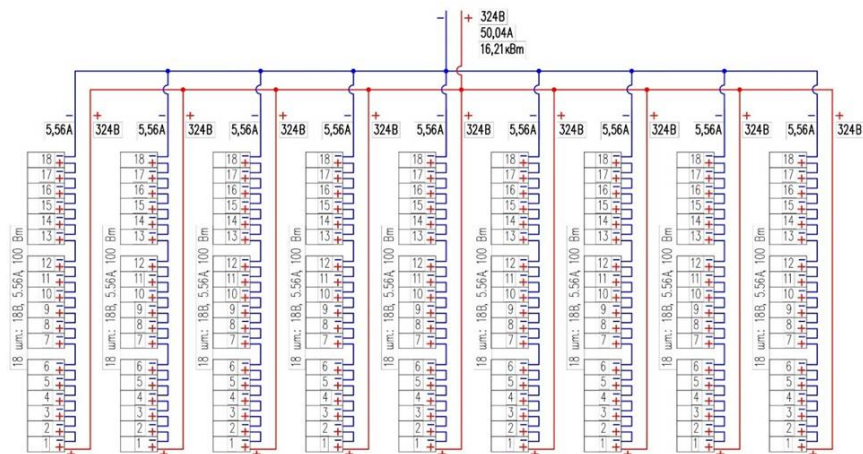


Рисунок 3 – Схема підключення сонячних перетворювачів.

Були проведені експериментальні дослідження властивостей фотоелектричних перетворювачів на основі аморфного і монокристалічного кремнію. В результаті цих досліджень була доведена залежність ККД перетворювача від кута нахилу і типу перетворювача. Також було встановлено, що монтаж сонячних перетворювачів на вертикальні поверхні зменшує їх ККД на 30-35 % від номінального.

Отже використання інтегрованих в фасад сонячних систем енергозабезпечення дозволить знизити енергоспоживання до 40% у порівнянні з традиційним. Така система енергозабезпечення будинків є ефективною і має термін окупності до 10 років.

Література

1. Покотилів В. В. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности жилых зданий: справочное пособие/ В. В. Покотилів, М. А. Рутковский. – Минск: 2015. – 64 с.

2. Шароварова, Е.П. Оценка эффективности использования тонкопленочных фотоэлектрических преобразователей на фасадах зданий / Е.П. Шароварова, С.Е. Щеклеин, В.Н. Алехин, М.А. Фадейкина, М.А. Плесников, Н.В. Первозкин // СОК. – 2021. - №1. – с.61-63.

УДК 697.27:621.365.4:631.2

М.В. Гавдера, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБІГРІВУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ

M.V. Havdera, V.I. Hetmaniuk, I.V. Beliakova Ph.D., Assoc. Prof.

APPLICATION EFFICIENCY OF THE ELECTRIC CABLE SYSTEMS FOR HEATING PURPOSE

Сучасний етап розвитку електроопалення в Україні не можна уявити без широкого використання енергоефективних технологій електротеплоакумуляційного (ЕТА) опалення на базі електричних кабельних систем обігріву (ЕКСО). Попередниками електротеплоакумуляційного опалення були системи електроопалення з електродкотлами, обладнаними водяними баками-акумуляторами. Також ЕТА опалення реалізовувалось за допомогою теплоакумуляційних електродпечей (ТАЕП) різних типів з гарячим (до 650 °С) магнезитовим осердям.

Потім, на рубежі ХХ та ХХІ століть в Україні в ході оптимізації комфортної технології "тепла підлога" (пряме опалення нагрівальними кабелями) у житлових приміщеннях [1] був знайдений спосіб використання теплоакумуляційних властивостей приміщення та підлоги для підтримки комфортних температур при компенсації добових коливань температури навколишнього середовища при аварійному або "віяловому" відключенні електроживлення домогосподарства. Аварійні або "віялові" відключення споживачів були характерним явищем у 90-х роках, особливо за часи відокремлення ОЕС України від єдиної енергосистеми Росії. Так негативні явища в системі енергопостачання були одним із мотивів появи ЕКСО ЕТА технології [1, 2].

Метою нашої роботи є пошук технології та обладнання для підвищення енергоефективності об'єктів різного призначення за рахунок застосування електричних кабельних систем обігріву

В ході проведених теоретичних досліджень було визначено, що основними умовами, які сприяють створенню енергоощадних технологій обігріву, є багатозонні тарифи на електроенергію та нормативна теплоакумуляююча здатність будівельних конструкцій приміщення. Також було встановлено, що нормативні режими і параметри мікроклімату, режимні параметри ЕТА-технології як системи обігріву періодичної дії можуть бути забезпеченими без підключення додаткових пристроїв обігріву, шляхом одного лише доцільного підбору матеріалів конструктивних шарів підлоги, внутрішніх і зовнішніх огорожень, а також раціонального розміщення конструктивних шарів підлоги з різними теплофізичними властивостями.

Отже, з огляду на капітальні і експлуатаційні витрати, особливості енергобалансу країни, високий рівень керованості, комфортності і екологічності, впровадження для обігріву електричних кабельних систем є обґрунтованим.

Література

1. Розинский Д.И. Электрическая кабельная система отопления / Д.И. Розинский, М.И. Розинский, С.Я. Лопатин // Будівництво України. - 1996. - № 3. - С. 37-39.
2. Долінський А.А. Сучасний стан і основні напрямки застосування електричної енергії для теплопостачання в Україні / А.А. Долінський, М. П. Тимченко, А. А. Халатов, С.Я. Меженний, С.М. Тітенко, О.Л. Шпак, О.П. Авдієнко, Д.Й. Розинський // - К.: Видавництво Купріянова О.О. - 2009. - 252 с.

УДК 621.311

О.А. Буняк, к.т.н., доцент, В.В. Миколишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕЦ

О.А. Buniak, Ph.D., Assoc. Prof., V.V. Mykolysyn

ENSURING EFFICIENCY OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF CHP

В умовах сьогодення важливою характеристикою в системах генерування є ефективність виробництва електричної енергії. Перспективною технологією, яка значною мірою дозволяє вирішувати задачі енергозбереження є комбіноване виробництво теплової й електричної енергії на теплоелектроцентралях (ТЕЦ), яка визнана однією із головних напрямів розвитку енергетики України й відображена на законодавчому рівні [1].

Не дивлячись на значний прогрес у розвитку ТЕЦ в Україні, централізоване теплопостачання великої кількості споживачів здійснюється не від ТЕЦ, а від котельних відділень. Очевидно, що нормальна робота ТЕЦ може бути забезпечена за наявності постійних теплових навантажень. Однак, складається така ситуація, коли внаслідок постійного спаду виробничих потужностей та зменшення споживання технологічної пари, на промислових ТЕЦ неможливо забезпечувати проектні електричні потужності [2].

Потрібно зазначити, що зменшення виробництва електроенергії на ТЕЦ зумовлює збільшення дефіциту маневрених потужностей в енергосистемі, що ускладнює роботу в пікових режимах [2].

Основними споживачами електричної енергії котельних відділень є високовольтне устаткування (6 кВ): рециркуляційні та мережеві насоси та димососи. Мережеві насоси призначені для подачі води із трубопроводів зворотної води на водогрійні котли, які включені в групу устаткування власних потреб ТЕЦ та забезпечують теплопостачання споживачам, режим роботи яких залежить від режиму роботи теплових мереж [2].

Це призводить до зниження ефективності та, відповідно, надійності роботи асинхронних двигунів насосів, що працюють в недовантаженому режимі [2].

Тому, при дослідженні забезпечення ефективності котельних відділень потрібно підходити комплексно: по перше – провести оцінку споживання теплової енергії споживачами в літній та зимовий періоди; по друге – на основі отриманих результатів змоделювати ефективні режими роботи асинхронних двигунів мережевих насосів. Такий підхід дозволяє попри забезпечення ефективності підвищити надійність електроустановок котельних відділень ТЕЦ при різних режимах роботи та безперебійному теплопостачанні споживачам в необхідній кількості.

Література

1. Лазуренко О.П. Новий підхід до класифікації електроустаткування власних потреб теплових електричних станцій / О.П. Лазуренко, М.М. Кругол // Електротехніка і електромеханіка. Спеціальний випуск. Том 1. Силова електроніка та енергоефективна електроенергетика. – 2016. – № 4(1) – С. 43-47.

2. Лазуренко О.П., Кругол М.М., Ивахнов А. В. Моделювання режиму роботи групи мережевих насосів при роботі ТЕЦ по тепловому графіку навантаження в літній період / О.П. Лазуренко, М.М. Кругол, А. В. Ивахнов // Енергетика: надійність та енергоефективність: Вісник НТУ «ХП». 2017. 31 (1253). – 2017. – С. 46-52.

УДК 621.311.153

О.А. Буняк, к.т.н., доцент, Х.Т. Рудько, О.М. Трунова

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

О.А. Buniak, Ph.D., Assoc. Prof., K.T. Rudko, J.M. Trunova

ENSURING THE RELIABILITY OF THE ELECTRICITY SUPPLY SYSTEM OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Забезпечення надійності є однією з найважливіших проблем при створенні та експлуатації будь-якої технічної системи. Це особливо актуально для складних систем, таких як системи електропостачання промислових підприємств з великою вхідною потужністю [1].

Завдання забезпечення надійності систем електропостачання включає цілий комплекс техніко-економічних та організаційних заходів, спрямованих на зменшення збитків від порушення нормальної роботи споживачів електроенергії, таких як [2]: вибір критеріїв і кількісних характеристик надійності; випробування на надійність і прогнозування надійності роботи обладнання; вибір оптимальної структури проєктованих (реконструйованих) систем електропостачання за критерієм надійності; забезпечення заданих техніко-експлуатаційних характеристик роботи споживачів; розробка найбільш ефективного з точки зору надійності програмного забезпечення операційної системи (обґрунтування режимів профілактичних робіт, норм запасних елементів і методів усунення несправності).

Крім того, для зменшення кількості відключень електроенергії на промислових підприємствах проводиться заміна зношеного обладнання. При використанні систем електропостачання з декількома джерелами, питання селективності є особливо актуальним [1, 2]. Основними пристроями для реалізації концепції спільної роботи систем керування та захисту електротехнічних комплексів на сьогодні є пристрої релейного захисту [3].

Виходячи із вищесказаного необхідно на базі розрахункових електричних навантажень цехів провести вибір оптимальних схем електричних мереж та встановлення захисного обладнання для забезпечення необхідної надійності системи електропостачання підприємства.

Такий підхід необхідний для підприємств, що споживають великі потужності та мають складні схеми внутрішніх електричних мереж, що впливає на надійність в цілому. Присутність різних категорій споживачів, що працюють на різних рівнях напруги вимагають забезпечення надійності дослідженням кожної окремої ділянки електричних мереж.

Література

1. Журахівський А.В. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2017. – 456 с.
2. Козирський, В. В. Електропостачання агропромислового комплексу [Текст]: підруч. / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. — К.: Аграрна освіта, – 2011. – 448 с.
3. Бунько В. Я. Аналіз методів та засобів підвищення надійності елементів релейного захисту / В. Я. Бунько. // Вісник НТУ «ХП»: Енергетика, енергосберегаючі технології та обладнання № 3/1(23). – 2015. – С. 26-30.

УДК 621.311

І.В. Ковальчук, Н.А. Куземко, к.т.н., доцент, І.М. Сисак, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИБІР ГОЛОВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ

I.V. Kovalchuk, N.A. Kuzemko, Ph.D., Assoc. Prof., I.M. Sysak, Ph.D.

CHOICE OF THE MAIN ELECTRICAL CONNECTION DIAGRAM DISTRIBUTION DEVICES

Головна схема електричних з'єднань трансформаторної підстанції повинна забезпечувати [1]:

- Необхідну надійність електропостачання споживачів даної трансформаторної підстанції (I, II, III категорії);
- Перетоки потужності через шини трансформаторної підстанції у всіх режимах роботи (нормальному, аварійному);
- Поетапний розвиток трансформаторної підстанції. Потрібно врахувати можливий розвиток схеми електричної мережі та врахувати зростання навантаження електроспоживачів;
- Можливість виконання усіх робіт на окремих елементах схеми без вимкнення суміжних приєднань;
- Врахування вимог релейного захисту та автоматики;
- Автоматичність;
- Наочність;
- Економічність.

Вибір головної схеми електричних з'єднань трансформаторної підстанції залежить від [1]:

- Кількості силових трансформаторів;
- Потужності силових трансформаторів;
- Напруги розподільчого пристрою;
- Призначення розподільчого пристрою;
- Кількості ліній розподільчого пристрою;
- Типу, потужності та наявності джерел реактивної потужності.

Відомо чотири типи трансформаторних підстанцій [2]:

- Вузлові;
- Прохідні (транзитні);
- Тупікові;
- Відгалужувальні.

Для трансформаторних підстанцій напругою від 6 кВ до 750 кВ розроблені типові схеми електричних з'єднань [1, 2]. Дані схеми дають можливість максимально спростити вибір схеми електричних з'єднань для певного типу підстанції і наявної напруги підключення.

Для прикладу, для прохідних трансформаторних підстанцій з напругою на високій стороні 35 кВ рекомендовано застосовувати схему «Місток з вимикачами в колах трансформаторів та ремонтною перемичкою з боку трансформаторів». Для низької сторони підстанції 10 кВ рекомендовано застосовувати схему «Одна одинока, секціонована вимикачем система шин».

На рис. 1 показано схему підключень 35 кВ на прохідній трансформаторній підстанції. На рис. 2 та рис. 3 відповідно показано узагальнену схему для високої та низької сторін прохідної трансформаторної підстанції 35/10 кВ.

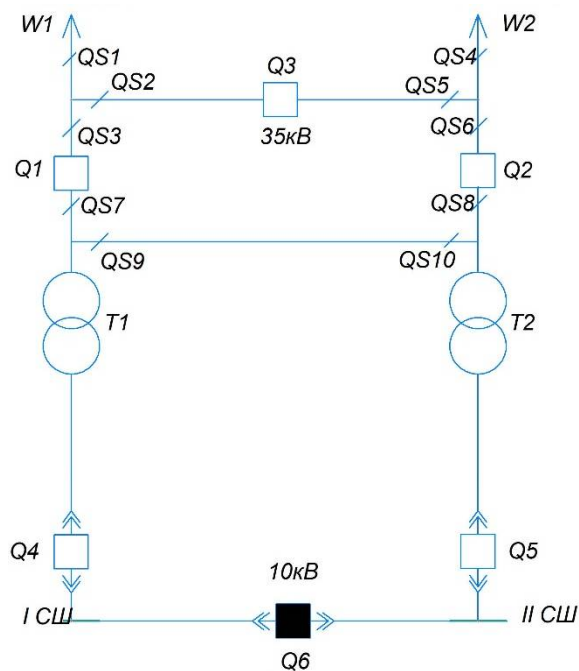


Рисунок 1 – Схема підключень 35 кВ на прохідній трансформаторній підстанції

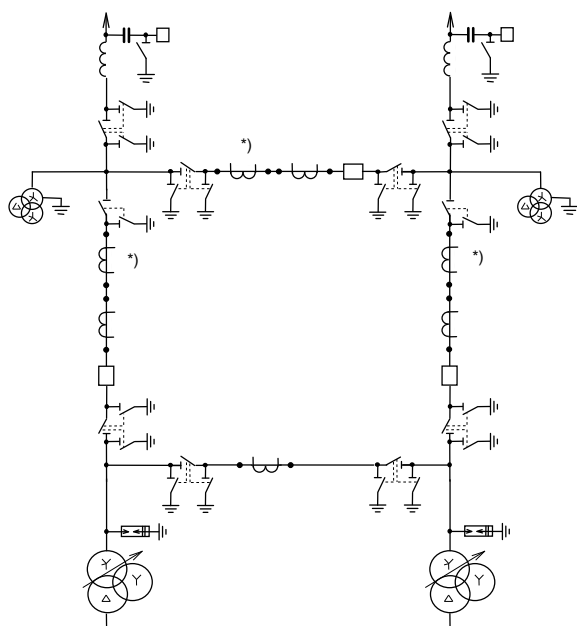


Рисунок 2 – Узагальнена схема «Місток з вимикачами в колах трансформаторів та ремонтною перемичкою з боку трансформаторів»

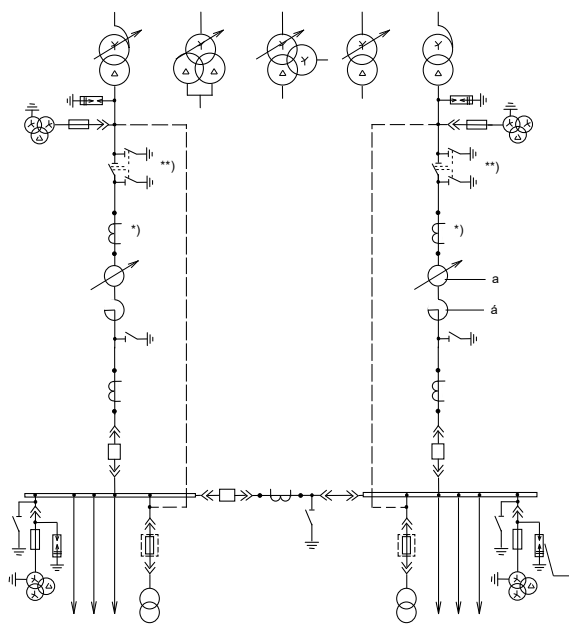


Рисунок 3 – Узагальнена схема «Одна одинака, секціонована вимикачем система шин».

Література

1. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник. – 2-ге вид. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 488 с.
2. Сисак І.М. Електричні системи та мережі [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 1747): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011.

УДК 621.311

**В.О. Купчик, Т.Т. Сердюк, Г.І. Головачук, Р.Б. Волосинецький,
Л.Т. Мовчан, к.т.н., доцент, І.М. Сисак, к.т.н.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

**V.O. Kupchyk, T.T. Serdiuk, H.I. Holovachuk, R.B. Volosynetskyi,
L.T. Movchan, Ph.D., Assoc. Prof., I.M. Sysak, Ph.D.**

INCREASING THE RELIABILITY AND PERFORMANCE CAPACITY OF TRANSFORMER SUBSTATIONS

В останні два місяці пересічних українців турбує одна, але дуже важлива проблема. Ця проблема стосується як звичайних працівників супермаркетів, вчителів, лікарів, прибиральників вулиць, юристів, бізнесменів, так і воєнних, у яких дома залишилися дружини, діти, батьки. На перший погляд наявність в будинку чи квартирі світла, тепла, води чи газу являється буденним і дуже звичним для усіх людей. Ніхто навіть не замислюється над тим, що світла може не бути. Та проте, з агресивною війною, яку розпочала росія проти України, в домівках мільйонів українців пропало світло, тепло, вода. Це є результатом масових ракетних обстрілів росіян по енергетичній інфраструктурі України.

Отже, стає зрозуміло, що питання підвищення надійності та пропускної здатності трансформаторних підстанцій є дуже актуальним в даний час.

Одним із шляхів підвищення надійності трансформаторних підстанцій є збільшення кількості силових трансформаторів або автотрансформаторів, що встановлюються на підстанціях. Це підвищить категорію по надійності електропостачання [3]. При аналізі карти електричних мереж 330 кВ Тернопільської області [1] стає зрозуміло, що велика частина трансформаторних підстанцій є однострансформаторними. На рис. 1 показано фрагмент електричної мережі 330 кВ ВАТ «Тернопільобленерго». Отже, можна зробити висновок, що при виході з ладу, або під час заміни даного трансформатора, споживачі, що підключені до нього залишаться без живлення. Тому, реконструкція однострансформаторних підстанцій на двохтрансформаторні підвищить надійність і дасть змогу зберегти живлення споживачів електроенергії.

Також одним із шляхів підвищення надійності трансформаторних підстанцій є збільшення складського запасу обладнання. Зазвичай на двохтрансформаторних підстанціях трансформатори ставлять однакової потужності. Це дає можливість зберігати на складі запасний трансформатор однієї потужності. Відповідно під час заміни не буде виникати ніяких зайвих проблем.

Кількість ліній живлення, що живлять трансформаторні підстанції також мають важливе значення. Чим більше ліній живлення буде підключено то підстанції, тим більша ймовірність збереження подачі напруги до споживачів при певних пошкодженнях чи аваріях в електричних мережах. Наприклад, у вузлових підстанціях, у яких живлення подається від трьох і більше ліній електропостачання, ймовірність збереження живлення є більшою, ніж наприклад у прохідних підстанціях, де живлення подається тільки від двох ліній. А від тупикових підстанцій, де живлення подається тільки однією лінією, якщо вона не двоколова, взагалі з часом потрібно буде відмовлятися. На рис. 2 показано фрагмент карти електричних мереж 750 кВ

Тернопільської області. З даного рисунку видно, що кількість тупікових підстанцій є набагато меншою від кількості прохідних.

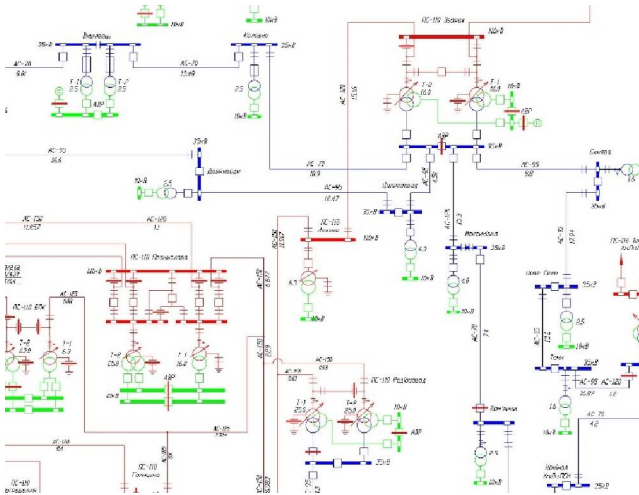


Рисунок 1 – Фрагмент електричної мережі 330 кВ ВАТ «Тернопільобленерго».



Рисунок 2 - Фрагмент карти електричних мереж 750 кВ Тернопільської області.

Ще одним дуже важливим питанням при розгляді надійності трансформаторних підстанцій є їх пропускна здатність. Відомо, що двохтрансформаторна підстанція може працювати в нормальному режимі, коли працює обидва трансформатори, а також у аварійному режимі, коли буде працювати тільки один із них [2]. Під час застосування методики по вибору трансформаторів [1] стає зрозуміло, що не можна використовувати недовантажені трансформатори, при коефіцієнті завантаження, наприклад 0.3, оскільки це буде збільшувати експлуатаційні втрати, що веде до великих збитків підприємствам. З іншої сторони, при коефіцієнті завантаження трансформатора, наприклад 0.9, варто було б збільшити потужність силових трансформаторів, що будуть встановлюватися на підприємстві. Це дасть змогу в майбутньому збільшити потужність навантаження за рахунок установки додаткового обладнання.

Література

3. Сисак І.М. Електричні системи та мережі [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 1747): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011.
4. Решетник В.Я., Сисак І.М. Конспект лекцій з дисципліни “Електричні системи та мережі” спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тернопіль: ТНТУ.-2016.- 152 с.
5. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі: Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 292 с. – (Вища освіта XXI століття).

УДК 621.311

Р.В. Бартошевський, Б.Я. Оробчук, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Bartoshevskiy R., V. Orobchuk, Ph.D., Assoc. Prof.

INTELLIGENT SYSTEM OF MANAGEMENT AND CONTROL OF ELECTRICAL NETWORK PARAMETERS

Сучасний аналіз системних аварій з великими втратами генеруючих потужностей і роботи автоматики частотного розвантаження (АЧР) показав, що ефективність частотного розвантаження енергосистем можна підвищити при застосуванні інтелектуальної системи із заданими алгоритмами та програмою реагування на швидкість зниження та відновлення частоти після аварії [1].

Пристрій складається з мікропроцесорного блоку та системи сенсорів давачів для контролю параметрів навантаження мережі, що дозволяє забезпечити управління автоматичними вимикачами і контроль параметрів основних комутаційних елементів.

Система може виконувати наступні функції:

- автоматичне частотне розвантаження електроенергетичних систем, які реагують на швидкість зниження частоти та швидкість її відновлення;
- зберігати робочий стан при відсутності напруги живлення протягом доби;
- здійснювати захист мінімальної напруги (у випадку зникнення або неприпустимого зниження напруги більш ніж на 15% від номінальної);
- виконувати автоматичне повторне включення вимкнених приєднань при відновленні частоти струму.

В даний час розробка та дослідження цієї системи виконується на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя. На рис. 1 приведено функціональну схему інтелектуальної системи.

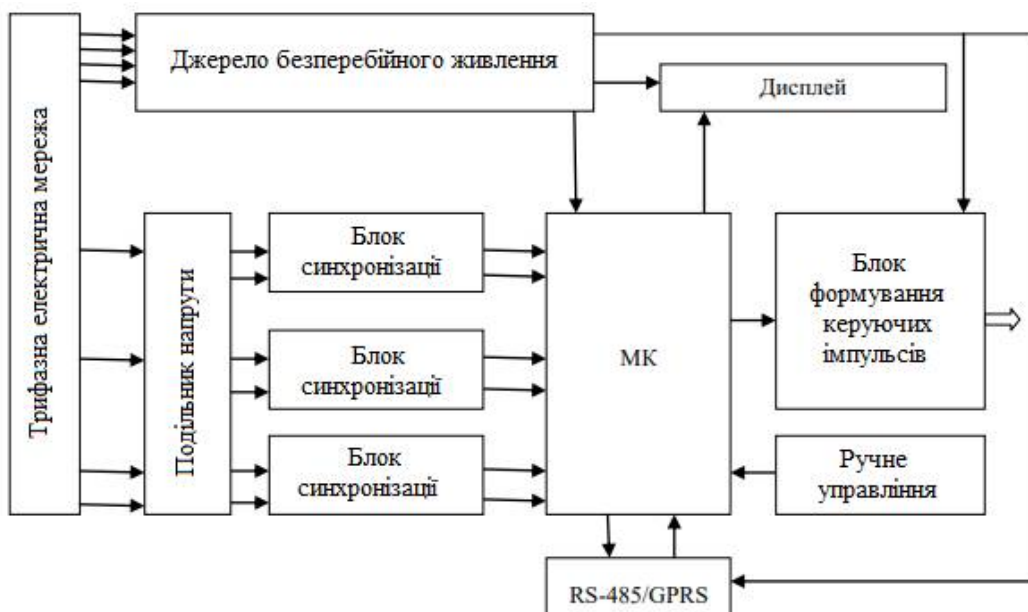


Рисунок 1 – Функціональна схема інтелектуальної системи управління та контролю параметрів електричної мережі

Передбачається, що в результаті впровадження цієї системи в електричні мережі та енергосистеми можна буде отримати:

- зниження ризику розвитку електроенергетичних аварій;
- підвищення надійності електропостачання;
- автоматизацію процесу протиаварійного керування та моніторингу стану параметрів електричної мережі.

На базі отриманих результатів експериментальних досліджень планується створити дослідний зразок мікропроцесорної інтелектуальної системи з моніторингом частоти, напруги та навантаження [2].

Пристрій інтелектуальної системи повинен забезпечити:

- частотне розвантаження мережі при виникненні дефіциту активної потужності та відключенні навантаження у випадку виникнення перевантаження обладнання;
- можливість дистанційного керування вимикачами за допомогою інтерфейса RS-485 або каналом зв'язку GPRS;
- відмову від додаткових компонентів релейних захистів за вхідною напругою за рахунок використання вбудованих електронних захистів;
- роботу пристрою за заданими алгоритмами та програмою;
- завдання внутрішньої конфігурації блоку (налаштування параметрів захисту та автоматики, зберігання налаштувань в енергонезалежній пам'яті);
- контроль положення силових вимикачів;
- реєстрацію аварійних режимів зі збереженням в енергонезалежній пам'яті осцилограм частоти, струмів і напруг;
- передачу параметрів поточного режиму роботи та аварійних режимів лінією зв'язку RS-485 або каналом зв'язку GPRS;
- обробку вхідних дискретних сигналів управління і блокувань та формування вихідних дискретних сигналів аварійної і попереджувальної сигналізації;
- автоматичну зміну параметрів внутрішньої конфігурації алгоритмів відповідно до заданого розкладу за вбудованим годинником реального часу;
- об'єднання кількох блоків у загальну систему з можливістю використання у системі Smart Grids.

Досліджувана та пропонована до впровадження інтелектуальна система для аварійних режимів електроенергетичних систем дозволить в майбутньому знизити обсяг і тривалість аварійних відключень при виникненні дефіциту активної потужності і перевантаженні електричних зв'язків [3].

Література

1. О.С. Яндульський, О.В. Тимохін, А.О. Тимохіна. Автоматичне частотне розвантаження на основі аналізу швидкості зміни кута напруги. // НТУУ" КПІ". - 2012. - № 2. - С.104-109
2. Bogdan Orobchuk, Ivan Sysak, Serhii Babiuk, Mikołaj Karpinski, Daniel Jancarczyk. Development and implementation of a local area wireless network in the educational process on the basis of the dispatch control simulator // Przetwarzanie, transmisja i bezpieczeństwo informacji. Wydawnictwo naukowe akademii techniczno - humanistycznej w Bielsku-Białej. ISBN 978-83-66249-55-4. 2020. – P. 257-266
3. Б.Я. Оробчук. Лабораторний комплекс для побудови систем телекерування і диспетчерського управління в електроенергетиці // XX наукова конференція ТНТУ ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2017

УДК 621.311.153

Б.Я. Оробчук, к.т.н., доцент, Н.Я. Кіт

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ МОДЕЛІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В ПАКЕТІ MATLAB

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc. Prof., N. Kit

STUDY OF MODEL OPERATION MODES SOLAR POWER PLANT IN THE MATLAB PACKAGE

В даний час найбільш актуальними є малі автономні фотоелектричні установки, які можуть забезпечити електроенергією сільські та віддалені від великих міст населені пункти. Автономна сонячна електростанція має невисоку вартість, основна частина витрат йде на акумулятори, які становлять 60% вартості, 30% вартості припадає на сонячні панелі, інвертор, контролер і 10% інші допоміжні матеріали [1].

В даній роботі пропонується до уваги модель, побудована у пакеті MATLAB Simulink (рис. 1), що складається з наступних блоків системи: випрямляча; інвертора, який перетворює енергію Сонця в змінний для побутової мережі струм; акумуляторної батареї або блоків безперебійного живлення для накопичення енергії і її витрат відповідно до потреб споживача та мережі; сонячних панелей для концентрації сонячного світла і перетворення його на електричну енергію [2].

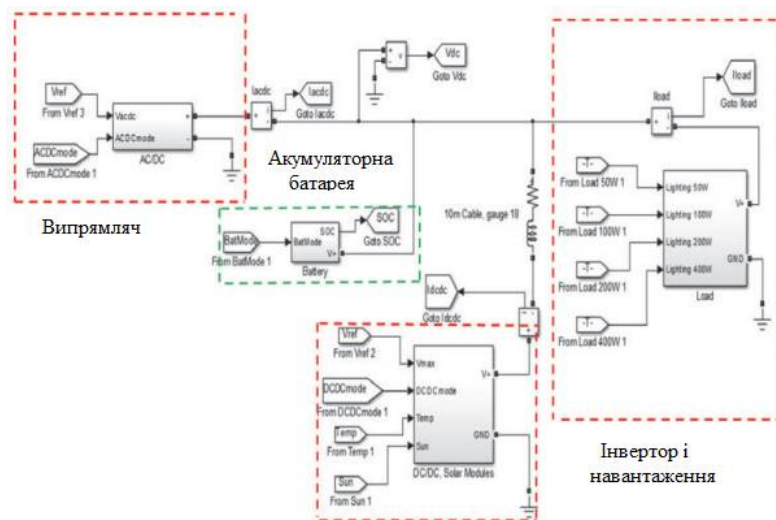


Рисунок 1. Модель сонячної електроустановки в Simulink

Моделювання складається з чотирьох базових компонентів: AC-DC перетворювач змінного струму в постійний; акумуляторна батарея; DC-DC перетворювач постійного струму; навантаження. У цю схему введено вискоєфективний мережевий інвертор, відмінність якого від інших полягає в тому, що при зникненні напруги в мережі сонячні батареї продовжують жити резервне навантаження і заряджати акумулятори при досить високому коефіцієнті корисної дії - 90-95%. Якщо навантаження є меншим за вироблену сонячними батареями енергію, то її використовують для заряджання акумуляторів, а якщо більше, то енергія буде споживатися з мережі [3].

На рис. 2 приведено графіки вхідної та вихідної напруги на випрямлячі: вхідна характеристика являє собою синусоїду за амплітудним значенням від 0 до 220 В, в той час як амплітуда вихідної характеристики від 0 до 230 В і було зафіксовано періодичні паузи протягом $t = 0,004$ с.

На рис. 3 спостерігається процес зміни вихідного струму випрямляча, де відбувається збільшення та подальше зменшення до 0 А вихідного струму з амплітудою від 0 до 0,57 А, але з паузами через $t = 0,004$ с.

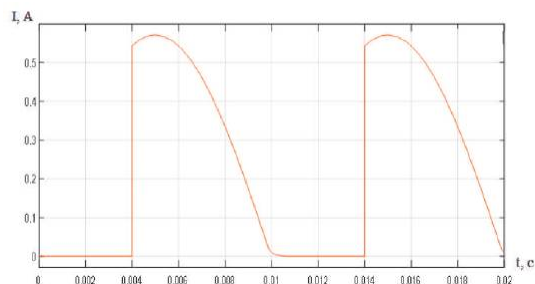
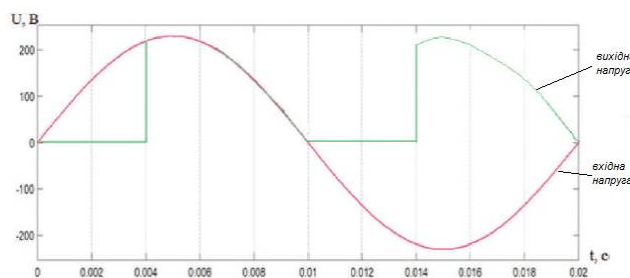


Рисунок 2. Вхідна і вихідна напруга випрямляча Рисунок 3. Вхідний струм випрямляча

Як видно з графіків (рис. 2 і рис.3) характер залежностей відображає фізичну картину зміни енергетичних характеристик у часі, що є істотним для аналізу та оптимізації в необхідних режимах роботи. Графік зміни напруги на навантаженні показаний на рис. 4, а на рис. 5 наведено графік зміни струму на навантаженні часу.

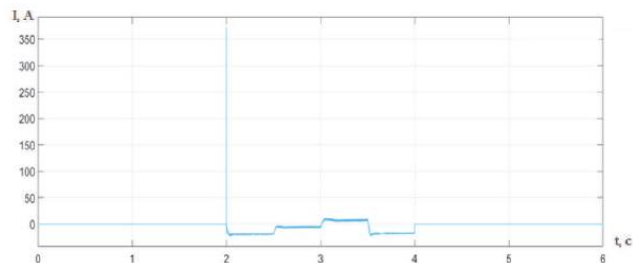
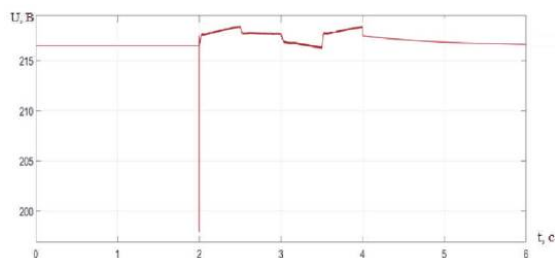


Рисунок 4. Напруга на навантаженні Рисунок 5. Струм від часу на навантаженні

Було змодельовано роботу автономної фотоелектричної система за параметрами напруги, струму фотоелектричних модулів, які добре узгоджуються з експериментальними даними. Також за результатами моделювання було розраховано площу сонячної панелі на основі рівності середньої потужності навантаження та середньої питомої потужності ($9,3 \text{ м}^2$). Для підбору ємності акумуляторних батарей були розраховані три варіанти: за зарядним і розрядним струмами та енергобалансом та вибрано варіант з найбільшою номінальною ємністю [4]. На основі технічних характеристик сонячних панелей і акумуляторів рекомендована найбільш ефективна установка за такими параметрами: з акумуляторною гелевою батареєю з допустимою максимальною глибиною розряду до 80% та сонячною панеллю типу C-Si з мінімальним температурний коефіцієнтом за напругою.

Література

1. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії/ Під заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: «Українські енциклопедичні знання», 2007. – 559 с.
2. Черних І.В. Моделювання електротехнічних пристроїв в MATLAB, SimPower-Systems і Simulink. 1-е видання, 2007 рік, 288 стр.
3. Vadym Koval, Bogdan Orobchuk, Nataliia Kuzemko, Gao Lijin. Measuring device for photovoltaic modules electrical characteristics testing // Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021
4. Оробчук Б., Аріаіфо Ф. Математична модель акумуляторної батареї сонячної водопідйомної установки // Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБП України «Бережанський агротехнічний інститут». - Бережани, 2016 р.

УДК 621.311.153

Б.Я. Оробчук, к.т.н., доцент, М.М. Корягін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ РОБОТИ
ОБЛАДНАННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ І АВТОМАТИКИ**

V. Orobchuk, Ph.D., Assoc. Prof., M. Koryagin

**INCREASING THE RELIABILITY OF MONITORING THE OPERATION
OF RELAY PROTECTION AND AUTOMATION EQUIPMENT**

Основне обладнання електроенергетичних систем, зокрема генератори, трансформатори, лінії електропередачі, електродвигуни нерозривно взаємопов'язане в процесі виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії. Внаслідок цього є дуже не вигідним і з економічної, і з технологічної точки зору необґрунтоване його відключення або вихід з ладу. Цей фактор залежить від надійності та ефективності функціонування пристроїв релейного захисту та протиаварійної автоматики. Відповідно до підтвердженої статистики причин аварійності в електроенергетичних системах приблизно до 25% всіх складних аварій відбувається через неправильні дії релейного захисту та протиаварійної автоматики, а біля 60% випадків з цієї ж причини звичайний аварійний режим може переходити у складну системну аварію [1].

Що стосується неправильного налаштування релейного захисту та протиаварійної автоматики, то не варто очікувати на суттєву зміну ситуації, оскільки парк таких пристроїв в нашій країні переважно десь біля 80% складається з пристроїв на електро-механічній та електронній елементній базі, а впровадження цифрових пристроїв проходить повільно і поступово. Відомі на сьогодні методики розрахунку уставок розроблено ще в минулому столітті і часто вони не адаптовані під використання в сучасних енергосистемах, що включають до свого складу пристрої FACTS, системи передачі постійного струму, відновлювані джерела енергії і ін. Більш детально проблема неправильного налаштування та способи її мінімізації розглянуті авторами у [2].

Значних успіхів вдалося досягти у вирішенні проблеми підвищення програмно-апаратної надійності функціонування релейного захисту та протиаварійної автоматики. Це стало можливим завдяки появі та розвитку засобів математичного моделювання процесів та режимів в електроенергетичних систем: Real Time Digital Simulator (RTDS), Power Grid Real Time Digital Hardware in the Loop Simulator (eMEGASim), загальнорежимного моделюючого комплексу реального часу електроенергетичних систем, які дозволяють здійснювати перевірку в замкненому циклі пристроїв релейного захисту та протиаварійної автоматики в умовах, близьких до реальних умов їх функціонування. За допомогою подібних випробувань перевіряється як апаратна частина, так і внутрішні алгоритми релейного захисту та протиаварійної автоматики. У країнах Європи та Америки практика таких випробувань розвинена досить широко, проте, в Україні вона лише починає впроваджуватися [3].

Наявність же в подібних комплексах адекватних математичних моделей засобів релейного захисту та протиаварійної автоматики, що досить повно і достовірно відтворюють процеси в конкретних їх реалізаціях та у вимірювальних трансформаторах струму та напруги – деталізованих розроблюваних моделей, що дозволить підвищити ефективність перевірки пристроїв релейного захисту та протиаварійної автоматики в замкненому циклі за рахунок можливості проведення детального аналізу їх ключових функціональних ланок, а також відстеження реакції реального пристрою та моделі на зміни до електроенергетичних систем та достовірно виявляти причини невідповідності

у разі її появи. Крім того, максимальною стає ефективність налаштування релейного захисту та протиаварійної автоматики, а також перевірки їх алгоритмів.

Аналіз зазначених вище комплексів моделювання електроенергетичних систем показав відсутність у них подібних моделей, що робить актуальним завдання їх розробки. Схема реалізації цієї ідеї наведено на рис. 1.

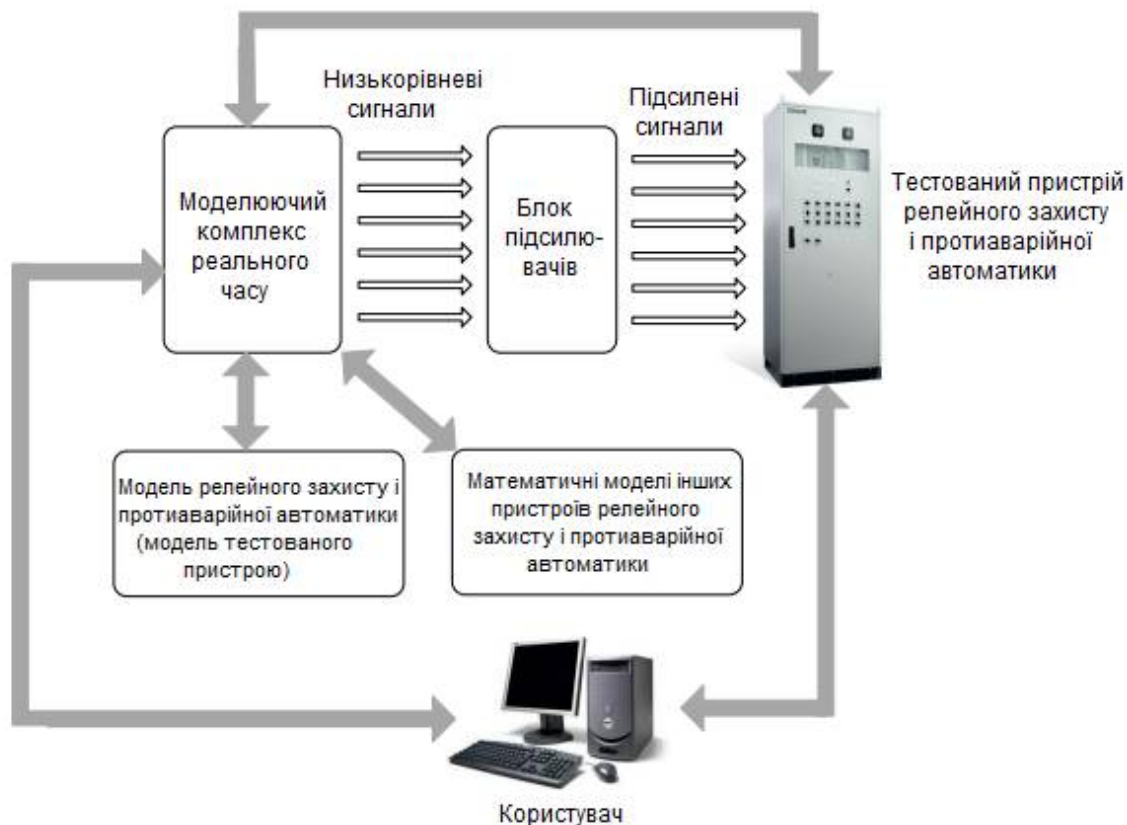


Рисунок 1 – Схема реалізації перевірки пристроїв релейного захисту та протиаварійної автоматики з використанням їх моделей

В даний час вже виконано реалізацію деталізованих моделі диференційного захисту трансформаторів та диференціально-фазного захисту лінії, які успішно пройшли випробування в різних режимах роботи електроенергетичних систем з використанням даних, отриманих від загальнорежимного моделюючого комплексу реального часу електроенергетичних систем. Наступним кроком планується організувати стенд для перевірки в замкненому циклі даних захистів з використанням синтезованих моделей та загальнорежимного моделюючого комплексу реального часу електроенергетичних систем або RTDS.

Література

1. Оробчук Б. Автоматизована система релейного захисту від замикань на землю. Оробчук Б., Сисак І., Бабюк С. // Вісник ТНТУ. - 2012. - Том 66. - № 2. - С.198-206
2. Андреев М.В., Боровиков Ю.С. Оптимізація уставок диференціальних захистів трансформаторів і автотрансформаторів за допомогою їх адекватних математичних моделей // Сучасні проблеми науки і освіти, 2013. – №3 [Електронний ресурс]: режим доступу: <http://www.science-education.ua/109-9343>
3. Оробчук Б., Любінський Т. Розробка мікропроцесорного діагностично-випробувального лабораторного комплексу. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “До 100-чя з дня заснування НАН України та на вшанування пам’яті Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018

УДК 621.311.153

Б.Я. Оробчук, к.т.н., доцент, В.І. Пихач

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

B. Orobchuk, Ph.D., Assoc. Prof., V. Pyhach

RESEARCH OF STABILITY OF ELECTRICAL TRANSMISSION WIND ENERGY INSTALLATION IN THE ENERGY SYSTEM

В умовах наростаючого дефіциту енергії, загрози світової енергетичної кризи та глобальної екологічної катастрофи велике значення для переходу до сталого розвитку України та світової спільноти має альтернативна енергетика, якій приділяється все більша увага в теорії та практиці. Підраховано, що використовуючи кінетичну енергію вітру із земної поверхні площею 1 км^2 можна отримати в середньому до 700 кВт потужності та виробити біля 6,6 млн. кВт год енергії на рік. При цьому з усієї території України теоретично можна отримати понад 9000 млрд. кВт год електроенергії на рік. [1].

У зв'язку з цим останнім часом спостерігається швидке зростання встановлених вітроенергетичних потужностей. Удосконалення вітрових турбін та зростання їх потужності дозволяє вітроенергетичним установкам конкурувати з традиційними джерелами енергії. В результаті такі установки задіяні у виробництві електричної енергії у всьому світі. Наприклад, в Данії вже більше 30% електричної енергії виробляється за допомогою вітроенергетичних установок [2].

Зазвичай вітроелектростанція складається з наступних елементів: вітрогенератор змінного потоку, випрямляч, акумулятор, інвертор і фільтр низької частоти. Схема такої вітроелектростанції приведена на рис. 1.

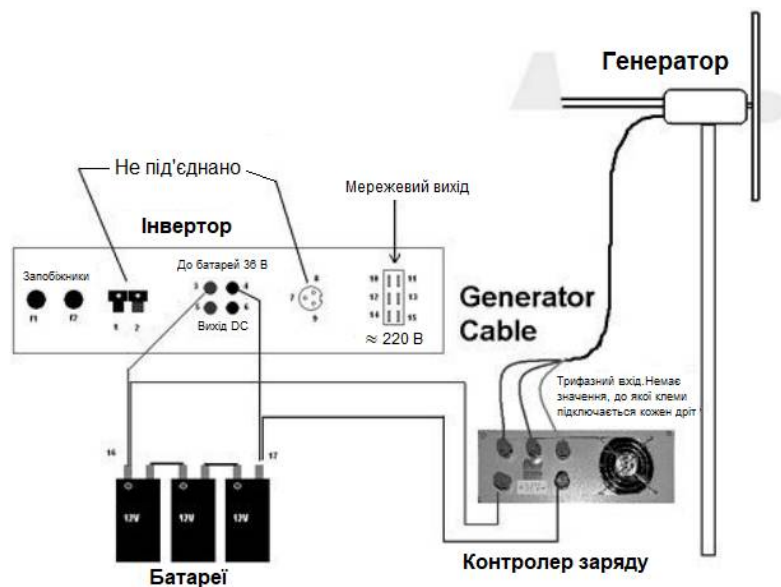


Рисунок 1 – Схема вітрової електростанції

Вітрові електростанції можуть працювати і в автономному режимі, і паралельно з енергосистемою. В роботі ми розглядаємо методика розрахунку та стійкості ланки електропередачі «вітроелектростанція–енергосистема». При цьому передбачається, що потужність вітроелектростанції є значно меншою за потужність енергосистеми і на її шинах підтримується постійна напруга $U_c = const$.

Для розрахунку динамічної стійкості необхідно розв'язати нелінійне диференціальне рівняння:

$$\frac{T_I}{\omega_0} \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_I - P_m, \quad (1)$$

де P_I – потужність інвертора;

T_I – стала часу інвертора;

$P_m = E'_q U_c y'_{12}$ – потужність станції в нормальному режимі ($y'_{12} = 1/X_{d\Sigma}$);

δ – кут між векторами \dot{E}_q і \dot{U}_c .

При виникненні однофазного короткого замикання стан мережі змінюється і також змінюється величина y_{12} . Опір кола при однофазному замиканні буде наступним [3]:

$$X_{12}'' = X_d + X_T + X_L + \frac{(X_d + X_T)X_L}{X_{\Delta}^{(1)}}, \quad y_{12}'' = \frac{1}{X_{12}''}, \quad (2)$$

де $X_{\Delta}^{(1)} = X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}$ опір шунту в місці КЗ при однофазному пошкодженні.

Потужність, що передається в аварійному режимі $P_m'' = E'_q U_c y_{12}''$.

Наступний розв'язок рівняння (1) виконуємо з урахуванням, що $P_m = P_m''$.

Після відключення пошкодженої фази стан мережі знову змінюється і величина y_{12} стає рівною

$$y_{12}''' = X_d + X_T + X_L + \frac{1}{X_d + X_T + X_L + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}}. \quad (3)$$

Наступний розв'язок рівняння (1) виконуємо з урахуванням, що $P_m = P_m'''$.

Чисельний розв'язок рівняння (1) достатньо виконати за допомогою за методом послідовних інтервалів, який має похибку розрахунку менше 10%.

Отже, можна зробити висновок, що електропередача є стійкою, якщо величина δ на протязі часу починає зменшуватись.

Література

1. Перспективи розвитку світової електроенергетики до 2035 року // Електроенергія, передача і розподіл. – 2011, № 2, С.103.

2. Оробчук Б., Герасимів В., Ліньов Б. Аналіз ефективності електропостачання при використанні автономних вітродизельних установок // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. – Тернопіль, 2017

3. Коваль В. Оробчук Б., Осадца Я. Костик Л. Автоматизована вимірювальна установка для дослідження електричних характеристик фотоелектричних модулів // Вісник Хмельницького національного університету. – м. Хмельницький, 2022

УДК 338.45 : 664.6

А. М. Лупенко, д.т.н., професор, О. О. Вакулєнко, В. І. Вузенський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОВУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

A. M. Lupenko, Dr., Prof., O. O. Vakulenko, V. I. Vuzenkyi

ANALYSIS EFFICIENCY OF THE BAKERY PRODUCTS PRODUCTION

Хлібобулочні вироби є джерелом вуглеводів, що майже на 50 відсотків покривають потребу людини в них, та білків рослинного походження. Регулярне вживання хліба, виготовленого з пшеничного або житнього борошна, сприяє поліпшенню травлення, оскільки такий хліб містить харчові волокна [1].

Хліб допомагає роботі ферментів шлунково-кишкового тракту сприяючи добрій його засвоюваності, так як його білки знаходяться в денатурованому вигляді, крохмаль є клейстеризованим, жир перебуває у складі емульсій або комплексів з білками, вуглеводами та іншими компонентами, а харчові волокна - в набряклому та у розм'якшеному стані.

Наприклад, вживання 300 г пшеничного хліба покриває потребу дорослої людини в незамінних амінокислотах на майже 30%, а потребу у мінеральних речовинах - вдвічі більше. До того ж, 100 г формового пшеничного хліба з борошна вищого гатунку дає людині до 200 ккал енергії, здобного хліба – до 400 ккал, що на майже 20% забезпечує загальне енергоспоживання людини [1].

Підвищення рентабельності хлібопекарських підприємств методом зниження витрат на виробництво хліба в багатьох випадках є проблематичним, т. я. коливання цін на хліб та хлібобулочні вироби точно повторюють зміну цін на борошно і зернові культури. Так, у собівартості хлібів з борошна першого гатунку та з суміші пшеничного й житнього борошна 60% становлять витрати на його придбання, паливо - 6%, заробітна плата - 4%, електроенергія - 2%, інші витрати в сукупності - 28% [2].

У той же час, маркетингові дослідження показують, що на тлі загального скорочення обсягів виробництва однокомпонентних пшеничного та житнього хлібів, збільшується виробництво хліба з пшенично-житньої суміші, лікувально-дієтичних хлібобулочних виробів, вартість яких може бути значно вищою, ніж масово споживані сорти хліба [2].

Стан кон'юнктури ринку хліба Тернопільщини нині характеризується значним спадом виробництва хліба і хлібобулочної продукції - до 70% порівняно з 1990 роком [2]. Так, протягом 2000–2010 рр. ціна на хліб житньо-пшеничний зросла більше, ніж у 2 рази, а на хліб пшеничний вищого гатунку – у 2,5 рази.

Найбільшу питому вагу у вітчизняному хлібопеченні займають пшеничний (близько 50%) та житній (близько 30%) хліби. Булочні вироби формують близько 15% ринку хлібопродуктів, решту 5% в асортиментному ряді складають здобні хлібобулочні та бубличні вироби, грінки, сухарі, пиріжки, пончики, пряники, печиво тощо.

Найбільші хлібозаводи займають, зазвичай, не більше 3% ринку, що пов'язано з нетривалим терміном реалізації продукції, внаслідок чого виробники можуть продавати хлібобулочні вироби тільки у своєму регіоні – географічне розширення реалізації збільшує транспортні витрати, а отже, і собівартість продукції, а також знижує якість продукції, що робить її менш конкурентноспроможною, порівняно з місцевою.

У складі собівартості виробництва хліба та хлібобулочних виробів половину витрат формує борошно, крім цього значними є витрати на оплату праці (30%), витрати на газ для випікання (10%), а також інші витрати – олія, дріжджі, сіль, бензин тощо.

В Україні немає єдиного механізму формування ціни на хліб, тому в різних

регіонах ціна може значно відрізнятись. Найдешевший хліб виробляють у м.Києві, де галузь дотується з 2000 року. Також дотації отримують одеські хлібовиробники, але при цьому хлібні виробники у південному регіоні найдорожчі. У більшості областей виробники не отримують дотацій від муніципалітетів, але підписали меморандум про непідвищення цін на «соціальні» сорти хліба, притаманні для кожного регіону. Незважаючи на такі заходи, у 2008 році відбулося суттєве підвищення цін на хліб та хлібобулочні вироби – загалом за підсумками року на 27,6% (Рисунок 2.), що, насамперед, викликано збільшенням собівартості продукції, у т.ч. внаслідок зростання цін на енергоносії. Також суттєво зросли фінансові витрати та збільшилася заборгованість за валютними кредитами, що залучалися для придбання імпортного обладнання, в результаті девальвації національної валюти.

Необхідно зауважити, що протягом останніх років змінювалися смаки населення, а саме зменшилось споживання «соціальних» сортів хліба, що сприяло розвитку напряму виробництва «елітних» сортів, дозволяючи зменшити залежність виробників хліба від державного регулювання. На сьогодні кількість «соціального» хлібу, який випікається з борошна низьких сортів, та виробництво якого регулюється державою, складає близько половини від загального обсягу випуску. В умовах кризи та падіння платоспроможності населення попит на «елітні» сорти зменшується, що уповільнить розвиток цього напряму виробництва.

Хлібопекарське виробництво відноситься до групи крупних споживачів паливно-енергетичних ресурсів із значним потенціалом теплової енергії, що знаходиться у готовій та проміжній продукції, відходах тощо. Тепловою енергією, що підлягає переробці у ході виробництва хлібобулочних виробів, поділяють на чотири групи: тепло відхідних газів та рідин (димових газів, тепло води та технологічних рідин і готових продуктів); тепло відпрацьованої пари парогенераторних установок та вторинна пара теплових технологічних установок (випарні установки, ректифікаційні апарати, сушарки, пара випаровування); тепло горючих відходів; тепло, що знаходиться в кінцевих продуктах та відходах виробництва (тепло готового хліба, гаряче повітря з вентиляції гарячих цехів тощо). Ця теплова енергія може бути використана в якості вторинних теплових енергоресурсів на таких трьох рівнях: внутрішні (всередині цеху, всередині технології), зовнішні (опалення, теплопостачання), комбіновані. Вітчизняний та зарубіжний досвід свідчить про те, що вартість зекономленої енергії при реконструкції теплових установок в 3–5 разів менша, ніж енергії, що отримана при будівництві нових установок аналогічної продуктивності [3].

При виробництві хлібобулочних виробів ефективними є такі заходи: рециркуляція вихідних газів хлібопекарських печей економить до 15% палива; парогенератори на вихідних газах та теплоутилізатори - до 20% палива та ін.

Таким чином, ціна хліба, як соціально значимого продукту, залишається предметом державного регулювання, що впливає на попит-пропозицію хліба та фінансово-економічний стан підприємств хлібопекарської промисловості.

Література

1. Жамойда А. А. Ринковий потенціал хлібопекарської промисловості // Економічний вісник Донбасу. – 2009. - №1 (15). – С. 123–128.
2. Корнійчук А. А. Аналіз стану та перспектив розвитку підприємств хлібопекарської галузі Житомирської області // Соціально-економічні проблеми і держава. - 2013. - Вип. 2 (9). - С. 67–74.
3. Майстренко Н. Ю. Резерви використання вторинних теплових енергетичних ресурсів у харчовій промисловості України // Проблеми загальної енергетики. - 2013. - Вип. 2 (33). - С. 43–48.

УДК 621.311.16 : 338.45

А. М. Лупенко, д.т.н., професор, О. О. Вакуленко, В. В. Локотош
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА З ОБРОБЛЕННЯ КАМЕНЮ

A. M. Lupenko, Dr., Prof., O. O. Vakulenko, V. V. Lokotosh
**INCREASING EFFICIENCY OF THE STONE PROCESSING ENTERPRISE
METHODS**

Сучасним промисловим підприємствам необхідно докорінно змінити свій підхід до використання енергетичних ресурсів. Першочерговим завданням є економне витрачання енергетичних ресурсів і підвищення ефективності їх використання на всіх стадіях виробництва і споживання. Адже зниження собівартості - це одна з конкурентних переваг будь-якої продукції, особливо зараз, коли ринок збуту стає все більш розбірливим.

Підвищення доходів підприємства за допомогою впровадження енергоефективності приносить доходи підприємству і має такі результати:

- заощадження коштів, що забезпечує зростання конкурентоспроможності підприємства, особливо при зростанні цін на енергоносії;
- збільшення продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов'язані з способом використання енергії;
- встановлення квот на викиди, що дозволяє знизити залежність від цін на енергоносії, зменшити ризики компанії, що, в свою чергу, підвищує конкурентоспроможність підприємства;
- зменшення викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан, а з ним – імідж підприємства [1].

Розробка заходів, що впливають на енергоефективність промислових підприємств, полягає у виявленні значущих факторів впливу на енергоефективність, виділенні найбільш значущих з них. Для аналізу значущості факторів, через неможливість кількісної оцінки деяких з них, вибирають метод експертних оцінок. Інтервал оцінки - від 1 до 10 (ніж більша важливість фактора - тим вищий бал). Після первинної оцінки факторів виділяють групи з однаковими балами.

В якості результативного показника Y вибирають один з показників енергетичної ефективності підприємства (питомі енергетичні витрати на 1 грн. випуску продукції). В якості ознак-факторів $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, що впливають на результативний показник Y , вибирають такі основні впливаючі показники: X_1 - обсяг випуску продукції, млн. грн.; X_2 - витрати на утримання енергопостачальних мереж підприємства, млн. грн.; X_3 - інвестиції в програми з енергозбереження, млн. грн.; X_4 - чисельність персоналу підприємства, осіб; X_5 - середня заробітна плата, тис. грн.; X_6 - вироблення енергетичних ресурсів власними джерелами енергії, част.; X_7 - питома матеріаломісткість продукції, грн./од. прод.; X_8 - середня тривалість робочих змін на підприємстві, год.; X_9 - середній розряд робочих; X_{10} - кількість структурних підрозділів; X_{11} - загальна площа приміщень, забезпечених енергоресурсами, m^2 ; X_{12} - коефіцієнт завантаження обладнання; X_{13} - коефіцієнт фактичної енергоозброєності праці (кВт/чол.); X_{14} - озброєність праці основним капіталом, тис. грн./чол.; X_{15} - питома вага обладнання у вартості основного капіталу, част. [1].

Ступінь узгодженості оцінок експертів визначають за допомогою об'єктивного критерію - коефіцієнта множинної рангової кореляції (коефіцієнта конкордації

Кендала, який може змінюватися від 0 до 1) W згідно виразу: $W = 12 \cdot S / m^2 \cdot (n^3 - n)$, де m - кількість експертів; n - число факторів; S - сума квадратів різниць рангів (відхилень від середнього значення рангів) і визначається з виразу: $S = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$.

При коефіцієнті конкордації $W \geq 0,5$ перевіряється гіпотеза про невинуватість згоди експертів. Для цієї процедури використовується критерій Пірсона (χ -квадрат), що визначається за формулою: $\chi_p^2 = W \cdot m \cdot (n-1)$, де $(n-1)$ - число ступенів вільності. Розрахункове значення коефіцієнта χ_p^2 порівнюється з табличним, визначеним при певному значенні числа ступенів вільності $(n-1)$. Якщо розрахункове значення критерію Пірсона більше табличного і $W \geq 0,5$, то це свідчить про наявність істотної подібності думок експертів, значущості коефіцієнта конкордації і невинуватості співпадіння думок експертів [1].

Часто при спробі розширення чи модернізації виробництва виникають питання відмов електрообладнання, які є наслідком недостатньо кваліфікованої розробки схемо-технічних рішень силових електромереж. Так, основною причиною виникнення аварій і низької енергоефективності електромеханічних систем - електроприводів з синхронними й асинхронними двигунами є неврахування впливу якості напруги живлення та режиму навантаження, відсутність ефективного захисту двигунів [2].

До прикладу, вентильні нерегульовані перетворювачі при струмі навантаження $I_{ном}$ генерують в електромережу сукупність n гармонік вищих порядків в залежності від схеми випрямлення: при 6-фазній - 5-у, 7-у, 11-у, 13-у, а при 12-фазній - 11-у і 13-у. При цьому, струми кожної з них розповсюджуватимуться електромережею і матимуть величини: $I_n = I_{ном} / 3 \cdot n$. Дугові печі в режимі розплаву металу також генерують в електромережу 5-у, 7-у, 11-у, 13-у гармоніки, а їх струми матимуть величини: $I_n = 1,25 \cdot I_{ном} / n^2$. Комп'ютерне моделювання режимів роботи електроприводів також вказує на негативний вплив вищих гармонік, що проявляється у коливаннях пускового струму й швидкості [3].

Оскільки струми вищих гармонік створюють на навантаженнях електромережі відповідні напруги, то ефективним є збільшення потужності струмів к. з. у місці під'єднання джерел вищих гармонік, а також використання розщеплених відгалужень (секцій шин) (6–10) кВ силових трансформаторів для обмеження числа вентильних перетворювачів, що під'єднуються до однієї секції шин.

Таким чином, після визначення впливаючих факторів та їх значущості можна спроектувати заходи щодо підвищення енергетичної ефективності та енергозбереження на промисловому підприємстві.

Література

1. Севастьянов Р. В. Проблеми та перспективи енергозбереження на промислових підприємствах // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2013. – Вип. 1, Т. 2. – С. 107–110.
2. Закладний О. М. Вплив якості напруги живлення на електроприводи з синхронними двигунами / О. М. Закладний, О. О. Закладний, Т. Ю. Оборонов // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2012. – Вип. 22. – С. 180–188.
3. Войцицький А. П. Аналіз причин погіршення якості показників електроенергії, які характеризують форму напруги / А. П. Войцицький, Ю. А. Колос // Вісник Житомирського нац. агроєколог. ун-ту. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 264–269.

УДК 621.316.1

А. М. Лупенко, д.т.н., професор, О. О. Вакуленко, С. Ю. Санчела

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ 110 КВ

A. M. Lupenko, Dr., Prof., O. O. Vakulenko, S. Yu. Sanchela

INCREASING EFFICIENCY OF THE 110 KV ELECTRICAL NETWORKS METHODS

На даний час більш ніж 90% повітряних ліній (ПЛ) напругою 220 кВ і вище та 55% основного устаткування трансформаторних підстанцій (ПС) відпрацювали розрахунковий технічний ресурс (25 років), а 56% ПЛ і 17% ПС експлуатуються понад 40 років. Розподільні електричні мережі (ЕМ) відпрацювали 2–3 терміни нормативної експлуатації. Старіння обладнання ПС, елементів ПЛ призводять до зростання аварійності та технологічних витрат електроенергії на її транспортування, спричиняє підвищену кількість відключень обладнання та його пошкодження.

Перспективним рішенням цієї проблеми з економічної точки зору є комплексний підхід до реконструкції ЕМ середньої напруги 6 (10) кВ з підвищенням номінальної напруги до 20 кВ, створення центрів живлення та прокладання нових ліній із запровадженням якісно нового рівня автоматизації мережі [1].

Одним з напрямків розвитку й інтелектуалізації комплексів релейного захисту і автоматики (РЗА) та автоматизованих систем керування (АСК) підстанціями (ПС) є перехід від окремих, часто інформаційно ізольованих аналогових пристроїв та підсистем до інтегрованих однорідних систем з єдиним інформаційним простором. Значним прогресом у створенні таких систем стало впровадження у практику електроенергетики стандарту «МЕК 61850. Мережі та системи зв'язку на підстанціях».

Внаслідок впровадження на підстанціях АСК відбувся значний розвиток апаратних і програмних засобів систем керування [3]:

- з'явилися високовольтні цифрові трансформатори струму та напруги, мікропроцесорні контролери;
- розробляється первинне та вторинне електромережеве обладнання з вбудованими комунікаційними портами;
- впровадження стандарту МЕК 61850, який регламентує представлення даних про ПС як об'єкт автоматизації, а також оперує протоколами цифрового обміну даними між мікропроцесорними інтелектуальними електронними пристроями (скор. IED - англ.) ПС, включаючи пристрої контролю та керування, РЗА, протиаварійної автоматики (ПА), телемеханіки, лічильники електричної енергії.

У ході реконструкції ЕМ напругою 110 кВ впровадження ЕМ напругою 20 кВ можливе внаслідок наявності компактного обладнання вітчизняних й закордонних виробників, зокрема, щоглових ПС зі спрощеною конструкцією трансформатора без розширювального бачка та перемикача без збудження. Використання щоглових комплектних трансформаторних ПС дає можливість максимально наблизити їх установку до споживачів зі збереженням охоронної зони 10 кВ.

Для підвищення ефективності функціонування розподільних ЕМ актуальним є не тільки перехід на вищий клас напруги для мереж 6 (10) кВ, але й зміна топології ЕМ способом наближення ПС 20 кВ до споживачів при скороченні фідерів ЕМ напругою 0,4 кВ з суттєвим покращенням системи прийняття рішень керування технологічними процесами, яка пов'язана з поняттям інтелектуалізації міських й сільських розподільних ЕМ на основі сучасних технологій - самодіагностики, аналізу й звітності.

Для аналізу техніко-економічних аспектів й ефективності розвитку розподільних ЕМ використана ЕМ у складі: 30 фідерів 10(6) кВ та 400 ТП 10(6)/0,4 кВ з сумарною встановленою потужністю трансформаторів 90 МВ·А. Сумарна довжина повітряних ЛЕП становить 530 км, а довжини 14-ти з них лежать в межах від 20 до 50 км [2].

Аналіз режиму максимальних навантажень діючої ЕМ показав, що функціонування ЕМ 6 кВ та окремих фідерів 10 кВ, які мають значну довжину, є неякісним і значно ускладнює експлуатацію ЕМ й призводить до понаднормативного зростання втрат активної потужності. Спостерігаються перевантаження окремих ділянок ліній та значне зниження рівня напруги на шинах ТП, причому втрати напруги до окремих віддалених ТП досягають 35%, технологічні втрати активної потужності в ЕМ 6 кВ становлять біля 15% від потужності, що надходить в ЕМ, до того ж в структурі втрат активної потужності понад 80% становлять втрати в ЛЕП.

Розрахунок режиму за умови переведення всієї ЕМ на напругу 20 кВ показав значне покращення як за втратами активної потужності (понад 60%) у порівнянні з режимом 10 кВ, так і за рівнями напруги на шинах споживачів. Однак, на особливо протяжних фідерах втрати напруги становили до 6%, тоді як на шинах ТП решти фідерів втрати напруги не перевищували 3%. Для усунення додаткових втрат й оптимізації структури ЕМ було промодельовано встановлення розвантажувального центру живлення 110/20 кВ, що додатково зменшило сумарні втрати активної потужності в модернізованій ЕМ ще на 25%, тобто на майже 50% у порівнянні з оптимізованим режимом 10 кВ [2].

Найбільш ефективним критерієм порівняння стратегій розвитку ЕМ на номінальних напругах 10 або 20 кВ є дослідження мінімуму сумарних дисконтованих витрат. За умови залучення інвестицій протягом одного року такі витрати оцінюють за формулою: $Z_{oc} = \frac{B}{E} + K - L$, де B - витрати на експлуатацію та обслуговування ЕМ й витрати на покриття втрат електричної енергії; K - капіталовкладення в реконструкцію ЕМ; L - ліквідна вартість устаткування, що демонтують; $E = 0,1$ - норма дисконту.

З розрахунку досліджуваної ЕМ випливає, що кращими техніко-економічними показниками (майже 10% дисконтованих витрат) характеризується варіант реконструкції розподільної ЕМ з переведенням живлення на номінальну напругу 20 кВ.

Період повернення капіталу T_n дорівнює року t розрахункового періоду, після якого кумулятивна сума чистих грошових потоків Π_{oc} переходить з від'ємної зони в додатну і визначається за виразом: $\Pi_{oc} = \sum_{t=1}^{T_n} \Pi_{ct} / (1 + E)^t = 0$, де Π_{ct} - чистий прибуток в t -й рік розрахункового періоду.

Отже, безперервний висхідний розвиток електроенергетики та комунікаційних технологій, підвищення вимог до функцій захисту, вимірювальних трансформаторів та основного обладнання сприятиме подальшому розвитку й вдосконаленню ЕМ.

Література

1. Циганенко Б. В. Особливості функціонування розподільних мереж середнього класу напруги та їх переведення на напругу 20 кВ / Б. В. Циганенко, В. В. Кирик // Гідроенергетика України. - 2016. - №3-4. - С. 7-13.
2. Бахор З. М. Техніко-економічні аспекти впровадження електричних мереж напругою 20 кВ / З. М. Бахор, А. Б. Козовий та ін. // Вісник Він. політехн. ін-ту. - 2018. - №1. - С. 53-58.
3. Інформатизація електроенергетичних систем та електричних об'єктів / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, О. Ф. Буткевич, С. П. Денисюк // Праці ІЕД НАН України : Зб. наук. пр. – К. : 2007. – Вип. 1 (16), Ч. 1. – С. 9-15.

УДК 628.9

Р.О. Козар, І.О. Присяжнюк, О.М. Рудницька, Т.М. Козак, Я.М.Осадца, к.т.н.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АПРОКСИМАЦІЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ

R.O. Kozar, I.O. Prysiazhniuk, O.M. Rudnytska, T.M. Kozak, Ya.M. Osadtsa, Ph.D.
THE APPROXIMATION OF THE LIGHT FLUX UTILIZATION COEFFICIENT
DEPENDENCIES

Метою моделювання та світлотехнічного розрахунку систем освітлення є визначення кількості світлових приладів, світлового потоку джерел світла, а також їх розміщення, котрі б забезпечували відповідність освітлювальної установки нормативним світлотехнічним вимогам.

Застосування спеціалізованого програмного забезпечення вимагає використання спеціальних файлів світлових приладів, в котрих закладається інформація щодо їх світлового розподілу, світлового потоку, коефіцієнта корисної дії, габаритних розмірів і т.д. Найпоширенішими прикладами таких файлів є файли із розширеннями *.ldt або *.ies. Проте, не всі виробники світлотехнічної продукції забезпечують вільний доступ до цих файлів, вказуючи зі світлотехнічних характеристик лише світловий потік та тип кривої сили світла. В таких випадках визначення кількості світлових приладів в системах загального рівномірного освітлення можна здійснювати на основі методу коефіцієнта використання світлового потоку. Згідно із цим методом, кількість світлових приладів та їх світловий потік є прямопропорційними значенню освітленості, яку потрібно забезпечити в приміщенні, його площі та оберненопропорційними коефіцієнту використання світлового потоку, котрий в свою чергу залежить від типу кривої сили світла, характеристик відбивання поверхонь, котрі обмежують простір приміщення та індексу приміщення.

В даній роботі розглядалися залежності коефіцієнта використання U від індексу приміщення i для світлових приладів із кривими сили світла типу К, Г, Д, М та Л і коефіцієнтами відбивання стелі, стін та підлоги приміщення відповідно 0,7, 0,5 та 0,3. Дані залежності, побудовано на основі даних, наведених в [1], та приведено на рис. 1.

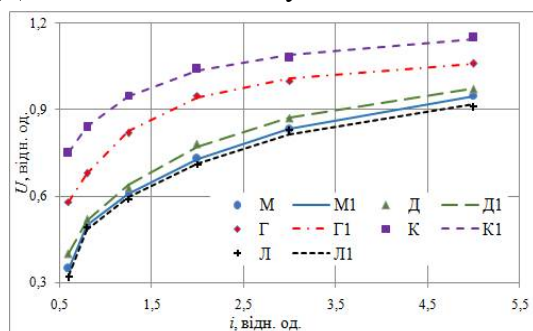


Рисунок 1 – Залежності $U(i)$

Апроксимацію даних залежностей здійснювали функцією виду:

$$U(i) = \frac{a_0}{i^3} + \frac{a_1}{i^2} + \frac{a_2}{i} + a_3, \quad (1)$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 , – коефіцієнти, розрахунок яких здійснено на основі методу найменших квадратів (табл. 1).

На основі отриманих результатів проведено співставлення значень залежностей $U(i)$, наведених в [1] та отриманих на основі використання рівняння (1).

Таблиця 1 – Результати розрахунку коефіцієнтів апроксимації

Тип КСС	a_0	a_1	a_2	a_3	Відносна максимальна похибка, %
М	-0,312	1,014	-1,317	1,172	0,80
Д	-0,177	0,663	-1,067	1,160	1,70
Г	0,040	-0,036	-0,384	1,137	1,04
К	-0,050	0,202	-0,487	1,233	0,90
Л	-0,298	0,944	-1,229	1,129	2,97

Література

1. Говоров П.П. Освітлення промислових об'єктів. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти / П.П. Говоров, Р.В. Пилипчук, А.І. Токмань, В.В. Щиренко, Р.Ю. Яремчук — Тернопіль: Джура, 2008. - 388., арк. іл

УДК 621.326

Я.О. Філюк, к.т.н., В.А. Андрійчук, д.т.н., професор, А.М. Лисий, Д.І. Кваковський
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНОЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ ДЛЯ ВІДДАЛЕНИХ СПОЖИВАЧІВ

**Y. Filiuk, Ph.D, V.Andriychuk, Dr., Prof., A. Lysyy, D. Kvakovskyi,
CONTROL SYSTEMS OF AN AUTONOMOUS PHOTOELECTRIC
INSTALLATION FOR REMOTE CONSUMERS**

Автономні фотоелектричні системи забезпечують величезні переваги в місцях, де поблизу немає мережі, і вартість фотоелектричних систем (ФЕС) необхідно порівнювати з вартістю підключення мережі до цього місця. У багатьох віддалених районах вони також конкурують з бензиновими або дизельними генераторами. Окрім значно вищих переваг для навколишнього середовища порівняно з дизель-генераторами, широкомасштабне поширення автономних фотоелектричних систем значною мірою залежить від вартості систем, ефективності перетворення і періоду експлуатації, яка в основному залежить від частоти заміни батареї.

У автономних сонячних фотоелектричних системах живлення, у яких раніше домінували свинцево-кислотні акумулятори, літєві акумулятори тепер вважаються найбільш економічно ефективними хімічними акумуляторами на ринку, виходячи з вартості терміну експлуатації та корисної ємності. Перевагою LiFePO₄ акумуляторів перед іншими типами є їх висока термічна та хімічна стабільність. Акумулятори LiFePO₄ є екологічно чистими, всередині батареї немає небезпечних або шкідливих речовин, що також є чудовою особливістю для автономного використання сонячної системи, оскільки більшість кінцевих користувачів знаходяться у віддалених районах, де рівень безпеки є дуже низьким. Загальний термін служби становить близько 2000 циклів, при цьому ємність все ще досягає 80%, що в 6-7 разів вище, ніж у свинцево-кислотних акумуляторів за весь термін служби. Крім того, він не потребує технічного обслуговування і на нього не впливає більша тривалість роботи в умовах низького заряду, що дозволяє краще використовувати його ємність.

До основних проблем практичного застосування ФЕС, відноситься невисока ефективність перетворення сонячної енергії та яскраво виражена залежність енергетичних характеристик сонячних батарей (СБ) від зовнішніх кліматичних умов.

Найбільш результативним способом підвищення ефективності фотоелектричних станцій є застосування режиму екстремального регулювання потужності СБ за зміни зовнішніх кліматичних умов. Практична реалізація цього режиму ФЕС забезпечується за рахунок застосування контролера пошуку максимальної потужності (Maximum Power Point Tracking - MPPT), який забезпечує автоматичний пошук точки максимальної потужності сонячних батарей у режимі реального часу. Найважливішою характеристикою контролерів сонячних батарей є метод відстеження максимальної потужності, що використовується. Саме метод відстеження максимальної потужності багато в чому визначає ефективність самого контролера і ФЕС. Практично всі відомі промислові контролери MPPT використовують методи пошуку максимальної потужності на основі класичних алгоритмів, яким властивий ряд недоліків. До основних проблемам, які потрібно вирішити є достовірне прогнозування потужності, що генерується установками відновлюваної енергетики, та вибір алгоритму вирішення оптимізаційної задачі, що забезпечує надійне визначення екстремуму цільової функції при заданих обмеженнях з мінімальними витратами часу.

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Ю.Б. Підгайний

Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне),
Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МЕРЕЖЕВИХ МІКРОГЕС В УМОВАХ ТОТАЛЬНОГО АБО ЧАСТКОВОГО БЛЕКАУТУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

M.M. Zin, Ph.D., Assoc. Prof., Y.B. Pidhainyi

FEATURES OF THE OPERATION OF NETWORK SMALL HYDROELECTRIC POWER STATIONS IN THE CONDITIONS OF COMPLETE OR PARTIAL DISCONNECTION OF THE ENERGY SYSTEM OF UKRAINE

В умовах військового стану і багаторазових масованих ракетно-бомбових атак на енергосистему України, які здійснює країна-терорист російська федерація, відбувається як часткове, так і повне відключення енергосистеми України. Внаслідок зловмисних руйнувань та пошкоджень системоутворювальних ліній електропередач і трансформаторних підстанцій вже мало місце одночасне від'єднання від мережі та перехід у аварійний режим роботи всіх енергоблоків усіх чотирьох діючих АЕС України, які виробляють найбільшу кількість (приблизно половину від загального обсягу) електроенергії у нашій країні. З цих та інших причин в окремих територіальних громадах блекаут може тривати більше доби. Існує загроза, що його тривалість буде вимірюватися тижнями. І все це відбувається на самому початку найхолоднішої пори року – зими, коли потреби у електричній енергії є максимальними.

В Україні діє багато мережених малих ГЕС (встановлена потужність – до 10000 кВт), які є виробниками екологічно чистої «зеленої» енергії. Посеред них, зокрема, є велика кількість мікроГЕС, що характеризуються встановленою потужністю до 200 кВт. Вони приєднані у більшості випадків до розподільних ліній електропередач 10 кВ за допомогою підвищувальних трансформаторних підстанцій 0,4/10 кВ, розраховані на роботу виключно у мережі й оснащені переважно дешевими і надійними асинхронними електрогенераторами. У випадку блекауту такі мікроГЕС вимикають гідроагрегати і виконують холостий скид води з верхнього б'єфу до нижнього.

Довготривалі блекаути, які, на жаль, в Україні вже стали звичним явищем, змушують промисловість, великий, середній і малий бізнес, територіальні громади, ОСББ й окремі приватні домогосподарства переходити до використання автономних джерел електроживлення на базі автономних електрогенераторів різної потужності з приводами від двигунів внутрішнього згоряння. У випадках не дуже тривалих блекаутів окремих споживачів виручають (повністю або частково) також автономні джерела живлення на базі електричних акумуляторів різних типів. Ми пропонуємо під час блекаутів залучати також мікроГЕС до автономного електропостачання промислових або побутових споживачів. Для цього більшість мікроГЕС, особливо тих, які було споруджено протягом крайніх 10 – 20 років, повинні виконати часткову модернізацію, а саме замінити асинхронні електрогенератори синхронними або більш надійними сучасними типами автономних електрогенераторів змінного струму. Причиною цього є те, що асинхронна машина в якості автономного генератора змінного струму працює недостатньо стабільно, особливо якщо навантаження є змінним як за величиною, так і за характером (активне, індуктивне тощо). У багатьох випадках також може бути необхідним тимчасове прокладання окремих ліній електропередач 0,4 кВ до прилеглих підприємств або населених пунктів.

УДК 621.382

Б. О. Качанов, М.С. Наконечний, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

B. Kachanov, M. Nakonechnyi, Ph.D,

NUMERICAL MODELING OF ELECTROMAGNETIC PARAMETERS OF ELECTRIC DRIVES

В даний час енергетика є одним з секторів економіки, на основі якого визначається рівень розвитку країни в цілому. За рахунок енергетичної інфраструктури розвиваються і забезпечуються всі інші галузі. У сучасних пристроях і засобах автоматизації електроприводи - найчастіше використовувані пристрої. Для більшості сучасних верстатів, маніпуляторів, конвеєрів та інших пристроїв, що широко застосовуються в сучасній промисловості, необхідно точне позиціонування корисного навантаження. В умовах навколишнього середовища при різних режимах роботи електродвигуни та генератори відчувають високі електромагнітні та теплові навантаження. Це накладає певні вимоги до виду виконання, системи охолодження та матеріалів, які застосовуються в двигуні для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик.

Тому важливим завданням при проектуванні електродвигунів та генераторів є оцінка його теплового стану, яка дозволяє отримати інформацію про тривалість роботи двигуна в різних режимах та, за необхідності, скоригувати конструкцію для забезпечення необхідних вимог.

Числове моделювання фізичних процесів є важливим етапом проектування конструкцій і технологій. Оскільки багато фізичних законів формулюється за допомогою диференціальних рівнянь в частинних похідних, то для їх дослідження потрібен універсальний інструмент, який, крім іншого, здатний поєднувати різні фізичні моделі. Використання сучасних програмних пакетів для чисельного моделювання, таких як COMSOL Multiphysics, ANSYS, дає можливість створювати математичні польові моделі на основі методу скінченних елементів, в яких можна вирішувати рівняння для електромагнітних полів.

Загальне векторне рівняння для розрахунку розподілу електромагнітного поля в активній зоні електроприводу в статорній системі координат матиме вигляд:

$$\Delta \bar{A} - \mu \gamma \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} + \mu \gamma \omega_R (\bar{R} \times \text{rot } \bar{A}) = \mu \bar{J} + \mu \gamma \text{grad } \phi,$$

де, \bar{A} – вектор магнітного потенціалу, μ і γ – магнітна проникність та електропровідність середовища, \bar{J} – густина струмів, ω_R – кутова швидкість обертання ротора, \bar{R} – радіус вектор довільної точки моделі, $\text{grad } \phi$ – градієнт скалярного електричного потенціалу.

Порівняно з проведенням фізичних експериментів та випробуванням прототипів моделювання, поєднане з емпіричними техніками, дозволяє швидше, ефективніше і точніше оптимізувати процеси та пристрої. Успішні інженерні розрахунки, засновані на експериментально підтверджених моделях, можуть замінити до певної міри і фізичні експерименти, і прототипування, і дозволяють краще зрозуміти конструкцію, що розробляється, або процес, що вивчається.

УДК 628.9

В.В. Карманов, Л.М. Костик, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА ЕНЕРГООЩАДНОЇ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ПРИМІЩЕНЬ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ТА КОНТРОЛЬ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

V.V. Karmanov, L.M. Kostyk, Ph.D., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING LIGHTING INSTALLATION OF EDUCATIONAL INSTITUTION AND CONTROL OF ITS PARAMETERS

Перебування молоді в навчальних закладах протягом тривалого часу вимагає створення належних санітарно-гігієнічних умов. Світловий клімат в навчальних приміщеннях є одним із важливих складових впливу на організм. Тому контроль рівня освітленості в робочих приміщеннях освітніх закладів є важливим заходом для забезпечення здорових умов навчання. При проектуванні освітлення навчального закладу необхідно знати нормативні параметри освітлення різних типів приміщень, вміти розробляти світлотехнічну та електричну частини системи освітлення, знати методику вимірювання освітленості в студентських аудиторіях, лабораторіях, комп'ютерних класах, спортивних залах тощо.

В умовах енергодефіциту важливим є застосування обладнання, яке забезпечує необхідні параметри світлового середовища і є максимального енергоощадним. Тому для розробки освітлення приміщень Гуманітарно-педагогічного фахового коледжу Мукачівського державного університету мною вибрано світлодіодні світлові прилади, перевагою яких є висока світлова віддача, великий термін служби, біологічна ефективність, можливість застосовувати різні режими їх експлуатації.

В результаті розрахунків освітлювальної установки корпусу коледжу загальною площею 3625,92 м² споживана потужність системи освітлення становить 14,35 кВт, тоді як при використанні люмінесцентних ламп та ламп розжарення вона становила б 23,92 кВт, що більше майже вдвічі.

Світлодіодні лампи – поступово завойовують прихильність українських споживачів, що не є дивним, адже вони мають велику кількість переваг, серед яких:

- економічне та ефективне енергоспоживання, тривалий час експлуатації;
- екологічність, адже не містять ртуті;
- максимальний світловий потік досягається одразу після вмикання;
- стійкість до удару та вібрації;
- якісна кольоропередача - до кінцевого строку експлуатації LED-лампа не втрачає температури кольору та високий рівень передачі кольору;
- протипожежна безпека – нагрівається лише до 40 градусів;
- не потребує спеціальної утилізації.

Мета розрахунку ОУ полягає в визначенні числа і потужності джерел світла, які забезпечать нормовану (з коефіцієнтом запасу) освітленість, або визначення по заданому розміщенню світильників і потужності джерел світла, освітленості, яка створюється на робочих або умовно робочих поверхнях.

Проектування освітлення в реальних умовах складається з трьох етапів: вибір типу і розрахунок орієнтовної кількості світлових приладів, комп'ютерне моделювання приміщення та установки і розрахунок параметрів світлового середовища, контрольні вимірювання світлотехнічних параметрів.

У роботі було реалізовано два етапи проектування, перевірка правильності попередніх розрахунків підтвердження результатами комп'ютерного моделювання. Після реалізації проекту необхідно провести контрольні вимірювання світлотехнічних

параметрів. Основними параметрами світлового середовища, які необхідно забезпечити, є мінімальна, середня та циліндрична освітленості на робочій поверхні, а також визначення коефіцієнта природного освітлення (КПО).

Вимірювання освітленості від штучного освітлення проводять за умов відсутності природного освітлення, тобто в темний час доби, коли відношення значень природного освітлення до штучного є не більше 0,1. Освітленість на робочому місці визначають прямим вимірюванням на робочій площині. Для визначення циліндричної освітленості в кожній контрольній точці проводять чотири вимірювання вертикальної освітленості у взаємно перпендикулярних площинах. Мінімальну освітленість в приміщеннях навчальних закладів визначають як мінімальне вимірне значення освітленості з усієї сукупності її значень в контрольних точках. Середню освітленість приміщень визначають як середньоарифметичне значення вимірних освітленостей в контрольних точках приміщення. Циліндричну освітленість визначають як середньоарифметичне значення освітленостей в чотирьох взаємно перпендикулярних вертикальних площинах:

$$E_{ц} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 E_{vi},$$

де E_{vi} – вимірне значення освітленості у взаємно перпендикулярних вертикальних площинах, лк.

При відхиленні напруги мережі від номінального значення більше, ніж на 5%, фактичне значення освітленості визначають за формулою

$$E_{ф} = E \frac{U_{ном}}{U_{ном} - K(U_{ном} - U_{cp})},$$

де E – мінімальна, середня або циліндрична освітленості, лк; $U_{ном}$ – номінальна напруга мережі, В; K – коефіцієнт, що залежить від типу джерел світла; $U_{cp} = \frac{U_1 + U_2}{2}$ – середнє значення напруги, В, де U_1 – значення напруги мережі на початку вимірювань, В, U_2 – значення напруги мережі в кінці вимірювань, В.

При визначенні КПО проводять вимірювання освітленості в контрольних точках приміщення і зовнішній освітленості на горизонтальній площині, яка освітлюється природним світлом.

Коефіцієнт природного освітлення e визначають за формулою

$$e = \frac{E_{вн}}{E_{звн}} \cdot 100\%,$$

де $E_{вн}$ – значення природної освітленості всередині приміщення, лк; $E_{звн}$ – значення освітленості зовні приміщення, лк.

Література

1. Як зекономити електроенергію на заміні лампочок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/-osvtlennja-perevagi-nedolki-jenergooshhadnih-lamp-45420>.

2. Осадца Я.М. Світлотехнічні установки та системи [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 900): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011.

УДК 621.331

С.Б. Красіцька, М.Г. Тарасенко, д.т.н, професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ

S.B. Krasytka, M.G. Tarasenko

IMPLEMENTATION OF SMART HOME ELECTRONIC SYSTEMS WITH INCREASED EFFICIENCY

У сучасному світі все важче уявити життя без інновацій, адже вони роблять наше життя простішим та зручнішим. Для кожної людини комфорт є досить важливим фактором, тому щодня з'являється все більше і більше гаджетів, здатних зробити керування будинком простішим та зручнішим. З плином часу люди почали використовувати багато розумної техніки у своїх оселях, тому їх будинки почали назвати «розумними»

Розумний дім (з англ. Smart Home) це — система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини. Вона Функціонально пов'язує між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано — з пульта-дисплею. Обов'язковим елементом Smart Home є центр керування. Він підтримує зв'язок з іншими пристроями, отримує від них інформацію, яку потім передає власнику на мобільний додаток.

Основними завданнями розумного будинку є:

1. **Керування освітленням.** У будь якому найпростішому розумному будинку повинна бути система керування освітленням. Це можуть бути датчики руху, які автоматично включають і вимикають світло, датчики яскравості і колірної температури світла тощо;
2. **Клімат контроль.** Підтримання оптимального температурного режиму не менш важливо. Система розумного будинку запрограмована таким чином, що в залежності від зовнішніх умов, може самостійно керувати теплою підлогою, освітленням та опаленням;
3. **Безпека** - сигналізація, датчики руху та відкриття, датчики диму, газу, води, системи відеоспостереження, яка передає все те, що відбувається на смартфон;
4. **Система керування мультимедіа** – вимикати телевізор у заданий час, перемикає композиції на аудіо програвачі за допомогою голосового помічника;
5. **Розумне керування побутовою технікою** – програмує прання на певний час, вмикає кавоварку о 10 ранку тощо.

Вперше визначення «розумний будинок» було сформульовано у Вашингтонському Інституті інтелектуальної будівлі і звучало наступним чином: «Розумний будинок» - це будинок, що забезпечує продуктивне й ефективне використання робочого простору. Найперші «розумні будинки» з'явилися у заможних американців. Вони почала облаштовувати свої помешкання електронікою в 1950 х роках. Як комплексне рішення задачі спочатку виникли Intelligence Buildings (інтелектуальні будівлі), основою яких були структуровані кабельні мережі. Ця система дозволяла комутувати і використовувати один і той самий кабель комп'ютерної мережі, системи безпеки тощо. Потім почали з'являтися системи

мультиплексування каналів зв'язку, що дозволило передавати по одному кабелю різну інформацію одночасно.

Сьогодні керувати «розумним будинком» набагато простіше, це можна зробити через спеціальний мобільний додаток. Техніка підключається через Wi-Fi та передає сигнали на ваш смартфон. Наприклад, наявність в будинку розумної розетки дозволяє вмикати та вимикати техніку навіть якщо ви тільки підходите до будинку. Система «Розумний дім» самостійно контролює роботу кожного пристрою, тому мешканцям не доведеться повертатися додому в паніці і перевіряти, чи вимкнена праска, чи закриті двері тощо.

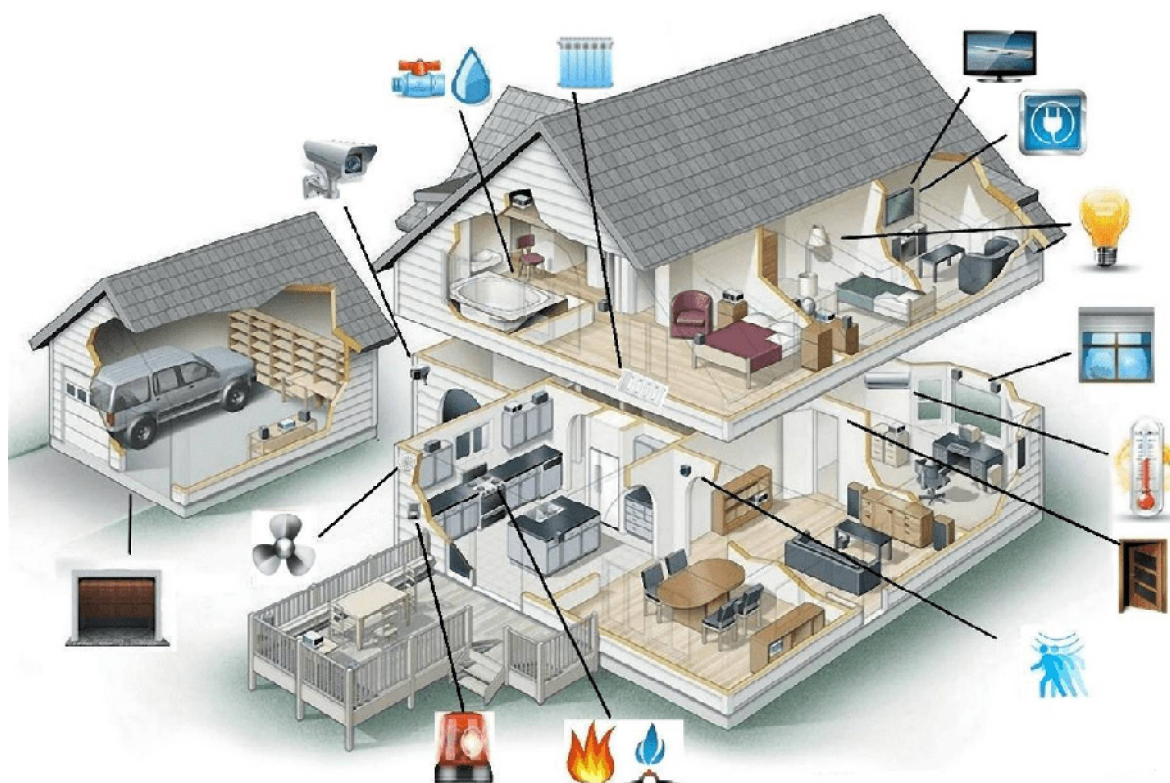


Рисунок 1. Зображення розумного будинку

Технології Smart Home впроваджують не тільки у приватних будинках а і у багатоквартирних будівлях та офісах. Ця система дає можливість контролювати витрати та економити електроенергію, газ та воду, підтримувати середню температуру в приміщенні під'їзду. Безпечне перебування у дворі, адже система «розумного будинку» передбачає контроль за територією будинку

Метою роботи є побудова системи оптимізації енергоспоживання для розумного будинку на основі протоколу зв'язку Bluetooth Low Energy, а саме дві її основні складові:

– Smart Switch – розумна розетка з модулем Bluetooth LE, що відправляє дані про споживаний/генерований струм та напругу підключеного до неї електроприладу, поточну температуру, дозволяє здійснювати його комутацію за керуючим сигналом;

– Smart Dispatcher – сервер для комп'ютера, що забезпечує автоматизоване управління системою у з наступними функціями: збирає дані від усіх пристроїв системи; надає можливість користувачу переглядати статистику роботи електроприладів; надає можливість в ручному режимі підключати/відключати їх від електромережі; на основі отриманих даних в автоматичному режимі приймає рішення про комутацію електроприладів за наступними показниками, значення яких встановлюються користувачем у додатку: відключення приладу від мережі у разі

отримання від нього даних про підвищену температуру; відключення приладу від мережі у разі аномальної зміни струму; відключення приладів у разі перевищення встановленого ліміту загальної споживаної потужності домогосподарства; відключення/підключення приладу від електромережі в залежності від встановленого для нього добового графіку роботи.

Об'єкт дослідження – програмно апаратний комплекс системи контролю та оптимізації споживання електроенергії.

Предметом дослідження є методи, підходи, програмні та апаратні засоби щодо побудови мережі пристроїв з метою контролю енергоспоживанням у розумному будинку.

Наукова новизна одержаних результатів. Під час розв'язання поставленої наукової задачі автором були отримані такі нові наукові результати:

- представлені експериментальні результати та запропоновано міру оптимізованого інтервалу сну, який врівноважує споживання енергії;
- розроблено концепцію мережевої комунікації та архітектуру пристрою для оптимізації енергоспоживання у розумному будинку;
- запропоновано fuzzy-based алгоритм, який відстежує та контролює електроприлади в розумному будинку, плануючи зручний час для них.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмноапаратний комплекс, який дозволяє ефективно керувати та оптимізувати енергоспоживання у розумному будинку.

Проаналізувавши існуючу інформацію, можна дійти висновку, що впровадження електронних систем розумного будинку з підвищеною ефективністю є вагомим фактором підвищення комфорту і безпеки життя людини. Реалізується можливість упорядкувати і спростити рутинні речі, а також вберегти від небезпек та запобігти непотрібних витрат.

Література

1. <https://ek.ua/ua/post/1990/618-что-такое-умный-дом-funkcii-vidy-sostavlyayushchie-i-ekosistemy/>
2. <https://stylus.ua/uk/articles/528.html>
3. https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/2492/1/V100_P133-141.pdf

УДК 621.31

П.В.Білоус, В.П.Коваль, к.т.н. доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, Україна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕПЛА ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА МІНІ-ТЕС

P.V.Bilous, V.P.Koval, Ph.D., Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

ENERGY EFFICIENCY OF HEAT AND ELECTRICITY GENERATION ON MINI-CHP

Системи комбінованого циклу зазвичай застосовуються для газотурбінних установок, оскільки вони виробляють тепло найвищої якості. Це тепло дозволяє виробляти пару під тиском, достатньо високим для оптимізації потужності парової турбіни, забезпечуючи при цьому об'єкт паром низького тиску або її еквівалентом у вигляді гарячої води.

Комбіновані цикли цього типу перетворюють 40% або більше енергії вихідного палива в електроенергію і, якщо використовується додаткове спалювання, забезпечують найбільш гнучкі системи когенерації з усіх існуючих на сьогоднішній день. Застосування технології комбінованого циклу особливо підходить для об'єктів, які потребують пари як низького, так і високого тиску, оскільки останній диктує вибір котельні високого тиску незалежно від ТЕС. На ілюстрації показано типову когенераційну установку у вигляді схеми та діаграми Санкі.

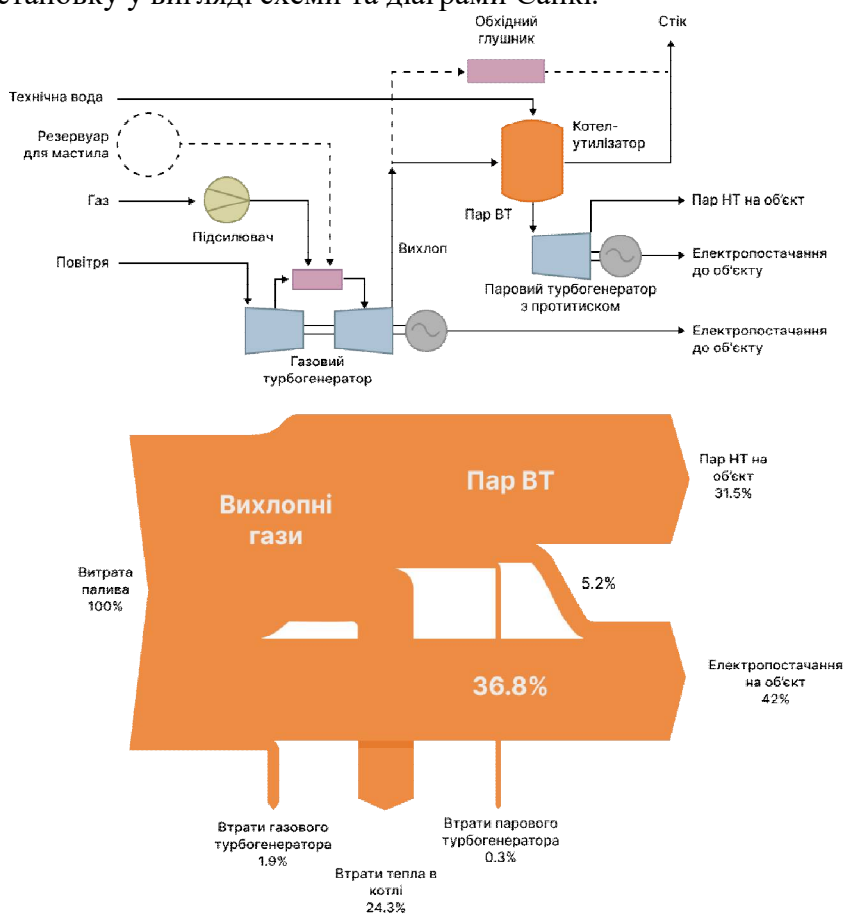


Схема енергетичних потоків для газотурбінної ТЕС з комбінованим циклом

Парова турбіна є важливим варіантом ТЕС, оскільки вона може використовувати енергію, отриману з будь-якого палива - твердого, рідкого або газоподібного. Паливо спалюється в котлі, а отримана пара високого тиску пара високого тиску потім "пропускається" через турбіну, виробляючи електроенергію і забезпечуючи більш низький тиск пар або гарячу воду для використання на місці. Паротурбінні ТЕС дуже надійні, і турбіни можуть досягати довгострокової доступності до 99%. Доступні установки потужністю від 0,5 МВт і вище.

Паротурбінна когенерація, як правило, є технологією вибору, коли доступне дешеве, непреміальне паливо (напр. відходи), яке може бути використане тільки після того, як енергія, що міститься в ньому, буде вивільнена і перетворена в пару. Вона також особливо підходить для об'єктів, де потреба в теплі висока по відношенню до потреби в електроенергії. Кількість таких об'єктів зменшується, оскільки використання електроенергії зростає. Однак, парові турбіни можуть використовуватися в поєднанні з газовою турбіною щоб збільшити загальний обсяг виробництва електроенергії. У таких установках "комбінованого циклу" високоякісне відпрацьоване тепло газової турбіни подається до котла-утилізатора, а вироблена пара передається до парової турбіни для вироблення додаткової електроенергії. Пара нижчого тиску з парової турбіни потім доступна для використання на об'єкті.

Відпрацьовані гази газової турбіни забезпечують високоякісну теплову енергію, яка може бути використана безпосередньо або опосередковано (як правило, у вигляді пари) в процесах, що потребують високотемпературного тепла. На об'єктах, де немає потреби у високоякісному теплі, або де додаткова електроенергія буде мати більшу цінність, пара, що виробляється з відпрацьованих газів, може передаватися на парову турбіну для виробництва додаткової електроенергії. Така схема відома як комбінований цикл.

Ефективність і доцільність використання когенераційних енергоцентрів визнана більшістю держав ЄС. Про це свідчить доля міні-ТЕС у розподільчій енергетиці: 30% енергоресурсів виробляються цими системами.

Причиною пріоритетного розвитку цього напрямку теплоенергетики є більш високий рівень коефіцієнта використання теплоти палива (КВТП) – 85 – 92 %, що досягається за рахунок більш високої ефективності використання скидної теплоти після енергетичних установок, а також електричного ККД = 30 – 32%) Впровадження когенерації дозволяє вирішити основу задачу енергозбереження-скоротити витрати газу на виробництво теплоти і електроенергії, а також знизити собівартість їх виробництва. При цьому слід особливо підкреслити важкий стан теплоенергетики, якій звичайно не приділяється належної уваги. В когенераційній установці (або міні-ТЕС) в порівнянні із замінюваною нею котельнею витрата палива дещо підвищується, проте загальна витрата палива на виробництво однієї і тієї ж сумарної кількості електричної і теплової енергії порівняно з роздільним виробленням їх на ТЕЦ і в котельні буде нижчою на 15 – 30 % (залежно від потужностей і типу устаткування, що використовується). Крім того ефективність застосування децентралізованих когенераційних технологій зростає внаслідок скорочення втрат на передачу електроенергії у мережах внаслідок наближення споживача до виробника.

Література

1. The National Archives, "Combined Heat and Power Technologies. A detailed guide for CHP developers – PART 2", 2021.

УДК 621.317.7

В.П. Волоський, А.М. Паламар, к.т.н, С.А. Лупенко, д.т.н, професор
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ОПОРУ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ LI-ION АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

V.P. Voloskyi, Palamar A.M. Ph.D., S.A. Lupenko, Dr., Prof.
**INTERNAL RESISTANCE DETERMINING METHOD FOR LI-ION BATTERY
CONTROL SYSTEMS**

У зв'язку з сучасним дефіцитом ресурсів енергетики та проблемою переробки літій-іонних автомобільних акумуляторних батарей є доцільним їх повторне використання для зберігання та накопичення електроенергії. Значення внутрішнього опору li-іон акумуляторної батареї може змінюватися від багатьох факторів, таких як: температура, рівень заряду, рівень старіння та інших. Зазвичай у системах безперебійного живлення і електромобілях елементи акумуляторної батареї мають приблизно рівні значення внутрішніх опорів, але їх старіння відбувається по-різному, тому внутрішній опір буде змінюватися нерівномірно. Актуальною задачею є моніторинг та аналіз внутрішнього опору впродовж усього циклу використання акумуляторної батареї для збільшення тривалості її роботи.

Найпростішим способом визначення внутрішнього опору акумуляторної батареї є її навантаження після стану спокою, який являє собою стан при якому впродовж тривалого часу напруга на акумуляторі не змінювалася і він не знаходився в процесі розрядження або зарядження [1].

В роботі [2] описаний модифікований алгоритм балансування li-іон акумуляторних батарей для систем контролю. Важливим етапом при балансуванні є визначення внутрішнього опору батареї. У цій роботі пропонується реалізація методу визначення внутрішнього опору акумулятора шляхом його миттєвого навантаження. Його суть полягає у тому, що внутрішній опір (R_i) розглядається як еквівалентний резистор, розміщений у класичній електричній моделі напруга-джерело-резистор, який буде створювати падіння напруги для заданого струму. Навантаження яке створює даний резистор повинно складати 0,1 С від ємності акумулятора. Для визначення внутрішнього опору здійснюється визначення напруги акумуляторної батареї в стані спокою (U_1). Після чого відбувається підключення резистора до батареї ключем на 9 секунд за допомогою контролера реального часу, та визначення напруги акумуляторної батареї на завершальному етапі процесу її розрядження (U_2). Відповідно до цього методу, значення опору батареї R_i визначається за формулою:

$$R_i \approx \frac{U_1 - U_2}{I} \approx \frac{\Delta U}{I},$$

де R_i – опір батареї; ΔU – падіння напруги під час її розрядження, I – споживаний струм.

Даний метод не визначає внутрішній опір акумуляторної батареї в реальному часі. Тому його доцільно використовувати для тестування акумуляторних батарей, наприклад, при старті системи або для виявлення дефектів.

Література

1. Tessier A., Dubois M., Trovão J. Real-Time Estimator Li-ion Cells Internal Resistance for Electric Vehicle Application. World Electric Vehicle Journal. Vol. 8, No. 2. 2016. P. 410–421.
2. Волоський В.П. Лецишин Ю.З., Романишин Н.Р. Комп'ютерна система контролю та балансування літій-іонних акумуляторних батарей. Збірник тез доповідей X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 87-88.

УДК 621.3:62-1

В.В. Желихівський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ НА ПЕРЕМИКАННЯ В СИНХРОННОМУ ПОНИЖУВАЛЬНОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

V.V. Zhelyhivskyi

TECHNIQUES FOR REDUCING SWITCHING LOSSES IN A SYNCHRONOUS STEP-DOWN CONVERTER

Нове покоління портативних продуктів має забезпечити довгі години роботи між циклами зарядки акумулятора. Ключовим елементом тут є синхронний випрямляч, особливо при низьких вихідних напругах, які знадобляться майбутнім мікропроцесорам і мікросхемам пам'яті. Синхронний випрямляч — це електронний перемикач, який покращує ефективність перетворення потужності, у регуляторі імпульсного режиму. МОП-транзистори зазвичай служать для цієї мети [1], [2].

Однак вищі вхідні та нижчі вихідні напруги призвели до дуже коротких робочих циклів, збільшуючи втрати при перемиканні та знижуючи ефективність перетворення. Тому тут ми оптимізували ефективність синхронного понижувального перетворювача шляхом усунення втрат при перемиканні за допомогою техніки м'якого перемикання [3].

Метод плавного перемикання режиму напруги - це перехід нульової напруги. Це пояснюється його низькими додатковими втратами на провідність і тим, що він працює найближче до перетворювачів ШІМ. Допоміжний ланцюг перетворювачів ZVT активується безпосередньо перед увімкненням головного вимикача та припиняється після його завершення.

Таким чином, додаткові втрати провідності значно зменшуються. Крім того, це мало впливає на характеристики роботи перетворювача. Було запропоновано багато методів зменшення втрат на комутацію при високій потужності з використанням як активних, так і пасивних демпферів. Зменшення втрат на перемикання для ланцюгів малої потужності, таких як синхронна компенсація [4] – [7]. Перетворювач, показаний на рис. 1, розроблений для ланцюга низької напруги з великим струмом і визнаний високоефективним.

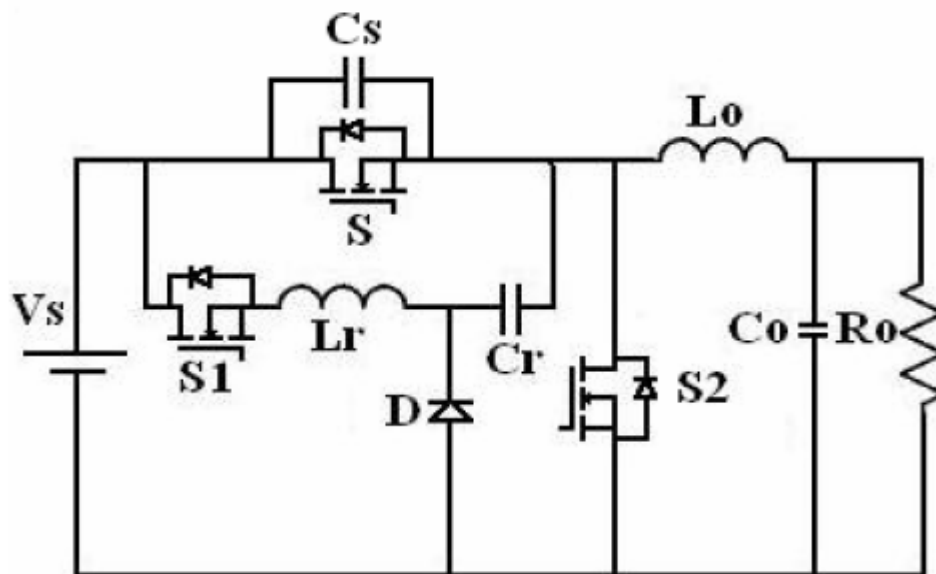


Рисунок 1. Пропонований перетворювач

Отже, тут представлено новий клас синхронного понижувального перетворювача ZVT. Використовуючи резонансну допоміжну мережу паралельно головному вимикачу, запропоновані перетворювачі досягають перемикання нульової напруги для головного вимикача та перемикання нульового струму для допоміжного вимикача без збільшення напруги та струму.

Запропонований перетворювач працює з вхідною напругою $V_s = 12$ В, вихідною напругою $V_o = 3,3$ В, струмом навантаження 12 А та частотою перемикання 1 МГц, а параметри схеми: вихідна індуктивність $L_o = 1$ мкГн, вихідна ємність $C_o = 30$ мкФ, резонансні котушки індуктивності $L_r = 60$ нГн, 90 нГн, резонансний конденсатор $C_r = 0,1$ мкН, конденсатор $C_s = 0,5$ нФ. Втрати на перемикання синхронного понижувального перетворювача без техніки м'якого перемикання для вищезазначених параметрів становили 50 % загальних втрат. Втрати на перемикання високої сторони складають 45% загальних втрат. Тому усунення втрат при перемиканні на високому рівні стає першорядним. На рис. 2 показано симуляційні сигнали цього перетворювача. Усі форми сигналу, крім кривої ефективності, представляють період часу одного циклу перемикання, який у цьому випадку становить 1 мкс.

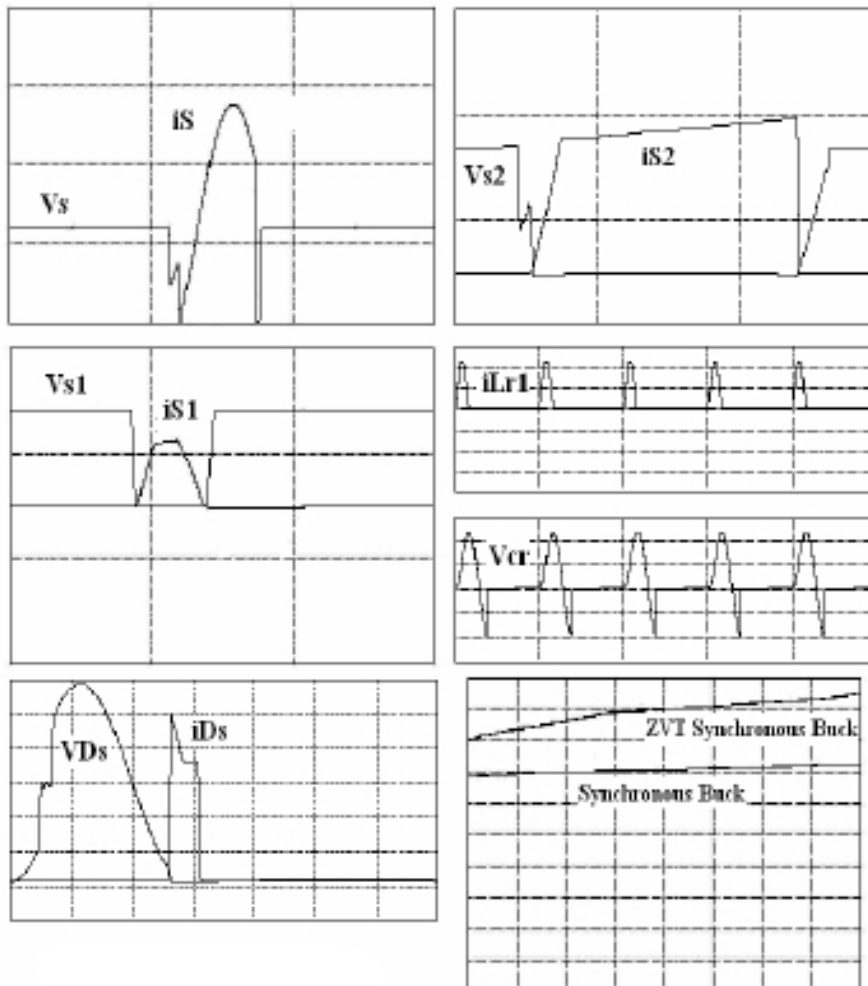


Рисунок 2. Форми сигналів симуляції

Синхронний понижуючий перетворювач ZVT виявився більш ефективним порівняно зі звичайним синхронним понижуючим перетворювачем. Значення ККД знайдено для різних значень вихідної потужності. Високий ККД свідчить про правильність проектних значень.

**СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 664.641.4

Я.Ю.Хижнюк, Т.О.Лісовська, к.т.н., доцент, О.І.Вічко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ
БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ**

**Ya.Yu.Hizhnyuk, T.O. Lisovska, Ph.D., Assoc. Prof., O.I.Vichko, Ph.D., Assoc. Prof.
EXPANDING THE SPECTRUM OF USING NON-TRADITIONAL TYPES OF
FLOUR IN FLOUR PRODUCTS TECHNOLOGY**

Сьогодні розширення асортименту сировини за рахунок використання нетрадиційних видів борошна, що здатні повністю замінити пшеничне борошно з метою створення безглютенових видів борошняних виробів та різноманітних рослинних добавок функціонального призначення в хлібопекарській промисловості є актуальним. Використання нехлібопекарських видів борошна при виробництві хлібобулочних виробів дозволяє не лише урізноманітнити їх смакові якості, підвищити харчову цінність, розширити асортимент борошняних виробів, але й завдяки особливостям їх хімічного складу, вмісту розчинних і нерозчинних некрохмальних полісахаридів, знизити інтенсивність черствіння даної групи виробів, продовжити строки збереження свіжості. [1] Вирішенням даного питання є використання борошна, що пройшло певне попереднє оброблення та є джерелом модифікованого крохмалю, та містить білки, які не утворюють клейковину, і може бути застосоване у технології безглютенових виробів. Мета – дослідження шляхів розширення застосування нетрадиційних видів борошна в технології хлібобулочних виробів, збереження цінних природних якостей харчових продуктів та вдосконалення існуючих технологій виробництва.

Основною проблемою створення безглютенових борошняних виробів є імітація структурних властивостей, які мають борошняні вироби, що містять клейковину. Одним з прогресивних методів формування якості безглютенового хліба є застосування ферментних препаратів амілоглюкозидази, глюкозооксидази та трансглютамінази в технології хліба на основі кукурудзяного, рисового та гречаного борошна. Показано, що глюкозооксидаза та трансглютаміназа забезпечили найнижчі значення втрат ід час випікання порівняно з контролем. Амілоглюкозидаза дала хліб із питомим об'ємом, утричі більшим, ніж контрольний зразок [2]. Ще одним шляхом формування високих технологічних і якісних характеристик безглютенових виробів є застосування борошна, яке пройшло попереднє оброблення, зокрема текстурування [3]. Встановлено, для покращення загальної технологічної якості розробленого безглютенового хліба є застосування ферментних препаратів або попередньо обробленого – текстурованого борошна.

1. Карпик, Г. В., Вічко, О. І., Копчак, Н. Г., Швед, О. В. Особливості виробництва булочних виробів з Rheum L. / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Розділ: Технологія бродіння, біотехнологія, – Львів: Львівська політехніка, Том 5, № 2, 2022. – С.112-118

2. Ebling, C. D., Thys, R. C. S., & Klein, M. P. (2022). Influence of amyloglucosidase, glucose oxidase, and transglutaminase on the technological quality of gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, 1–9. <https://doi.org/10.1002/cche.10537>

3. Lisovska, T., Stadnik, I., Piddubnyi, V., & Chorna, N. (2020). Effect of extruded corn flour on the stabilization of biscuit dough for the production of gluten-free biscuit. *Ukrainian Food Journal*, 9(1), 159-261. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-1-14

УДК 664.661

М.Р. Леськів, Г.В. Карпик, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З *AEGOPODIUM PODAGRARIA L.*

M. Leskiv, H. Karpyk, Ph.D., Assoc. Prof.

QUALITY ASSESSMENT OF THE WHEAT BREAD FROM *AEGOPODIUM PODAGRARIA L.*

Завданням харчової промисловості є виробництво якісної та безпечної продукції. Важливе місце у цьому займає й фізіологічне значення харчових продуктів, що ґрунтується на їх хімічному складі. Досить затребуваними на ринку нашої країни є борошняні вироби. Серед них велике місце в раціоні населення займає пшеничний хліб. Його в основному виготовляють з борошна низьких виходів, перевага надається борошну вищого сорту. Як відомо, воно містить найменше біологічно активних речовин необхідних для здорового функціонування організму людини. Тому, з цієї точки зору, рецептурний склад пшеничного хліба потребує певного вдосконалення.

Огляд інформаційних джерел та попередні дослідження дають можливість стверджувати, що оптимізувати харчову цінність борошняних виробів можна за рахунок використання фітосировини – природного джерела вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та ін. З метою отримання хліба профілактичного й оздоровчого спрямування звернено увагу на таку рослину як яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria L.*). Завдячуючи багатому хімічному складу її називають їжею довгожителів. А за рахунок специфічного приємного смаку використовують як приправу в кулінарних виробках. Для збагачення складу пшеничного хліба ми пропонуємо його рецептуру поповнити пюре з листя яглиці звичайної. Ставилось завдання дослідити дозування добавки. Проаналізовано вплив наступної її кількості – 10 %, 25 %, 50 % до маси борошна на якість хліба.

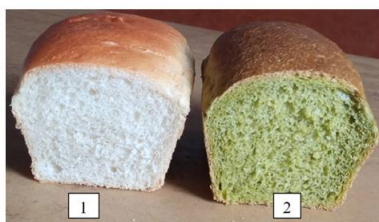


Рисунок – Фото хліба:
1 – контрольний зразок; 2 – зразок з 25 % добавки

Фізико-хімічні показники якості досліджуваного хліба

Показники	Контрольний зразок	Зразок хліба з пюре з листя яглиці		
		10	25	50
Вологість, %	44,0	44,1	44,2	44,5
Кислотність, град	2,2	2,3	2,4	2,6
Пористість, %	70,0	70,0	70,5	69,0

Слід відмітити, що в усіх досліджуваних зразках хліба пористість м'якушки добре розвинена й тонкостінна. Скоринка виробів з яглицею мала коричневе забарвлення. Для м'якушки характерний зелений відтінок який посилювався про мірі збільшення дозування добавки. Окрім того, при внесенні 50 % пюре відчувався виражений смак притаманний яглиці. Таким чином порівняльний аналіз показників якості, а також проведене дегустаційне оцінювання дозволяє стверджувати про переваги використання пюре з листя яглиці звичайної в кількості 25 % до маси борошна.

Література

Карпик Г. В. , Леськів М.В. Обґрунтування доцільності введення в раціон людини *Aegopodium podagraria L.* / Г.В. Карпик, М.В. Леськів // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості», 22-23 вересня 2022 року. - Тернопіль: ТНТУ, 2022. - С. 32.

УДК 638

Л. Федак

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені
С.З.Гжицького

ЕФЕКТИВНІ МІКРООРГАНІЗМИ В ГАЛУЗІ БДЖІЛЬНИЦТВА

L. Fedak

EFFECTIVE MICROORGANISMS IN BEEKEEPING

У сучасній біотехнології важливу роль відіграє посідає технологія ефективних мікроорганізмів (ЕМ-технологія), яка була започаткована у Японії в 1983 р. і запроваджена у загальну практику з 1989 р. На території України ця технологія поширюється з 2001 р. На загал, ЕМ-технологія — це технологічні прийоми використання біопрепаратів, заснованих на застосуванні живих культур мікроорганізмів (переважно бактерій).

В Україні одним із перших є комплексний пробіотик Байкал ЕМ-1У. Також за цей час на ринку з'явилися багато інших препаратів цієї технології, які уже мають більш цільове призначення саме в бджільництві. До них належать ЕМ пробіотик для бджіл, Ентеронормін та інші, до складу яких входить велика група корисних мікроорганізмів, що співіснують в одному поживному середовищі у вигляді винятково стійкої біокультури, основу якої переважно становлять лактобактерії. Крім них до складу препаратів входять біфідобактерії, дріжджі й деякі спорові бактерії, які є в природному середовищі проживання. Такі мікроби є представниками нормальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту живих організмів, що забезпечують ефективне травлення та всмоктування вітамінів. Водночас вони є антагоністами гнильної й гноєтворної мікрофлори, а продукти їхньої життєдіяльності позитивно впливають на організми тварин, птахів і комах, зміцнюючи їхній імунітет, і мають антибіотичну захисну дію. Як допоміжні компоненти, в подібних препаратах використовують уже відомі вітамінні або ж стимулюючі комплекси.

ЕМ-препарати досить ефективно використовують для підгодівлі бджіл, підвищення інтенсивності медозбору, захисту бджолиних сімей від хвороб і шкідників, зокрема від гнильців (*Bacillus larvae*, *Bacillus pluton* та ін.), нозематозу (*Nosema apis*), з метою запобігання кальцинуванню розплоду. Як наслідок такої комплексної дії, зменшується зимовий відхід бджіл, відбувається більш ранній та інтенсивний весняний обліт, стимуляція бджолиної матки на збільшення відкладання яєць. Спільне застосування з лікарськими препаратами в осінньо-весняний період зменшує їх негативний вплив на організм бджоли.

Екологічні методи ведення бджільництва, які на сьогодні є найбільш актуальними в галузі, передбачають застосування виключно екологічно чистих препаратів. Тож для боротьби з кліщами вароа (*Varroa mite*) найчастіше використовують прийоми розпилення органічних кислот (мурашиної або щавлевої). Кислота, за своєю дією, у вигляді пари розноситься у вулику й, осідаючи, обпалює кліщам кінцівки й хоботок. Внаслідок цього вони не можуть триматися на бджолах, висмоктувати лімфу й гинуть. На самих бджіл та їхнє потомство такий метод лікування не має суттєвого негативного впливу. Спільне регулярне застосування ЕМ-препарату з добавками щавлевої або мурашиної кислот значно підвищує ефективність захисту бджіл від кліща вароа.

УДК 664

О. О. Савчук, М. І. Полевий, Н.М. Зварич, кт.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

О. О. Savchuk, M. I Polevyy, N. M. Zvarych, Ph.D., Assoc. Prof.

FEATURES OF THE INTENSIFICATION OF FOOD PRODUCTION PROCESSES

Сфера виробництва продуктів харчування сьогодні є найбільш динамічним сектором економіки багатьох країн, що зазнає активних та різнобічних змін. Інтенсивне зростання цієї сфери зумовлено як особливостями сучасного етапу розвитку суспільства, так і досить стійкими, однак суттєво диференційованими потребами споживачів, і знаходить відображення в щораз активнішому впровадженні у виробництво продуктів харчування новітніх технологій і процесів, які в сукупності є основою для подальшого інноваційного розвитку сфери виробництва продуктів харчування. Ознакою інновації є вимога, щоб продукт, процес, метод тощо був для підприємства новим або значно вдосконаленим. До інновацій належать продукти, процеси і методи, які підприємство створило першим, або продукти, процеси, запозичені від інших підприємств чи організацій. Також ознакою інновації є те, що продукт, процес, метод маркетингу або організації повинен бути впроваджений. Розрізняють чотири типи інновацій: продуктові, процесні, маркетингові та організаційні [1].

Продуктова інновація передбачає впровадження товару або послуги, що є новими або значно покращеними за своїми властивостями чи способами використання. У продуктових інноваціях можуть використовуватися нові знання чи технології або вони можуть ґрунтуватися на нових прийомах використання чи нових комбінаціях уже існуючих знань або технологій. Поняття продуктових інновацій містить у собі введення у вживання як нових товарів і послуг, так і здійснення значних удосконалень у функціональних або споживчих характеристиках уже наявних товарів і послуг.

Процесна інновація має на меті упровадження нового або значно покращеного способу виробництва чи постачання продукту. Сюди входять значні зміни в технології, виробничому устаткуванні і/ або програмному забезпеченні. Метою процесних інновацій є зниження собівартості виробництва або витрат з постачання продукції, підвищення її якості, виробництво чи постачання нових або значно поліпшених продуктів. Процесні інновації також включають нові або значно вдосконалені технічні прийоми і програмне забезпечення, що використовуються в допоміжних видах діяльності [1].

Тобто однією з складових сучасного інноваційного розвитку є інтенсифікація технологічних процесів виробництва харчових продуктів, яка передбачає отримання певного ефекту за рахунок збільшення продуктивності, к.к.д., зменшення енерго- і матеріалоемності обладнання, зменшення тривалості лімітуючих стадій, підвищення якості продукту, ергономічних, соціальних показників тощо. Відомо, що інтенсифікація може забезпечувати прискорення технологічного процесу при покращеній або погіршеній якості продукції або при незмінній якості. Часто виникає потреба в підвищенні якості продукту за умов зменшення енергоемності та тривалості технологічного процесу і, як наслідок, підвищення продуктивності. Існуючими методами інтенсифікації технологічних процесів, які класифікуються як режимно-технологічні та апаратно-конструктивні вирішити таку оптимізаційну задачу досить складно. Пояснюється це тим, що оптимальні технологічні параметри мають бути

забезпечені відповідними характеристиками обладнання, які не завжди є раціональними з точки зору енергоємності і матеріалоемності. Рішення задачі досягається спільним аналізом системи «обладнання – середовище», із врахуванням внутрішніх властивостей підсистем в загальній їх взаємодії. Тоді можна забезпечити дослідження і розрахунок загальної системи, що буде здійснювати технологічний процес із максимальним використанням енергії, що витрачається на обробку того чи іншого середовища і з забезпеченням якісних показників продукції. [2].

Виробництво харчових продуктів суттєво відрізняється від інших хіміко-технологічних виробництв. Найважливіша особливість харчових продуктів – нестійкість (лабільність) їхніх якісних показників, що не завжди дозволяє застосовувати в технологічному процесі обробки високі швидкості, тиск, температуру. Також характерним для харчових виробництв є використання сировини і напівфабрикатів складного складу. Як правило, це матеріали, які мають здатність швидко псуватися і вимагають особливі умови їхнього зберігання, потребують визначеного і надійного контролю якості, високого рівня керування технологічними лініями. Механізм складних процесів, властивих харчовій технології (фізичних, хімічних, біохімічних), вивчений недостатньо, немає і математичних описів багатьох явищ, що відбуваються при переробці сировини і напівфабрикатів. До готової продукції харчових виробництв пред'являються високі гігієнічні вимоги. Продукти повинні володіти високою харчовою цінністю при повній нешкідливості для здоров'я людини. Це також обумовлює специфіку проектування харчових підприємств, розробки технологічного обладнання, здійснення технологічних процесів. Також особливістю готових харчових продуктів є високий ступінь залежності їх від якості сировини.

Тому при проектуванні обладнання необхідно досліджувати форму і конструкцію як робочої ємкості так і робочих органів з точки зору уникнення застійних зон, легкого очищення, миття і дезінфекції обладнання. Також форма робочих ємкостей та робочих органів може вплинути на такі характеристики харчових процесів як наприклад площа контакту фаз, рівномірність розподілу концентраційних, температурних полів, утворення через тертя зон підвищених температур тощо. Також є високими вимоги до матеріалів деталей харчового обладнання, які контактують з харчовим продуктом при його обробці. Вони повинні бути не токсичними, інертними до продукту, не надавати йому будь-якого смаку, запаху кольору. При інтенсифікації процесів та розробці обладнання ця властивість також потребує уваги. Підвищенні температурні режими, тиски та швидкості можуть змінювати якість, харчову цінність, необхідну текстуру а органолептичні властивості харчових продуктів і призводити до небажаних наслідків.

Сучасні методи дослідження дозволяють при розгляді і моделюванні процесів харчових виробництв враховувати велику кількість параметрів і за необхідності оперативно змінювати їх щоб досягнути бажаних результатів. Тобто завдання інтенсифікації процесів харчових виробництв потрібно вирішувати комплексно, враховуючі всі вище наведені аспекти.

Література

1. Чорна Н. П. Інноваційний розвиток сфери виробництва продуктів харчування та ризику продовольчої безпеки / Н. П. Чорна. – Львів : Ліга-Прес, 2012. – 296 с.
2. Трач Д. А., Янош А. Я. Особливості інтенсифікації харчових виробництв // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018. – С. 131.

УДК 637.147.2

В.Ю. Головач, В.Я. Ворошук, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕКАНТОРА ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ КАЗЕЇНУ

V.Yu. Holovach, V.Y. Voroshchuk, Ph.D.

ADVANTAGES OF USING A DEKANTER FOR CASEIN DEHYDRATION

Казеїн є важливим харчовим і технічним продуктом і займає важливе місце у структурі виробів молочних підприємств. Використовується казеїн у медичних добавках, які пропонуються при важких опіках, лихоманці тощо. Його використовують як водостійку речовину для забезпечення адгезії клею на поверхнях, у виробництві клейових фарб і при проклеюванні паперу, як стабілізатор в різних емульсіях. Харчовий казеїн використовується використовують як білковий наповнювач, що покращує якість готового продукту.

Перевагою виробництва сухих молочних продуктів, в тому числі казеїну, є можливість довготривалого зберігання, що дозволяє згладити сезонність у виробництві молочних продуктів і реалізувати продукт по найбільш вигідних цінах. Казеїн є важливим експортним продуктом молочної галузі. Проте в останній час знизився експорт казеїну і для багатьох підприємств виникають проблеми з його реалізацією. Підтримання конкурентної здатності на світовому ринку вітчизняних виробників визначається двома показниками: якістю казеїну і його вартістю.

Якість такого термолабільного продукту як казеїн у значній мірі визначається режимами сушіння. Зменшення температури сушіння дозволить підвищити його якість.

Найбільш енергоємкий процес у його виробництві є зневоднення, що у значній мірі визначає його якість і відповідно ефективність виробництва. Підвищити ефективність лінії виробництва казеїну можна двома шляхами :

- зменшити втрати казеїну зі сироваткою;
- зменшити витрати теплоти на процес сушіння.

Перспективним у даному випадку є використання для механічного зневоднення казеїну відстійної центрифуги – декантора. Так мінімальна частинка казеїну, що може відійти в сироватку при використанні шнеку ОСК- 300 визначається мінімальним розміром перфорації шнеку, яка становить 0,5 -1мм та мінімальним розміром частинок казеїну – сирцю. При виробництві казеїну на потокових лініях така частка становить біля 1%, а враховуючи руйнування структури шнеком біля 2% казеїну сирцю відходить у сироватку. При продуктивності лінії 300 кг/год це буде становити 6 кг/год.

Використання декантора для механічного зневоднення дозволяє значно зменшити такі втрати. Проведені розрахунки дозволили встановити, що мінімальний розмір частинок, який можемо відділити становить 0,04мм. Таким чином збільшиться вихід продукції з перегону та зменшиться забруднення навколишнього середовища.

У відповідності з паспортними даними шнека – гранулятора ОСК – 300 на виході вологість казеїну сирцю становить 60 %. Використання декантора дозволяє зменшити вологість казеїну – сирцю до 40%. При продуктивності лінії 300 кг/год економія енергоресурсів становить 5,175МДж/ год. Відповідно можна зменшити температуру сушіння, що підвищить якість продукції.

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК: 004.94:338.1=161.2(043)-004.3

Т. Базан, Б. Млинко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Tetiana Bazan, Bohdana Mlynko, Ph.D., Assoc. Prof

ANALYSIS OF ENTERPRISE PROFITABILITY ASSESSMENT MODELS

На сьогоднішній день показники рентабельності є найважливішою характеристикою діяльності будь-якої організації, тому дослідження їх зміни в майбутньому викликає підвищений інтерес наукового співтовариства. Здатність організації адекватно оцінювати свій потенційний стан у майбутньому дозволяє не тільки своєчасно запобігти ризикам, але й зберегти конкурентоспроможність на сучасному ринку. У зв'язку з цим було досліджено методи прогнозування, які використовуються в різних предметних галузях.

Динамічну модель пов'язує передбачуваність рентабельності з факторами розвитку фірми. Модель генерує прогнози рентабельності інвестиційного портфеля залежно від його характеристик. Дослідження Addoum J. M присвячені розробці теоретичного показника хеджування доходу[1]. Показано, що прибутковість може бути представлена агрегатним параметром HML (High Minus Low). Вирішенню проблем нереалізованих доходів акціонерів була присвячена робота Weisbrod, E.[2]. Автор продемонстрував, що нереалізований прибуток акціонерів може спричинити як короткострокові прибутки, так і збитки. У контексті проблеми прогнозування рентабельності організацій цікавою є робота Чіанга С.[3], яка показала, що вимірювання неочікуваних прибутків шляхом обчислення консенсусної помилки, представленої як різниця між фактичним прибутком і середній професійний прогноз, призводить до неадекватних результатів. Значення консенсусної помилки є слабке передбачування додаткових доходів.

Робота Pástor L., Stambaugh RF [4] присвячена розробці системи прогнозування для оцінки очікуваної рентабельності. Запропонована авторами система заснована на встановленні кореляції між неочікуваними прибутками та інноваціями в очікуваних доходах. Порівнюючи запропонований підхід зі стандартними прогнозними регресіями, було зроблено висновок, що запропонована система прогнозування оцінює очікувані результати з більшою точністю.

Визнаючи високу значущість досліджень, представлених у науковій літературі, слід зробити висновок, що проблема побудови модельного інструменту прогнозування прибутковості фірми потребує подальшого дослідження. Вирішення задачі побудови математичних моделей для прогнозування прибутковості організації потребує використання міждисциплінарного синтезу знань у галузі факторного фінансового аналізу та моделювання.

Література

1. Xinyi, Y.D. An Analysis on Driving Forces and Impacts of the Commercial Mode of Digital Musi. Acad. J. Bus. Manag. 2021, 3, 030601.
2. Zhang, D.J.; Hu, M.; Liu, X.; Wu, Y.; Li, Y. NetEase Cloud Music Data. Manuf. Serv. Oper. Manag. 2022, 24, 275–284.
3. Jenson, J.; Wolfe, C.K.; Akenson, J.E. Country Music Goes to War. J. South. Hist. 2006, 72, 506.
4. Meinshausen, N.; Buhlmann, P. High-dimensional graphs with the Lasso. Ann. Stat. 2006.

УДК: 004.94:338.1=161.2(043)-004.3

Т. Базан, Б. Млинко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕТОДИ ОЦІНКИ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Tetiana Bazan, Bohdana Mlynko, Ph.D., Assoc. Prof

METHODS OF ASSESSING THE PROFITABILITY OF THE ENTERPRISE

В існуючих дослідженнях відносно мало досліджень щодо розвитку підприємства. Більшість цих досліджень в основному базуються на фінансових показниках і аналізують лише платоспроможність, прибутковість, операційну спроможність і потенціал розвитку компанії відповідно до балансу компанії та збитки та звіту про рух грошових коштів.

Концепція аналізу фінансової звітності виникла в США наприкінці XIX – на початку XX століття. Спочатку, щоб забезпечити безпеку кредитів і здоровий розвиток кредитного бізнесу, банки проводили кредитний аналіз підприємств, щоб вчасно зрозуміти статус-кво розвитку підприємства.

Метод аналізу DuPont був запропонований і вперше прийнятий менеджером DuPont Finance Company в 1919 році. Це метод аналізу та оцінки фінансового стану та економічних вигод підприємства за допомогою різних основних фінансових показників і внутрішніх зв'язків між показниками.

Хопкінс Патрік Е. вважав, що аналіз фінансових звітів повинен не тільки покладатися на дані у звітах, але повинен всебічно враховувати потенційний вплив факторів зовнішнього середовища за межами підприємства на майбутній розвиток підприємства[1]. Таким чином, можна зробити більш точні висновки аналізу, а потім точність бізнес-рішень може справді допомогти бізнес-менеджерам.

У 2019 році Доріш Тавс і Андреа Роза започаткували нову галузь аналізу фінансової звітності шляхом аналізу прибутковості, платоспроможності та фінансової конкурентоспроможності підприємств [2].

Модель прибутку є важливою основою для аналізу управління підприємством.

На початку XXI століття Едріан запропонував відносно повну теорію моделі прибутку[3]. Він вважає, що відмінності в галузевих прибутках призводять до відмінностей у моделях прибутку, і проводять систематичний аналіз і розробку.

Метою фінансової діагностики є виявлення ризиків і проблем у фінансових аспектах підприємства та запропонування відповідних заходів щодо покращення. Фінансовий ризик визначається як один із показників для вимірювання багатьох потенційних фінансових змін.

Література

1. Putri, B.D.H. AN Analysis of the Relevance of Financial Indicators Using General Price Level Accounting. Doctoral Dissertation, Bakrie University, South Jakarta, Indonesia, 2016.
2. Tálas, D.; Rózsa, A. Financial competitiveness analysis in the Hungarian dairy industry. Competitiveness Rev. Int. Bus. J. 2015, 25, 426–447.
3. Rothmaler, P. Purity in model theory. In Advances in Algebra and Model Theory; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2019; pp. 445–470.

**СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ**

УДК 681.5:004.94

Н. Завацький, Л.Романюк, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ УПРАВЛІННЯ
ВИРОБНИЧИМИ СИСТЕМАМИ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

N. Zavatskyi, L. Romaniuk, Ph. D., Assoc. Prof.

**INFORMATIONAL SUPPORT OF THE DECISION MAKING IN THE
MANAGEMENT OF PRODUCTIVE SYSTEMS OF FOOD ENTERPRISES**

Для дослідження функціонування виробничих систем можна використовувати теорію активних систем. Тоді при управлінні стан системи описується змінною $y \in A$, що належить припустимій множині A . Стан системи в деякий момент часу залежить від управляючих впливів $u \in U : y = F(u)$. Величина $K(u) = \Phi(u, F(u))$ називається ефективністю управління $u \in U$, де $\Phi(u, y)$ – функціонал, заданий на декартовому добутку множин $U \times A$, який визначає ефективність функціонування системи:

$$u \in U : y = F(u)$$
$$K(u) = \Phi(u, F(u)) = \Phi(E_B, E_V) = \Phi(u(a_1, a_2), F(a_1, a_2, \Pi, M_B, K_O)),$$

де E_B – ефективність виробництва; E_V – ефективність управління; a_i – вагові коефіцієнти; Π – витрати живої праці (фонд заробітної плати); M_B – матеріальні витрати (вартість засобів праці); K_O – основний капітал (в вартісному вираженні).

Тоді завдання органу управління полягає у виборі такого припустимого управління, яке б максимізувало значення його ефективності за умови, що відома реакція системи $F(u)$ на управляючі впливи:

$$K(u) \rightarrow \max_{u \in U}.$$

Якщо управляючий орган має модель реальної активної системи, що адекватно описує її поведінку, то задача управління активною системою (задача синтезу оптимального управляючого впливу) зводиться до вибору оптимального управління $u^* = u(y) \in U$, тобто припустимого управління, що максимізує ефективність.

Використовується для формування ціни продукції підприємства харчової промисловості за умов невизначеності, що враховує інтереси підприємства і споживача.

УДК 004.7:621.39:519.6

Л.В.Хвостівська, к.т.н., В.В.Казьмірив, А.В.Ремез

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВЕЙВЛЕТ ОБРОБКА РАДІОСИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ НА ФОНІ ЗАВАД

L.V. Khvostivska, Ph.D, Assoc. Prof, V.V.Kazmiriv, A.V.Remez
WAVELET PROCESSING OF RADIOSIGNALS FOR THE PROBLEM OF THEIR
DETECTION AGAINST THE BACKGROUND OF INTERFERENCES

Процес передавання радіосигналу (рис.1) через мережі зв'язку завжди супроводжується впливом завад на нього, що спричиняє спотворення корисного радіосигналу до рівня їх не виявлення та подальшого оцінювання. Тому, вирішення проблематики попереднього виявлення радіосигналів на фоні завад для коректності подальшої обробки суміші за наявності корисної складової (відсутність обробки суміші без корисного сигналу) є актуальним завданням.

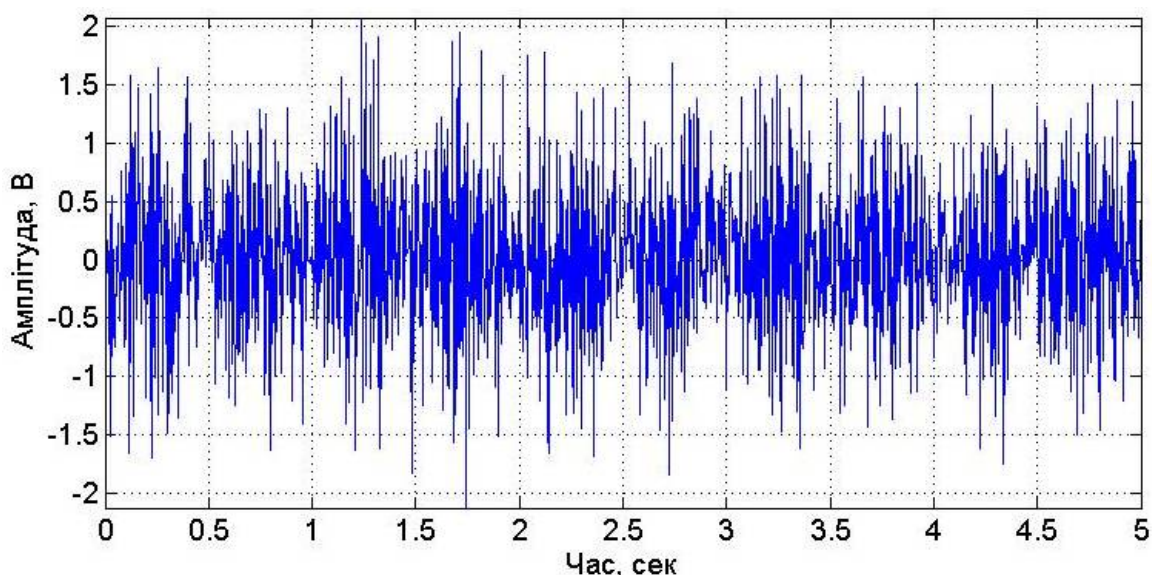


Рис. 1. Спотворений корисний радіосигнал на фоні завад

Для виявлення корисного радіосигналу на фоні завад використовують методи обробки, такі як кореляційний [1,2], усереднення [3] та компонентний [4].

Відомі методи виявлення радіосигналів не уможливають процес дослідження флуктацій в різних масштабах часу, що є необхідним при виявленні корисних радіосигналів за змінами його часової структури.

Таке дослідження можливе при використанні методу вейвлет обробки з базисною функцією Морле, яка зі сторони конструкції радіосигналів має змогу дослідити флуктаційні зміни у сигналах за різного часового масштабу за вейвлет спектрами згідно виразу:

$$C(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \sum_{t=0}^{t_{\max}} x(t) \psi(t, a, b), \quad t \in \mathbb{R} \quad (1)$$

де $x(t)$ - радіосигнал на фоні завад;

$\psi(t, a, b)$ - функція базису Морле, яка уможливорює дослідження флуктації радіосигналу вздовж часу згідно виразу:

$$\psi(t, a, b) = e^{i\omega \frac{t-b}{a}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-b}{a} \right)^2}, \quad (2)$$

де a – коефіцієнт часового масштабу;

b – часовий зсув вейвлету в часі t ;

ω – показник частоти базису.

Обчислені вейвлет спектри при виявленні радіосигналу шляхом його вейвлет обробки на фоні завади з показником дисперсії $0,5 \text{ мВ}^2$ відображено на рис.2.

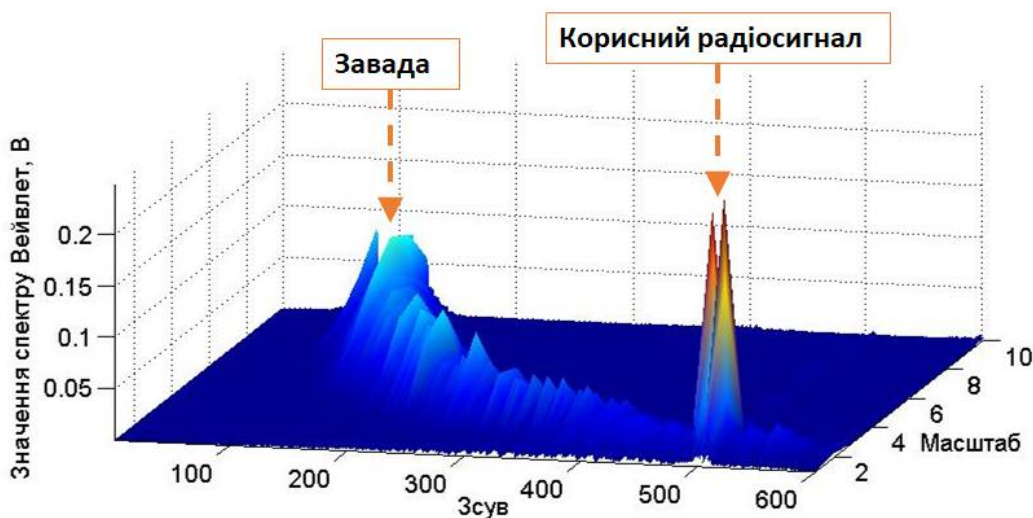


Рисунок 2. Вейвлет спектри радіосигналу в базисі Морле як показник виявлення корисного сигналу на фоні завад (рис.1) з показником дисперсії $0,5 \text{ В}^2$

За обчисленою реалізацією вейвлет спектрів (рис.2) встановлено, що основна складова спектру корисного радіосигналу чітко локалізується (зсув/масштаб) та виділяється за рівнем амплітуди на фоні завади.

Отже, вейвлет спектри (рис.2) чисельно, локалізаційно та візуально дають змогу констатувати факт присутності або відсутності корисного радіосигналу на фоні завад.

Література

1. Кулакова В.И. Обнаружение слабых сигналов методом взаимной корреляции с компенсацией фазовых нестабильностей при радиоконтроле частотного ресурса спутниковых систем связи // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 33-48. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10102.
2. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. Радио и связь, 1982. 320 с.
3. Вайнштейн Л.А., Зубаков В.Д. Выделение сигналов на фоне случайных помех. 1960. 449 с.
4. Хвостівська Л.В., Коваль Л.М. Виявлення корисних радіосигналів як періодично корельованих випадкових процесів в умовах апіорної невизначеності. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць / Під редакцією Г.О. Райко. Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2021. С.133.

УДК 616.12:537.6:519.6:57.087.1

Н.Г.Гонгало, М.О.Хвостівський, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВЕЙВЛЕТ ОБРОБКА МАГНІТОКАРДІОСИГНАЛІВ В БАЗИСІ ХААРА

N.H. Honhalo, M.O.Khvostivsky, Ph.D, Assoc. Prof

WAVELET PROCESSING OF MAGNETOCARDIO SIGNALS IN THE HAAR BASIS

Вейвлет обробка магнітокардіосигналів як магнітних сигналів серця людини доповнює метод Фур'є обробки та дає змогу виявити сильно локалізовані зміни у досліджуваному сигналі, що не можливо зробити при дискретному Фур'є перетворенні.

Використання найпростішого базису Хаара при вейвлет обробці нестационарних магнітокардіосигналів забезпечує дослідження флуктуаційні процеси у структурі випадкових та періодичних досліджуваних сигналів. При виборі базис Хаара в процесі обробки акцентовано увагу на його компактність носія, ортогональність та добру локалізацію в просторі часу. Використання такого базису забезпечує процедуру переходу від частотного простору в масштабний, а саме функція буде оброблятися при застосуванні деякої математичної змінної в масштабі функції та операції зсуву:

$$C(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \sum_{t=0}^{t_{\max}} x(t)\psi(t,a,b), \quad t \in \mathbb{R} \quad (1)$$

де $x(t)$ - досліджуваний магнітокардіосигналі;

$\psi(t)$ - функція базису Хаара [1]:

$$\psi(t) = \begin{cases} 1, & 0 < t < 1/2 \\ -1, & 1/2 < t < 1 \\ 0, & t < 0, t > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Результат вейвлет обробки магнітокардіосигналів в базисі Хаара наведено на рис.1.

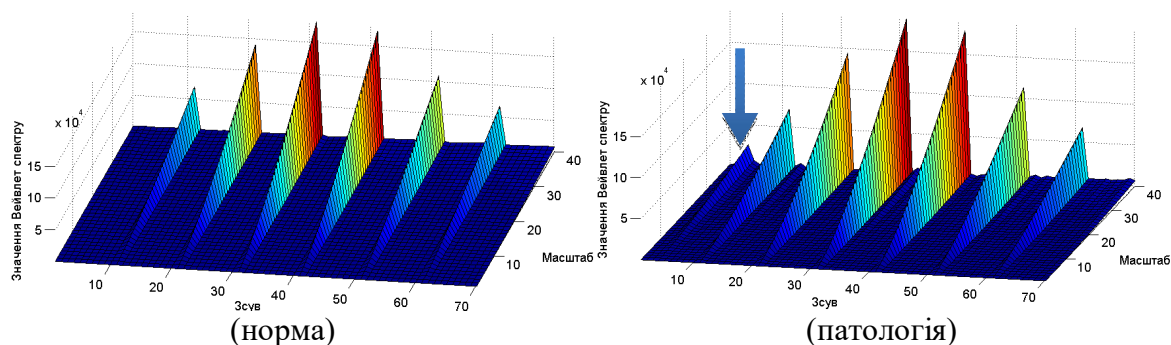


Рисунок 1. Реалізації 3D-вейвлет спектрів магнітокардіосигналів в базисі Хаара

На рис.1 видно що, обчислені значення вейвлет спектрів магнітокардіосигналів людей різних станів мають подібну структуру та локалізованість, проте в стані патології на відміну від норми відмічено спад показників спектру та прояв додаткової компоненти на 5-му зсуві, що вказує діагностичну цінність обчислених вейвлет спектрів при виявленні змін у функціонуванні серця людини.

Література

1. Yamnenko Y.S., Tielieha V.V., Niemchinova K.S. (2017). Використання вейвлет-перетворень Хаара та ОБ при аналізі сигналів. Електроніка та Зв'язок, 22(4), 51-58. <https://doi.org/10.20535/2312-1807.2017.22.4.105272>

УДК 621.311

А.А. Станько, А.Г. Микитишин, к.т.н., доцент, О.С. Голотенко, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

A.A. Stanko, A.H. Mykytyshyn., Ph.D., Assoc. Prof., O.S. Holotenko. Ph.D., Assoc. Prof.
COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN ENERGY SYSTEMS

Традиційна енергомережа на даний час вважається застарілою, оскільки вона перенапружена, ненадійна. З розвитком сучасних технологій а також розвитку концепції «розумного міста», виникає потреба трансформації в «розумну мережу». «Розумна» енергомережа матиме можливості моніторингу, автоматизації та зв'язку, зможе забезпечити двосторонній зв'язок, ціноутворення в режимі реального часу та керування попитом. Не менш важливою є здатність до самовідновлення у разі будь-якої несправності в системі, на відміну від звичайної електромережі.

«Розумна» енергомережа матиме відновлювані джерела енергії, розширену інфраструктуру вимірювання, диспетчерське керування та збір даних з допомогою SCADA систем. Надійність сучасної енергомережі може бути гарантована інтелектуальною системою моніторингу та управління з надійною інформаційною та комунікаційною технологією.

Енергія виробляється з викопного палива, наприклад ядерного, вугілля, газу тощо, і передається до споживача через мережу ліній електропередач. Потік електроенергії в традиційній мережі є односпрямованим, тобто від блоку генерації до сторони споживача. Натомість нова енергомережа може здійснювати двосторонній зв'язок, ціноутворення в режимі реального часу та керування попитом [1].

Очікується, що до 2050 року новітня енергомережа буде будуватися на відновлюваних джерелах енергії. Крім того сонячні електростанції, вітряні електростанції тощо, суттєво збільшать свій вплив на мережу, що ставить наступне завдання, а саме гарантувати стабільність системи, що можна зробити лише за допомогою ефективного, надійного та ефективного зв'язку [2].

Сучасній традиційній електромережі бракує комунікаційних можливостей на відміну від інтелектуальної мережі, яка має комунікаційні, сенсорні, контрольні та обчислювальні можливості. Надійний зв'язок і обмін інформацією в режимі реального часу є ключовими для забезпечення доставки електроенергії до користувача від генераторних установок [3]. Проблему постійного виходу з ладу мережі через стихійні лиха та відмови обладнання можна вирішити за допомогою інтелектуальних систем моніторингу та управління з надійною інформаційною та комунікаційною технологією, яка стане невід'ємною частиною «розумної» мережі.

У розумних будинках на основі інтелектуальної електромережі існує постійний обмін інформацією між розширеною інфраструктурою вимірювання та комунальним підприємством і навпаки для виконання деяких функцій, таких як ціноутворення та виставлення рахунків у реальному часі, керування попитом, планування навантаження і введення надлишкової потужності в мережу, яке має бути виконано безпечним, ефективним і результативним способом. Оскільки облік заснований на зв'язку, слід очікувати цілеспрямованих атак, безпека енергомережі має велике значення і повинна гарантуватися для кращого використання системи.

Розширена система моніторингу є основною ідеєю «розумної» енергомережі з єдиною метою покращити управління попитом та енергоефективність і в той же час мати систему, яка самовідновлюється та надійна у випадку несанкціонованого втручання чи будь-якого стихійного лиха.

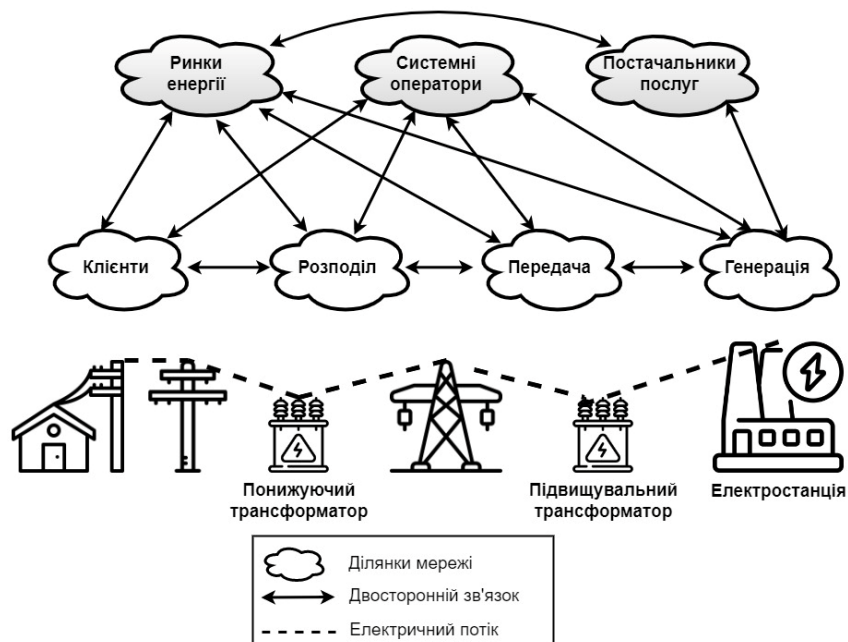


Рис. 1 Концепція моделі «розумної» енергомережі

Переваги інтелектуальної мережі класифікуються на технічні, екологічні та ринкові переваги, підсумовані таким чином [4]:

- Покращена якість і надійність електроенергії.
- Підвищення потужності та ефективності електричної мережі.
- Здатність до самовідновлення у разі будь-яких збоїв у системі.
- Інтеграція відновлюваної енергетики в систему.
- Потенціали розміщення розподілених джерел електроенергії.
- Автоматизація операцій і обслуговування.
- Зниження викидів парникових газів шляхом впровадження електромобілів та альтернативних джерел енергії.
- Захист мережі від кібератак.
- Впровадження електромобілів, що підключаються до електромережі, і включення нових накопичувачів енергії.
- залучення клієнтів до прийняття рішень.

Можемо зробити висновок, що розумну мережу вважають заміною традиційній мережі, оскільки вона вважається застарілою та має проблеми з надійністю. Нова енергомережа передбачає покращення надання послуг користувачам.

Література

- [1] "Guest Editorial Special Section on Smart Grid and Renewable Energy Resources: Information and Communication Technologies With Industry Perspective," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 13, no. 6, pp.3119-3123, 2017.
- [2] M. Z. Jacobson et al., "100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World," Joule, vol. 1, no. 1, pp. 108-121, 2017.
- [3] P. Kumar, Y. Lin, G. Bai, A. Paverd, J. S. Dong, and A. Martin, "Smart Grid Metering Networks: A Survey on Security, Privacy and Open Research Issues," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 21, no. 3, pp. 2886-2927, 2019.
- [4] N. Uribe-Pérez, L. Hernández, D. De la Vega, and I. Angulo, "State of the Art and Trends Review of Smart Metering in Electricity Grids," Applied Sciences, vol. 6, no. 3, 2016
- [5] M. H. Rehmani, M. Reisslein, A. Rachedi, M. Erol-Kantarci, and M. Radenkovic, "Integrating Renewable Energy Resources Into the Smart Grid: Recent Developments in Information and Communication Technologies," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 14, no.7, pp. 2814-2825, 2018

УДК 004.62

В.А. Готович, к.т.н., І.Р. Ралік

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ ОБЛІКУ РЕАЛІЗАЦІЇ ТОВАРІВ В ТОРГІВЛІ

V.A. Hotovych, Ph.D., I.R. Ralik

SOFTWARE BASED ON CLIENT-SERVER ARCHITECTURE FOR ACCOUNTING FOR THE SALE OF GOODS IN RETAIL

На сьогоднішній день задачі обліку в торгівлі вирішуються за допомогою спеціалізованих апаратно-програмних засобів. Труднощі при використанні програмних засобів іноземного походження в Україні зумовлюють актуальність розробки відповідного вітчизняного програмного забезпечення (ПЗ).

Для вирішення задач обліку реалізації товарів в торгівлі пропонується проект ПЗ. Даний проект реалізовано на основі клієнт-серверної архітектури з наступною структурою [1]:

1) програма-клієнт, з графічним інтерфейсом (“десктоп”), яка реалізує функції “тонкого” клієнта;

2) база даних (БД), в таблицях якої зберігаються дані і в якій за допомогою збережених процедур реалізовано “товстий” сервер з усією бізнес-логікою. БД отримує запити від клієнта, обробляє їх та надсилає відповідь клієнту за допомогою локального мережевого з'єднання.

Пропонований програмний продукт розроблено на основі використання стеку технологій від Microsoft. Зокрема, використано платформу .Net, мову програмування C# та систему управління базами даних (СУБД) під управлінням SQL Server.

Програма-клієнт надає графічний інтерфейс, за допомогою якого відбувається введення даних і передача їх в базу даних. Інтерфейс програми-клієнта включає в себе 3 вкладки: Документи (функціонал по приходу товарів, реалізації товарів, поверненні товарів постачальнику, прибуткові касові ордера, видаткові касові ордера), Довідники (функціонал по обліку клієнтів і товарів), та Звіти (функціонал по обліку поточних залишків товарів, звіти по реалізації товарів, замовлення товарів, борги постачальникам, борги покупців, рух грошових коштів).

Для взаємодії клієнта з базою даних використано архітектуру ADO.NET, основними компонентами якого для доступу до даних і управління ними є постачальники даних платформи .NET Framework та DataSet. Зв'язок між набором даних та базою даних реалізований через класи sqlDataAdapter, sqlCommand та sqlConnection. Для захисту даних використовуються системи захисту СУБД Microsoft SQL Server [1], а саме перевірка автентифікації SQL. Резервне копіювання відбувається стандартними засобами та методами СУБД. Один раз на добу створюється повна копія даних, кожних 15 хвилин створюється бекап транзакцій.

СУБД в архітектурі проекту слугує “товстим” сервером та є мозковим центром створеного програмного продукту. Значну роль у виконанні обчислень та формуванні звітів покладено на збережені процедури.

До перспектив подальших досліджень та розробок належать: розширення функціональних можливостей програмного продукту, автоматизація процесів тестування та розгортання, реалізація роботи із сканером штрих-кодів.

Література

1. Nathan Muller. Client-server Architecture and Implementation. - Auerbach Publication, 2020. - С. 192-193.

УДК 667.64

В.В. Ковальчук, І.В. Чихіра, к.т.н., доцент, О.В. Тотосько, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ ПРИ ЗГІНІ

V.V. Kovalchuk, I.V. Chykhira, Ph.D., Assoc. Prof., O.V. Totosko, Ph.D. Assoc. Prof.
MANAGEMENT OF THE PROCESS OF STUDYING PROPERTIES OF POLYMER
COMPOSITE COATINGS DURING BENDING

Перспективним матеріалом для захисту устаткування від корозії та спрацювання є матеріали на полімерній основі, які піддаються модифікації різними наповнювачами. Оцінити степінь надійності даних матеріалів можна шляхом дослідження покриття на різні види деформації, а саме і на згин. Даний вид деформації дозволяє встановити, як адгезійні так і когезійні властивості матеріалу.

Автоматизувати даний процес можна шляхом використання у досліджуваній установці додаткових пристосувань які дозволяють у реальному часі контролювати процес поступового навантаження зразка до появи перших тріщин або відшарування у полімеркомпозитному матеріалі. Установа містить у собі тензорезистор 1, який закріплений на пружині 2, з'єднаною з рухомою опорою 3 і штоком 4. Тензорезистор послідовно під'єднаний до плати вводу-виводу дискретних сигналів з гальванічною розв'язкою. В подальшому сигнали через аналогово-цифровий перетворювач поступають до персонального комп'ютера через порт виводу цифрових сигналів. Проаналізувати процес появи тріщин або відшарування можна за допомогою цифрової камери яка в безперервному режимі фіксує усі навантаження на досліджуваний зразок. Після перетворювача сигнал у цифровому виді поступає на комп'ютер, де у програмі реєструється різка зміна амплітуди деформації у пружині в момент руйнування зразка. В подальшому дослідження припиняються, так як надходить команда про вимкнення крокового двигуна за допомогою силових ключів, що керують двигуном.

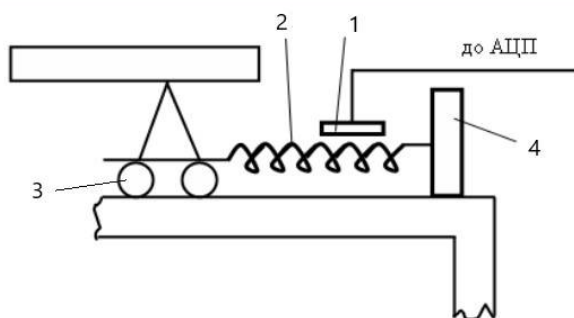


Рисунок 1. Схема конструктивних елементів на розробленому пристосуванні

На наступному етапі по результату отриманих у дослідженнях тріщин та відшарування матеріалу від основи проводиться аналіз на адгезійні та когезійні властивості матеріалу.

Література.

1. Гогоци Г.А., О корректности испытанй керамики на изгиб / Г.А.Гогоци, Я.Л.Грушевский, В.П.Завада //Заводская лаборатория. 1990. Т.56 №2 – с.80-85.
2. Липатов Ю.С.Межфазные явления в полимерах. К.:Наукова думка, 1980.-259с.

УДК 004.81

А. Хом'як

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕКУРЕНТНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Andrii Khomiak

METHODS OF TIME SERIES ANALYSIS WITH RECURRENT NEURAL NETWORKS

Часові ряди є послідовностями величин, що впорядковані за часом. Елементами таких послідовностей можуть бути як скаляри (щогодинні покази температури, обмінний курс валютної пари тощо) так і векторні величини (спектрограма радіосигналу, відеоряд тощо). Аналіз часових рядів є сукупністю методів для отримання корисної інформації з таких рядів. До них належать зокрема класифікація, передбачення наступного елемента, кластеризація та сегментація послідовностей.

Рекурентні нейронні мережі [1] дозволяють оперувати часовими рядами шляхом зберігання інформації (прихованого стану) після опрацювання кожного елемента та її використання при обробці наступних елементів ряду. В залежності від конкретної задачі, виходами такої архітектури можуть бути скаляр, векторна величина або послідовність скалярів чи векторів.

Класифікація часових рядів транслюється в рекурентну мережу, виходом якої є скаляр - мітка присвоєного класу. Прикладом такого застосування є автоматичне визначення мови уривку тексту.

Передбачення наступного елемента часового ряду (регресія) вирішується схожим чином, однак результатом мережі в такому випадку є величина тієї ж розмірності, що і кожен елемент аналізованої послідовності.

Сегментація дозволяє виявити зміну характеру даних, яка може відповідати певній події (наприклад вимові ключового слова для системи розпізнавання мови) та є прикладом задачі “послідовність-послідовність”, оскільки результатом роботи нейромережі є ряд, елементи якого вказують на наявність чи відсутність шуканої події в певний момент часу.

Групування послідовностей на основі певної схожості дозволяє знайти зв'язки між розрізненими даними для подальшого аналізу. Прикладом такого застосування є кластеризація аудіозаписів на основі мовця. В цьому випадку рекурентна мережа надає векторну репрезентацію кожного часового ряду (прихований стан після останньої ітерації), що може бути використано традиційними алгоритмами кластеризації (методом k-середніх, алгомеративною кластеризацією [2] тощо).

Література

1. Alex Sherstinsky. 2018. Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) Network. CoRR abs/1808.03314, (2018). Режим доступу - <http://arxiv.org/abs/1808.03314> .
2. Marcel R. Ackermann, Johannes Blömer, Daniel Kuntze, and Christian Sohler. 2012. Analysis of Agglomerative Clustering. *Algorithmica* 69, 1 (December 2012), 184–215. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00453-012-9717-4>

УДК 004.45

Р.С.Гром'як, к.ф.-м.н, доцент, С.С.Серкіз

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВЗАЄМОДІЯ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ З КЛІЄНТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ CRM-СИСТЕМ

R.S.Gromyak, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, S.S Serkiz
INTERACTION OF BUSINESS PROCESSES WITH CUSTOMERS USING CRM-
SYSTEMS

Використання CRM-систем стало незамінним у веденні бізнесу. Основним завданням CRM є збір даних про покупців і постійний інформаційний зв'язок з ними. Щоб зрозуміти сенс і важливість впровадження CRM-системи, варто звернути увагу на те, які основні функції вона виконує, а саме: визначення плану продажів; отримання та відправка замовлення на продаж; Створення плану продажів для споживачів; конфігурація продукту; Аналіз обсягів продажів по групах клієнтів і товарних групах; Управління збутовими ресурсами ; Комунікація з клієнтами [1].

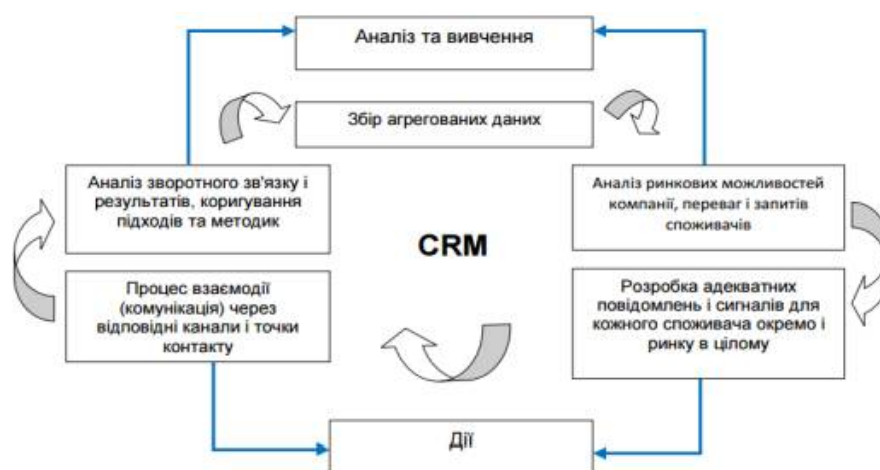


Рисунок 1 – Цикл інформаційних процесів в CRM

В CRM-системі зберігається інформація, яка може сприяти підвищенню ефективності кампанії вихідного обзвону. Це може бути детальна контактна інформація, дані про найбільш зручний час зв'язку з клієнтом.

Також в деяких CRM-системах можлива функція під'єднання декількох соціальних мереж, за допомогою цього спілкування з клієнтами стає швидшим, зручнішим та якіснішим [2].

Література

1. Застосування інформаційних технологій в управлінні підприємством
<http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/102782>
2. Найкращі CRM-системи для ведення бізнесу
<https://esputnik.com/uk/blog/oglyad-dvadcyatki-najkrashih-crm-sistem-dlya-biznesu>

УДК 004.45

Р.С.Гром'як, к.ф.-м.н, доцент, С.С.Серкіз

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

CRM-СИСТЕМА ЯК ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОВІДНОСИН З КЛІЄНТАМИ

R.S.Gromyak, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, S.S Serkiz
CRM SYSTEM AS A TOOL FOR IMPROVING CUSTOMER RELATIONS

За допомогою CRM-системи реалізується стратегія і тактика формування і розвитку клієнтської бази. Ефективне задоволення потреб клієнтів цільового ринку сприяє залученню значної кількості нових клієнтів, утриманню існуючих клієнтів і, як наслідок, формуванню постійної клієнтської бази і, як наслідок, зростанню клієнтури з прибутковістю ринкової діяльності компаній. Професійно впроваджені системи CRM пропонують багато переваг для продажів, маркетингу, підтримки тощо. І ось найважливіші з них: підвищення продуктивності, автоматизація, обробка даних клієнтів, ефективне планування та відстеження, інтеграція з іншими інформаційними продуктами, доступність з будь-якого місця, покращення відносин із клієнтами.

CRM-системи базуються на певних компонентах, які частково дозволяють поліпшити відносини з клієнтами, серед них:

1. Автоматизація маркетингу – система, яка автоматизує маркетингові операції, спрощує інформаційні процеси та забезпечує більш ефективне маркетингове планування та аналіз результатів. Функціональність МА включає:

- засоби аналізу та формування цільової аудиторії, створення списків потенційних клієнтів.

- засоби планування та проведення маркетингової кампанії, аналізу її результатів для кожної цільової групи, виду товару, регіону;

- Виявлення та аналіз вимог клієнтів

- Управління потенційними угодами;

2. Автоматизація обслуговування клієнтів – система автоматизації підтримки та обслуговування клієнтів, що включає базу даних договорів клієнтів; моніторинг замовлень; інструменти контролю обслуговування клієнтів; База знань типових проблем, пов'язаних з використанням товарів (послуг), засобів їх вирішення.

Функціонал системи включає: база даних контактів із замовником, можливість групової роботи із замовником; управління відносинами з потенційними клієнтами, інтерактивна підтримка клієнтів, надання послуг; моніторинг надходження заявок контроль процесів обробки запитів і заявок, надання відповідей на них, звітування про результати обслуговування; обслуговування клієнтів і бізнес-партнерів в режимі реального часу;

Література

3. Шарапа О.М. Управління взаємовідносинами з клієнтами – 2009. – № 7 (97). – С. 175-183.

4. CRM-система як інструмент удосконалення взаємовідносин з клієнтами
<http://www.economy-confer.com.ua/full-article/3102/>

УДК 004.5

В.А. Готович, к.т.н., А.В. Мачужак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ CI/CD ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕСТУВАННЯ ТА РОЗГОРТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

V.A. Hotovych, Ph.D., A.V. Machuzhak

APPLICATION OF CI/CD METHODOLOGY FOR AUTOMATION OF SOFTWARE TESTING AND DEPLOYMENT PROCESSES

Для успішності технологічного процесу розробки програмного забезпечення (ПЗ) важливим є вирішення завдань підтримки якості як програмного коду зокрема, так і програмного продукту в цілому, а також постачання чергових версій програмного продукту до споживача. На практиці вирішення цих задач відбувається автоматизованим чином шляхом застосування методології CI/CD (англ. Continuous Integration, Continuous Delivery) [1]. Дана методологія складається з двох етапів [2]:

1. Безперервна інтеграція (CI). Це практика інтегрування програмного коду в основну гілку репозиторію при автоматичному тестуванні якості коду. Зокрема, дана практика вирішує проблему наявності занадто великої кількості гілок в системі контролю версій в процесі розробки, які можуть конфліктувати між собою.

2. Безперервне постачання (CD). Це практика безперервного постачання протестованого на попередньому етапі програмного коду (нових версій ПЗ) до кінцевого користувача. Це етап автоматизації, на якому програмне забезпечення розгортається в одному або декількох середовищах виконання. Команди розробників зазвичай використовують декілька окремих середовищ для тестування програмного забезпечення.

В даній роботі наведено результати практичного застосування методології CI/CD для автоматизації процесів тестування та розгортання програмного забезпечення при роботі над конкретним програмним продуктом. Зокрема, реалізовано 2 конвеєри CI/CD [3], що схематично показано на рис. 1.

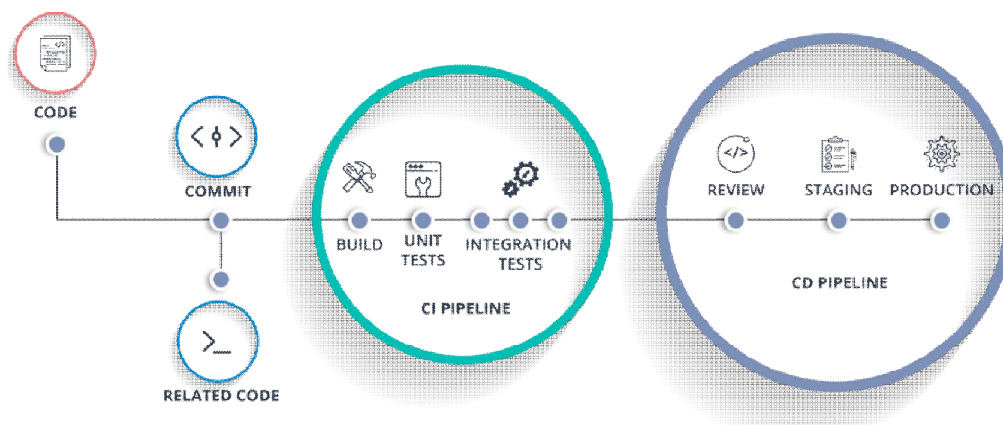


Рисунок 1. Конвеєри CI/CD

На першому етапі (постійної інтеграції), використовувався сервіс GitHub Actions, який надає можливості виконувати різні дії над програмним кодом в репозиторії проекту. Цей сервіс специфічний для GitHub. Аналогічні до GitHub сервіси для репозиторіїв надають відповідні можливості. Зокрема, для роботи з GitHub Actions створено конфігураційний yml-файл, в якому задано налаштування щодо того, при яких умовах слід виконувати дії, в якому середовищі, послідовність кроків тощо. Наприклад,

при відкритті пул реквеста (англ. pull request) чи нового коміта (англ. commit) запуститься програмне середовище з операційною системою Ubuntu та буде виконано необхідні кроки по інсталяції залежностей, збиранні коду, запуску тестів тощо.

На першому етапі застосування методології CI/CD вирішено наступні задачі:

- автоматизація процесів збирання коду;
- тестування ПЗ;
- швидке впровадження змін в спільний репозиторій.

На етапі безперервного постачання використано інструмент Jenkins. В конфігураційному файлі за допомогою спеціальної нотації описано різні етапи, такі як збірка, тестування та розгортання. Також задаються змінні середовища, параметри, секретні ключі, сертифікати та інші налаштування.

Результатом другого етапу є конвеєр безперервної доставки з такими етапами (рис. 2):

- отримання останніх змін в програмному коді з репозиторію;
- інфраструктурні зміни (збільшити чи зменшити потужності хмарної інфраструктури);
- переміщення програмного коду в цільове обчислювальне середовище та управління змінними середовища;
- виконання тестів та згорання середовища, якщо тести не виконалися успішно;
- надання даних з журналів (логів) та сповіщення про стан постачання ПЗ;
- розгортання нових змін в цільовому середовищі;
- сповіщення про завершення етапу.

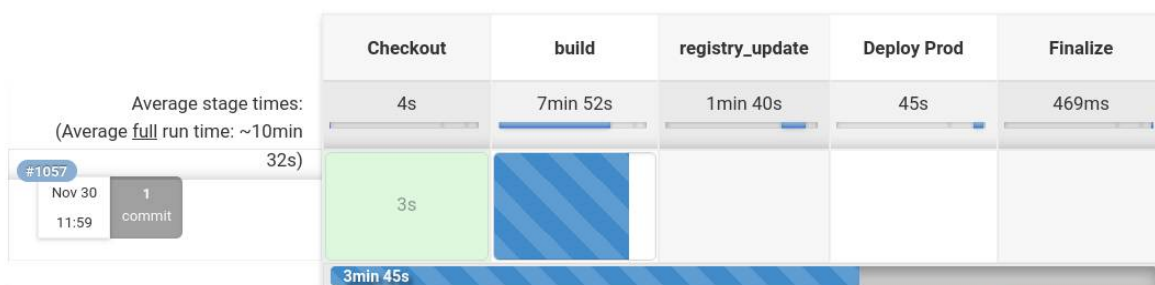


Рисунок 2. Процес постачання нових версій ПЗ

Серед конкретних переваг, яких було досягнуто в результаті впровадження методології CI/CD, можна назвати:

- Підвищення продуктивності роботи команди розробників;
- Автоматичні збірки на зміни в коді, що дозволяє підготувати та протестувати нову версію програмного забезпечення;
- Автоматичне розгортання нових версій ПЗ.

Перспективами подальшого дослідження є тематика оркестрації контейнерів – керування контейнерами у великих масштабах за допомогою технології Kubernetes.

Література

1. CI/CD. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/CI/CD> (дата звернення: 28.11.2022).
2. What is CI/CD? Continuous integration and continuous delivery explained. URL: <https://www.infoworld.com/article/3271126/what-is-cicd-continuous-integration-and-continuous-delivery-explained.html> (дата звернення: 28.11.2022).
3. ROSSEL, Sander. Continuous Integration, Delivery, and Deployment: Reliable and faster software releases with automating builds, tests, and deployment. Packt Publishing Ltd, 2017.

УДК 004.62

І.В. Струтинська, д.е.н., доцент, В.О. Мельник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЛЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ

I.V. Strutynska, Dr, Assoc. Prof., V.O. Melnyk

THE ROLE OF AUTOMATED ORDER MANAGEMENT SYSTEMS

Чи помічали ви, як іноді легко отримати замовлення онлайн, чи по телефону? Як швидко можна відповісти на ваш запит у контактному центрі? А іноді навіть не потрібно надавати свої дані, тому що ваші дані вам точно зачитуються. Розмова про зручність!

Взаємодія з деякими центрами обслуговування клієнтів набагато легша, оскільки деталі ваших облікових записів, історія замовлень і ваші налаштування зберігаються. Це означає, що вам, швидше за все, допомагає автоматизоване програмне забезпечення для керування замовленнями.

Уже пройшли ті часи, коли на доставку замовлення чекали днями, схрестивши кулаки. Сьогодні для бізнесу потрібні швидкість, ефективність, точність. Також, глобальна мережа Інтернет і спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє клієнтам бачити рух своїх замовлень у реальному часі. Клієнти хочуть бути в курсі всіх подій, починаючи від закупівлі запасів і закінчуючи пакуванням, відправленням і доставкою. Клієнти вимагають швидких, безпроблемних і безпомилкових послуг із видимістю процесу замовлення в реальному часі. Від того, як бізнес обробляє замовлення, залежить утримання клієнтів [1].

Автоматизація спрощує виконання замовлень, доставку та відстеження. Компанії, які використовують автоматизацію, можуть виконувати більше замовлень за менший час, оптимізувати доставку та зменшити витрати. І більше ніякої роботи з паперами, а отже:

- покращення відносин з клієнтами;
- ефективна співпраця між робочими відділами;
- оптимізація робочих процесів.

Традиційні системи управління замовленнями включають відділи обслуговування - клієнта, постачальника, склад, логістику, офіціанта, адміністраторів тощо. Найчастіше ці відділи роз'єднані між собою. Це робить потік інформації між цими відділами також роз'єднаним.

Замовлення від клієнта вручну приймає сервісний агент, деталі доставки вручну вводяться в систему, потім замовлення передається постачальникам. Вони отримують продукцію зі складу за документами, наданими продавцями. Об'ємна паперова робота, окремі канали введення та години введення даних процес, погіршує ефективність роботи і її точність

Автоматизовані системи опрацювання замовлень є складовою технологій Індустрії 4.0, саме тому дозволяє автоматизувати ручні, повторювані, трудомісткі завдання та підвищує точність, що значно підвищить ефективність процесу. У системі обробки замовлень зменшення ручних зусиль і пов'язане з цим скорочення часу, витраченого на обробку замовлення, перетворюються на величезні переваги з точки зору ефективності, витрат і продуктивності [2].

Автоматизація системи може кардинально змінити спосіб обробки замовлень. З самого початку найбільш помітними перевагами є економія часу та коштів, підвищення продуктивності, швидка обробка замовлень, оперативна доставка тощо.

Переваги автоматизованої системи управління замовленнями, наступні:

- Збір даних замовлення.

Збір даних про замовлення вручну може призвести до великого хаосу та значно сповільнити доставку замовлення. Найкращі системи керування замовленнями автоматично збирають дані про замовлення з усіх каналів - електронною поштою, телефоном, факсом, SMS або онлайн. Це забезпечує омніканальність сервісного обслуговування клієнтів та усуває помилки і дублювання, забезпечує швидше виконання замовлення та підвищує точність;

- Отримання інформації про клієнта.

Збільшує здатність реагувати на контакти клієнтів шляхом автоматичного отримання інформації про клієнтів на основі попередніх взаємодій. Можна швидко отримати доступ до уподобань клієнтів, моделей купівлі, покупок і претензій без необхідності розглядати їх і продовжувати дзвінок у службу підтримки. Переробка процесу замовлення забезпечує інтеграцію даних, покращує видимість у реальному часі, зменшує людську участь і паперову роботу (що значно зменшує кількість помилок) і централізує процес.

- Покращує точність.

Лояльність клієнтів до бренду значною мірою залежить від їх досвіду від замовлення і доставки. Коли потрібне замовлення приходить швидко, у вас є задоволений клієнт. Або, на іншому кінці спектру, вони припинили б зв'язки з брендом лише через єдине замовлення, яке пішло не так. Тому кожне замовлення має значення.

- Масштабованість.

У міру розширення бізнесу збільшується кількість клієнтів, замовлень і даних. Автоматизовані системи керування замовленнями розроблені з урахуванням цього збільшення, що робить підприємства більш гнучкими до змін.

- Покращене обслуговування клієнтів.

Вважаємо, що запровадження автоматизації забезпечує ефективність у всіх сферах - робочих процесах, часі, вартості, а отже забезпечуватиме оптимізацію усіх проєктів організації. Автоматизація процесу замовлення допоможе вам розвивати свій бізнес, покращуючи швидкість, точність і послідовність обслуговування.

Підприємства ризикують втратити свою конкурентоспроможність, якщо не звернутися до автоматизації для повторюваних ручних завдань. Саме трансформація бізнесу з допомогою цифри, допоможе збирати та опрацьовувати велику кількість даних, їх аналізувати та на основі цього приймати ефективніші рішення щодо реінжинірингу діючих бізнес процесів, бізнес-моделей та діяльності в цілому.

Література

1. Atieh, Anas M., et al. "Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system." *Procedia Cirp* 41 (2016): 568-572.
2. I Strutynska, L Dmytrotsa, H Kozbur. The Main Barriers and Drivers of the Digital Transformation of Ukraine Business Structures. Ermolayev, V., Mallet, F., Yakovyna, V., Mayr, H.C., Spivakovsky, A.: Proc. 15th Int. Conf. on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI2019). Volume I: Main Conference, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019.

УДК 303.01:303.447: 612.17

Є.Б. Яворська, к.т.н., доцент, А.С. Каплунова

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕННЯ ЗАВАД В ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛАХ

E. Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof, Kaplunova A.

ALGORITHM FOR SUPPRESSING INTERFERENCES IN ELECTROCARDIO SIGNALS

Підвищення завадостійкості при обробці електрокардіосигналів дозволяє підвищити достовірність автоматичних висновків і, в кінцевому рахунку, сприяє підвищенню якості діагностики та лікування серцево-судинних захворювань.

Забезпечення високої завадостійкості динамічних систем – одна з основних проблем сучасної неінвазивної кардіодіагностики. Збільшення рівня зовнішніх електромагнітних перешкод, підвищення ступеня інтеграції електронних компонентів, зниження потужності корисних сигналів призводить до того, що виділення електрокардіографії сигналу (ЕКС) на фоні завад стає складним структурно-алгоритмічним завданням. Особливу складність це завдання набуває для систем неінвазивної кардіодіагностики, які працюють в умовах невизначеності, коли інтенсивність і мінливість завад має значну дезінформаційну дію. У цих умовах розробникам доводиться шукати розв'язання задачі підвищення завадостійкості систем неінвазивної електрокардіографії (ЕКГ) – діагностики, як основи забезпечення заданої достовірності автоматичних висновків про наявність критичних станів серця.

Однією з найважливіших вимог до систем електрокардіографічної діагностики є забезпечення прийнятної якості ЕКС для їх автоматичної інтерпретації. Вилучення діагностичної інформації з ЕКС являє собою серйозну наукову проблему, що пов'язано з особливостями їх походження, перетворення та аналізу. ЕКС являють собою нестационарні структуровані сигнали з повторюваними інформативними ділянками. Саме за ознаками, зосередженими на цих ділянках, в електрокардіографії оцінюється стан серця. Форма і параметри інформативних ділянок ЕКС різноманітні, мінливі і не завжди передбачувані. Крім того, при реєстрації ЕКС неминуче присутні завади різного виду і походження, які виявляються особливо сильно в умовах невизначеності.

Не викликає сумніву, що завади є основною причиною зниження достовірності автоматичних висновків у системі електрокардіографічної діагностики (СЕКГД). Принциповою особливістю розробки СЕКГД є той факт, що при реєстрації та обробці ЕКС немає повного обсягу апріорних відомостей про властивості сигналів і перешкод, тобто має місце апріорна невизначеність сигнально-завадної обстановки (СЗО). Така невизначеність обумовлена нестационарною поведінкою корисного сигналу та перешкод і є зараз об'єктом вивчення в новій теорії хаосу-самоорганізації (ТХС).

Незважаючи на те, що ЕКС має деяку характерну структуру, модель корисного сигналу зазвичай буває невідома. У цьому випадку при створенні алгоритмів подавлення завад мало підходять методи, засновані на пошуку подібності з модельним сигналом. Тут доцільно будувати алгоритм таким чином, щоб отримати інформацію про властивості завади, а потім використовувати цю інформацію для створення процедур, які забезпечують ефективне подавлення завад. Тому необхідною умовою подолання апріорної невизначеності СЗО є формування оцінки завади або навчальної (опорної) завадової вибірки. Оцінка завад може бути використана для вибору відповідного фільтра та/або для зміни його налаштувального параметра, а також для визначення порогів виявлення елементів ЕКС.

УДК 303.01:303.447: 612.17

Є.Б. Яворська, к.т.н., доцент, А.О. Карнов

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСОБИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я

E. Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof., Karnov A.

MEANS OF BIOMETRIC IDENTIFICATION OF PERSONS IN HEALTH MONITORING SYSTEMS

Впровадження біометричних систем в життя суспільства є незаперечним фактом. Світові аналітики прогнозують підвищення попиту на біометрії в усіх галузях і розширення сфери її застосування. Актуальність розвитку біометричних технологій ідентифікації особи обумовлена збільшенням числа об'єктів і потоків інформації, які необхідно захищати від несанкціонованого доступу, а саме: криміналістика; системи контролю доступу; системи ідентифікації особи; інформаційна безпека; облік робочого часу та реєстрація відвідувачів; системи голосування, проведення електронних платежів; автентифікація на Web-ресурсах; різні соціальні проекти, де потрібна ідентифікація людей; проекти цивільної ідентифікації (перетин державних кордонів, видача віз на відвідування країни).

Ідентифікація на основі біометричних даних - це засіб автоматичного розпізнавання особистості на базі унікальних фізичних або поведінкових параметрів. Ідентифікація виконується за допомогою порівняння отриманих біометричних характеристик і шаблонів, що зберігаються у базі даних. Для користувачів, які застосовують системи біометричної ідентифікації і автентифікації, дуже важливим є зручність застосування цих засобів (це не тільки швидкість і простота проведення процедури, але і можливість використання звичного обладнання). На сьогодні оптимальним співвідношенням між надійністю автентифікації, ціною і зручністю використання має визначення особистості по обличчю, чим і пояснюється високий темп розвитку і поширення таких технологій.

Невпинне розширення сфери застосування засобів комп'ютерної обробки інформації і комп'ютерних засобів телекомунікації залучають до сфери інформаційних технологій все більше коло людей, що підвищує ризики виникнення інформаційних загроз та їх реалізації. Не зважаючи на широкі технологічні можливості забезпечення захисту, на сьогоднішній день, кількість злочинів та шахрайства зростає з кожною хвилиною.

Однією з найпоширеніших технологій захисту є біометричні системи захисту. Вони є найзручнішими, оскільки не потребують зберігання у пам'яті складних паролів чи носіння з собою спеціальних ідентифікаторів (ключів, карток, і т. ін.), а достатньо буде тільки сказати кодове слово, прикласти палець чи кисть руки, або підставити лице для сканування, щоб отримати доступ. Одна з головних переваг біометричних технологій – відсутність необхідності в паролі. При використанні біометричної автентифікації користувачам не потрібно пам'ятати складні паролі, а співробітникам служб технічної підтримки - вирішувати пов'язані з цим проблеми. Біометричні пристрої відрізняються величезною різноманітністю і використовують для автентифікації людини різні біологічні параметри.

Вирішення задачі захисту з використанням біометричних характеристик є актуальною задачею, що стає популярнішою щодня, це є цілком виправдано враховуючи переваги, які надають дані методи захисту.

УДК 004.72

О.М. Петрик, В.О. Суховерша, С.В. Марценко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АРХІТЕКТУР ДЛЯ КРИТИЧНИХ ІНФРАСТРУКТУР

O.M.Petryk, V.O. Sukhoversha, S.V. Martsenko, Ph.D., Assoc. Prof.

RESEARCH OF NETWORK ARCHITECTURES FOR CRITICAL INFRASTRUCTURES

Згідно з інформацією від Cybersecurity and Infrastructure Security Agency для США виділено 16 критичних інфраструктурних секторів [1], що закріплені президентською директивою. Україна відноситься до країн, що активно розвиваються і перебувають у процесі цифрової трансформації. Досвід провідних країн світу у організації роботи мережових архітектур для критичних інфраструктур потребує всебічного дослідження щодо використання в аналогічних шаблонах нашої країни.

Разом з іншими до секторів критичних інфраструктур відносять хімічну промисловість, комунікаційний сектор, дамби, невідкладну допомогу та систему надзвичайних ситуацій, фінансовий сектор, урядові організації, сектор ІТ технологій, транспортну систему, критичне виробництво, оборонна промисловість, енергетика, сільське господарство, охорону здоров'я, ядерну енергетику, водопостачання та водовідведення. Кожен з вищеназваних секторів має свої вимоги до організації мережових архітектур та їх спільної взаємодії в межах держави.

Дослідження показують, що спільним для кожного з секторів при організації мережової архітектури критичних інфраструктур є забезпечення масштабованості з максимальним використанням користувацького досвіду і зменшення вузьких місць для критичних даних. Має бути забезпечено оптимізацію вартості доставки даних через модернізацію існуючих мереж з використанням розумних технологій та програмування. Необхідно зменшити ризики та підвищити рівень довіри до таких мереж впроваджуючи міри безпеки для захисту критичних даних. Бажаним є спрощення роботи через використання автоматизації функцій та створення системи спостереження в реальному часі для покращення передбачуваності і надійності.

Для вирішення поставлених завдань можна використати рішення, що дадуть змогу:

- модернізувати мережу з використанням конвергованих IP та оптоволоконних рішень;
- змасштабувати мережеву роботу через модульність, енергетичну ефективність та захищеність платформ маршрутизації;
- спростити та пришвидшити мережеву прозорість, управління і роботу через автоматизацію мережових функцій;
- покращити контроль через впровадження інтелектуальних, мережево програмованих технологій.

Використання досвіду провідних компаній при організації мережових архітектур для критичних інфраструктур дасть змогу адаптувати їх до реалій України та забезпечити надійну роботу критичних секторів з можливістю подальшої модернізації. Масштабованість, захищеність та адаптивність необхідні при їх розробці.

1. Critical Infrastructure Sectors [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cisa.gov/critical-infrastructure-sectors> – Назва з екрану. – Дата звернення: 24.11.2022.

УДК 004.72

О.М. Петрик, В.О. Суховерша, С.В. Марценко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

O.M.Petryk, V.O. Sukhoversha, S.V. Martsenko, Ph.D., Assoc. Prof.

RESEARCH ON THE ROLE OF IOT TECHNOLOGIES IN INDUSTRIAL COMPUTER NETWORKS

Важко уявити сучасне виробництво без великої кількості сенсорів та давачів, актуаторів і системних рішень, що покращують виробничі процеси, підвищують безпеку, спрощують управління і забезпечують зростання капіталомісткості організації. Дослідження ролі Internet of Things (IoT) технологій в промислових мережах є важливим науково-технічним завданням в умовах індустрії 4.0 та 5.0.

Початок 4-ї технологічної революції відносять до 2011 року коли Working Group of Industry 4.0 презентувала набір рекомендацій для німецького уряду. Це призвело до комп'ютеризації виробничих процесів з використанням концепцій кібер-фізичних систем та IoT для досягнення “виробництва майбутнього”. Це в свою чергу призвело до появи парадигм “Розумний продукт”, “Розумна машина” та “Доповнений працівник”. У розумному продукті збережено операційні дані, розумна машина стала частиною кібер-фізичної виробничої системи, а доповнений працівник отримав розумні методи та засоби для роботи у складних середовищах.

Технології IoT включають в себе використання сучасного бездротового телекомунікаційного покриття для обміну даними між радіочастотними мітками, сенсорами, актуаторами, мобільними телефонами забезпечуючи їх взаємодію при виконанні спільного завдання. Модель IoT складається з послуг, що використовують хмарні обчислення і створюють віртуальну інфраструктуру для роботи систем моніторингу, зберігання, інструментів аналітики та візуалізації результатів роботи. Це створює мережу глобального споживчого ланцюга, де приватність та захист даних виходять на перше місце і мають бути гарантовано забезпечені.

Індустрія 5.0 покликана доповнити 4.0 ставлячи дослідження та інновації на службу для переходу до стійкої, орієнтованої на людину європейської промисловості [1]. Цей підхід змінює вектор промисловості, який забезпечував ефективність та продуктивність виробництва, на індустрію покликану служити суспільству. Елементами, що пропонуються є адаптація орієнтованого на людину підходу впровадження цифрових технологій включаючи штучний інтелект, підготовка та перепідготовка працівників з використанням цифрових навичок, створення енергоефективних технологій з можливістю переробки та повторного використання, створення конкурентоспроможної світової індустрії базованої на дослідженнях.

У результаті впровадження IoT в промислові мережі покращились ефективність відслідковування робочого місця і час реакції на непередбачувані ситуації. Створились умови для протидії пандемії COVID-19 через використання моніторингу робочого середовища з визначенням соціального дистанціювання та дотримання карантинних мір. Зросла ефективність процесів трекінгу та обліку, знаходження та вирішення вузьких місць, моніторингу всіх ланок організації роботи компанії. Разом з тим виникло ряд питань пов'язаних з захистом інформації та самих IoT пристроїв.

1. What is Industry 5.0 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en – Назва з екрану. – Дата звернення: 24.11.2022.

УДК 004.67

І.В. Воробець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ ЧАСОВИХ РЯДІВ НА ВИБІР МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ

I.V. Vorobets

THE INFLUENCE OF TIME SERIES COMPONENTS ON THE CHOICE OF FORECASTING METHOD

Часовим рядом можна назвати послідовність певних даних, упорядкованих відповідно до часу. Тоді часовий ряд можна розглядати як сукупність двох змінних. Перша змінна – це час (точки відліку), а друга – це самі дані (чисельні значення). Найбільшу цінність аналіз часових рядів має в передбаченні майбутньої поведінки змінної на основі її значень у минулому. Передбачення часових рядів широко використовується в бізнес-плануванні, енергетиці, метеорології тощо.

Різні сили, що визначають поведінку часових рядів, описуються компонентами часових рядів. До компонентів часових рядів належать: тренд, сезонність, циклічність та випадковість або «шум» [1].

Тренд показує загальну тенденцію зростання або спадання числових значень даних протягом тривалого періоду часу. Проте не обов'язково, щоб напрямок зміни значень даних був сталим. У довгостроковому періоді тенденція зростання значень може змінюватися на спадання і навпаки. Тренд може бути лінійним або нелінійним, що можна визначити за допомогою графіку значень ряду у відповідні моменти часу.

Сезонність відображає вплив на значення часового ряду різних сезонних факторів (наприклад дня тижня, місяця, пори року). Це означає, що поведінка сезонних рядів є дуже регулярною. Для сезонності характерний фіксований та визначений період.

Часовий ряд проявляє циклічність тоді, коли зміни у даних не мають фіксованого періоду. Умовно цикл можна поділити на чотири фази: процвітання, спад, застій, підйом. Цикл може бути регулярним, але неперіодичним [1, 2].

Часто виникають проблеми розрізненні сезонності та циклічності, проте ці поняття є кардинально різними. Сезонні коливання мають незмінний період, пов'язаний з певним сезонним фактором. Натомість циклічні коливання відзначаються відсутністю фіксованого періоду. Загалом, тривалість циклів є більшою за тривалість сезонних коливань, а самі значення величин у циклах характеризуються меншою мінливістю, ніж значення у сезонних коливаннях [2].

Ще один компонент часових рядів – випадковість або «шум». За визначенням випадкові коливання є нерегулярними та не можуть використовуватися для передбачення значень у часовому ряді [1].

Компоненти тренду, сезонності та циклічності можуть у тій чи іншій мірі міститися в багатьох рядах. При виборі оптимального методу прогнозування часового ряду необхідно зважати на наявність в ньому цих компонентів. Саме особливості використання методів прогнозування для різних шаблонів компонентів часових рядів і розглядаються в даній роботі.

Література

1. Pathak P.P. Time Series Forecasting – A Complete Guide. Medium. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/time-series-forecasting-a-complete-guide-d963142da33f>.

2. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. Melbourne, Australia : OTexts, 2021. 442 p.

УДК 004.9

О.О. Кузьо, В.К. Крилов, Н.Л. Мацюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OSINT ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОРТРЕТУ КОРИСТУВАЧА

Kuzo O.O., Krylov V.K., Matsuk N.L.

USING OSINT TECHNOLOGY TO FORM USER PORTRAIT

Сьогодні, враховуючи стрімкий розвиток інформаційних технологій і соціальних процесів, проблема ефективного виконання управлінських завдань і прийняття рішень постає гостро при роботі з великими масивами неструктурованих різномірних даних на основі індивідуальних користувацьких профілів.

Для моделювання та дослідження таких систем нині широко використовується OSINT (англ. – Open Source Intelligence) – концепції, методи та прийоми легального отримання та використання інформації з відкритих джерел.

Основною ідеєю OSINT є цілеспрямований збір інформації про об'єкти інтересу (Harvesting) для подальшої обробки та багатовекторного контент-аналізу отриманих даних.

OSINT зручний тим, що: - набагато менше ризику: ніхто не порушує приватність і закони; - ця методика дешевша - не потрібно додаткового обладнання та дорогого програмного забезпечення; - така інформація є легкодоступною (онлайн) і зазвичай завжди актуальна.

Є два основні методи збору інформації:

1. Пасивний. У цьому випадку шукачу інформації неможливо розкрити себе і те, що він шукає. Пошук обмежується вмістом веб-сайту суб'єкта, архівною або кешованою інформацією, незахищеними файлами.

2. Активний. Цей підхід рідко використовується в Інтернет-розвідці. Для отримання інформації було досліджено ІТ-інфраструктуру компанії та активно взаємодіяли з комп'ютерами та машинами. Передові методи використовуються для отримання доступу до відкритих портів, сканування вразливостей і серверних веб-додатків. У цьому контексті інформаційний інтелект легко ідентифікувати. Соціальна інженерія також застосовується тут.

Вибір методу збору інформації залежить від зібраної інформації та необхідних даних. Важливо розуміти, що те, що легко отримати, не завжди є законним.

Процес розробки OSINT виглядає наступним чином: 1. Оволодіння базовими технологіями, такими як Google Dorks. 2. Пошук цікавих способів використання інструментів і методів і написання невеликих звітів з візуальними результатами. 3. Максимальна анонімність. Під час дослідження OSINT багато часу йде на те, щоб забезпечити вашу безпеку під час пошуку. Це необхідно для того, щоб компанії або окремі особи не могли визначити, що певна інформація збирається.

Література

1. Буслів П.В., Зоренко Д.С., Рябуха Ю.М Використання технологій OSINT для отримання пошукової інформації : практичний poradnik. Х. : ІПЮК для СБ України, 2021. 28 с

2. Mozhaiev M, Buslov P. Development of an Information Model for the Personality's Social Portrait Formation Using OSINT Technology // Proceedings of the Technical University – Sofia, Volume 70, Issue 4, 2020, P 37-48.

3. White T. Hadoop: The Definitive Guide, 4th Edition. O'Reilly Media, Inc., 2015, 235p.

УДК 004.9

А.К. Карнаухов, О.О. Кузьо

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОНСОЛІДАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СТРУКТУР BIG DATA

Karnaukhov A.K., Kuzo O.O.

CONSOLIDATION OF USER INFORMATION USING BIG DATA STRUCTURES

В сучасних умовах відкриваються можливості для вирішення дуже актуальних завдань, пов'язаних з обробкою великих об'ємів даних від користувачів. Особливо перспективною є інтеграція сучасних інформаційних технологій, пов'язаних із збором та обробкою великих неструктурованих даних (Big Data), інтелектуальним аналізом даних (Data Mining), розподіленими базами даних.

Великі дані (Big Data) – це сучасний вектор у сфері інформаційних технологій і систем, що включає перелік технологій, методів, та інструментів для збору та аналізу великих обсягів різноманітних структурованих і неструктурованих даних з метою отримання ефективних результатів в умовах поширення інформації в мережі багатьох обчислювальних вузлів і їх безперервне оновлення.

Аналітику Big Data можна охарактеризувати наступними параметрами: - обсяг, кількість згенерованих даних. Цей показник залежить від того, чи можна вважати масив даних вважати Big Data. Дані традиційно зберігаються на серверах SQL у хмарних середовищах; - різноманітність, категорія, до якої потрапляють Big Data. Розуміння цієї приналежності дозволяє аналітику найбільш ефективно обробляти інформацію; - швидкість, з якою дані генеруються або обробляються для досягнення поставлених цілей; - мінливість, тобто нестабільність на часі даних; - достовірність, тобто якість зібраних даних, від якої залежить точність аналізу; - складність, яка полягає у трудомісткості процесу зв'язування та встановлення зв'язків між даними.

Обробка Big Data в даний час зазвичай передбачає впровадження спеціальних програмних комплексів, таких як Hadoop, які дозволяють обробляти великі обсяги даних на основі концепції Map-Reduce. Hadoop — це структура, на якій розробляються програми для аналізу та візуалізації великих даних. Зберігання даних у цій структурі здійснюється за допомогою спеціальної розподіленої файлової системи HDFS (англ. Hadoop Distributed File System), яка є основою Hadoop і дозволяє зберігати та отримувати доступ до даних одночасно на кількох вузлах кластера.

Алгоритм Map-Reduce використовується для обробки великих масивів даних, і кожен етап Map має завершити свою відповідну роботу до початку Reduce, а вхідні дані потрібно попередньо обробити. Одним із найактуальніших завдань сучасних інформаційних технологій — швидка обробка великих об'ємів даних. Ефективне рішення кожного завдання має можливість пришвидшити приймання рішень на основі попередньо отриманих даних. Зі збільшенням можливостей збору інформації за допомогою багатьох різних пристроїв розширюється і кількість даних.

Література

1. Кеннет Кукієр. Великі дані. Як вони змінюють наші уявлення про світ [Електронний ресурс] / Кеннет Кукієр, Віктор Майєр-Шенбергер.

2. James Manyika. Big data techniques and technologies / J. Manyika,

M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh, A. Hung Byers // Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. - McKinsey Global Institute. -

3. Neil Biehn. The Missing V's in Big Data: Viability and Value.

УДК 681.518.3

І.Г. Купратий, А.М. Паламар, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ПАЦІЄНТІВ

І.Н. Kupratyi, A.M. Palamar, Ph.D

COMPUTER SYSTEM FOR PATIENTS HEALTH REMOTE MONITORING

В останні роки розвиток медичної галузі характеризується активним використанням технологій інтернету речей та телемедицини. Для підвищення якості надання медичних послуг важливо впроваджувати дистанційний моніторинг стану пацієнтів. Однак, у більшості медичних закладів нашої країни такий підхід не застосовується через відсутність потрібного обладнання та програмного забезпечення. Актуальною проблемою є удосконалення методів та засобів для віддаленого контролю фізіологічного стану пацієнтів лікарень.

В роботі запропонована комп'ютерна система для дистанційного моніторингу стану здоров'я людини, структурна схема якої наведена на рис. 1. Для отримання даних про стан пацієнта було використано імпульсний давач серцевого ритму SEN-11574 та сенсор температури тіла MAX30205. Мікроконтролер ESP32 отримує інформацію від давачів, здійснює їх попередню обробку та відображення на OLED дисплеї. Завдяки наявності вбудованих модулів WiFi та Bluetooth, мікроконтролер виконує передачу даних на IoT-сервер для їх зберігання, віддаленого моніторингу та подальшого аналізу.

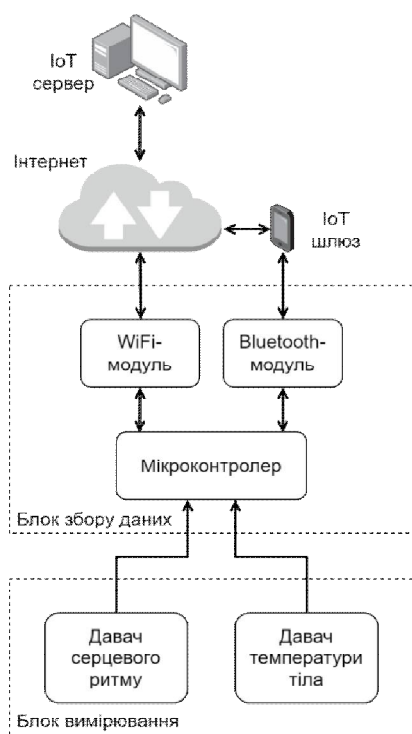


Рисунок 1. Структура системи для дистанційного моніторингу стану здоров'я пацієнтів

Запропонована система може бути ефективним інструментом для працівників медичних закладів, який буде використовуватись з метою діагностики захворювань шляхом моніторингу важливих фізіологічних показників та стану здоров'я пацієнтів віддалено в режимі реального часу.

УДК 004.6

В. Лісовський, А. Зелінський, О. Сороківський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ЗАДАЧ МАШИННОГО АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕННЯ ТА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ

V. Lisovskyi, A. Zeliniskyi, O. Sorokivskyi

ANALYSIS OF MACHINE IMAGE ANALYSIS TASKS AND THEIR MODERN SOLUTIONS

З кожним роком машинний аналіз покриває все більшу кількість сфер та аспектів буденного життя людей. Одним з значних проривів у сфері інформатики стала розробка моделей машинного навчання та штучного інтелекту, які дозволяють автоматизувати велику кількість задач. Комп'ютерне бачення, яке полягає у аналізі візуальної інформації машиною засобами штучного інтелекту, є яскравим прикладом сучасних методів аналізу зображень.

Задачі машинний аналізу зображень поділяються на наступні категорії:

- обробка зображень;
- розпізнавання об'єктів (також відома як класифікація об'єктів);
- сегментація зображень;
- оцінка пози.

Обробка зображень, в порівнянні з іншими, є простішою задачею аналізу, оскільки вона полягає в проведенні статистичного аналізу характеристик зображення, та застосуванні простих алгоритмічних змін на основі отриманої інформації. До цієї категорії належать такі техніки як вирівнювання гістограм тональностей (використовуючи гістограми розподілу зображення), зниження шуму (використовуючи або морфологічні фільтри, або лінійні-нелінійні фільтри, або нейронні мережі), фільтри згладження, фільтри різкості та фільтри виявлення контурів. Методи з категорії обробки зображень переважно використовуються як початковий крок з покращення зображення в підготовці його до більш глибокого машинного аналізу.

Розпізнавання об'єктів – це складна система, яка полягає у зборі сукупності статистичних та візуальних характеристик зображення та їх подальшому аналізі на основі схожості набору характеристик до певних шаблонів (цільових об'єктів). Сучасним методом у розпізнаванні об'єктів є використання глибоких нейронних мереж, що використовують згорткові шари (фільтри). Їх використовують у таких задачах як:

- класифікація зображень, де проводиться огляд зображення в цілому та його класифікація до цільових класів (сучасні підходи до вирішення задачі – архітектури ResNet, EfficientNet, MobileNet, Inception та ін.);
- розпізнавання об'єктів, де проводить аналіз елементів зображення, знаходження окремих складових (цільових об'єктів) та їх класифікація до цільових класів (сучасні підходи до вирішення задачі – архітектури SSD, R-CNN, RetinaNet, YOLO та ін.).

Сегментація зображень полягає у розділенні зображення на полігональні сегменти, кожен з яких представляє собою певний об'єкт, який візуально відрізняється від інших сегментів. До методів, які проводять подібний аналіз зображень, належать пороговий аналіз, кластерний аналіз, контурний аналіз, аналіз гістограм розподілу та використання глибоких нейронних мереж. Сегментація поділяється на три групи задач – семантична (кожен піксель класифікується до цільового класу), об'єктна (instance) (кожен піксель класифікується до цільового класу з розподілом на різні об'єкти) та

комбінована (panoptic) (включає у себе особливості обох груп). До нейронних мереж, що розв'язують першу групу задач, входять U-Net, FCN, SegNet, DeepLab, EfficientDet та інші. До нейронних мереж другої групи входять Mask R-CNN, HTC, ConInst та інші.

Оцінка пози – це задача, направлена на аналіз позиції та положення об'єкта у просторі. Переважно це виконується завдяки розпізнаванню складових (орієнтирів) об'єкта на зображенні, після чого проводиться їх об'єднання у цільовий об'єкт, для якого вираховується агрегована позиція та положення у просторі. До моделей, які вирішують цю проблему, належать OpenPose, MoveNet, PoseNet, AlphaPose та інші.

Отже, великий спектр задач пов'язаних з аналізом зображення сьогодні доволі успішно розв'язуються машиною з використанням глибоких нейронних мереж. Кожна категорія задач має свій широкий набір методів для розв'язку, які мають свої недоліки, проте значно полегшують процес автоматизації виконання задач та знижують постійну потребу у людському нагляді.

Перелік використаної літератури:

1. Yağmur Çiğdem Aktaş. A Comprehensive Guide to Image Processing: Fundamentals, 2021. <https://towardsdatascience.com/image-processing-4391c5bcef78>
2. Neetu Rani. Image Processing Techniques: A Review, 2017. https://www.researchgate.net/publication/345364858_Image_Processing_Techniques_A_Review
3. Salwa Khalid Abdulateef, Mohanad Dawood Salman. A Comprehensive Review of Image Segmentation Techniques, 2021. https://www.researchgate.net/publication/354846947_A_Comprehensive_Review_of_Image_Segmentation_Techniques
4. Rohit Josyula, Sarah Ostadabbas. A Review on Human Pose Estimation, 2021. <https://arxiv.org/abs/2110.06877>

УДК 004.6

А. Зелінський, В. Лісовський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОТОКОВИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ AWS KINESIS

A. Zeliniskyi, V. Lisovskyi

DESIGN OF A CLOUD SOLUTION FOR ANALYSIS OF STREAMING DATA BASED ON AWS KINESIS

У теперішній інформаційний час, щодня генерується більше ніж 1000 петабайт даних починаючи від мобільних пристроїв і закінчуючи розумним холодильником. Велика частка цих даних генеруються неперервним потоком. Потоківі дані - це дані, які постійно генеруються різними джерелами. Такі дані слід обробляти поступово за допомогою методів потокової обробки без доступу до всіх даних. Крім того, слід враховувати, що в даних може статися дрейф концепції, що означає, що властивості потоку можуть змінюватися з часом. Зазвичай потік даних використовується в контексті великих даних, де вони генеруються багатьма різними джерелами з високою швидкістю.

Потік даних також можна пояснити як технологію, яка використовується для доставки вмісту на пристрої через Інтернет, і вона дозволяє користувачам отримати доступ до вмісту негайно, а не чекати, поки його завантажуть. Великі дані змушують багато організацій зосереджуватися на витратах на зберігання, що викликає інтерес до озер даних і потоків даних. Озеро даних відноситься до зберігання великої кількості неструктурованих даних і є корисним через збільшення великих даних, оскільки їх можна зберігати таким чином, щоб фірми могли зануритися в озеро даних і отримати те, що їм потрібно в даний момент. Тоді як потік даних може виконувати аналіз поточкових даних у реальному часі, і він відрізняється від озер даних швидкістю та безперервним характером аналізу без необхідності попереднього зберігання даних [1].

Для обробки великої кількості поточкових даних без розгортання власних серверів використано сервіс Kinesis на хмарній платформі Amazon Web Services.

Amazon Kinesis - хмарний сервіс для обробки великої кількості розподілених потоків даних у режимі реального часу. Сервіс входить в інфраструктуру Amazon Web Services. Дозволяє розробникам витягувати будь-яку кількість даних з будь-якої кількості джерел, збільшуючи або зменшуючи кількість джерел при необхідності. Має деяку схожість по функціоналу з Apache Kafka [2].

До сервісів AWS Kinesis входить:

1. Amazon Kinesis Data Streams
2. Amazon Kinesis Video Streams
3. Amazon Kinesis Data Firehose
4. Amazon Kinesis Data Analytics

Kinesis включає в собі набір сервісів які можна поєднувати між собою та з іншими сервісами утворюючи послідовність опрацювання даних починаючи від

вхідного потоку і закінчуючи озером даних, кінцевим користувачем, структурованим сховищем даних, або все одразу [3] (див. рис 1).



Рисунок 1 - Приклад використання сервісів Kinesis

Отже використовуючи сервіси Amazon Kinesis, можна досягти ефективного опрацювання потоку даних, його масштабованість та стабільність оскільки частину роботи по підтримці на себе бере хмарне рішення.

Перелік використаної літератури:

1. What is streaming data? <https://aws.amazon.com/streaming-data/>
2. Ultimate Guide to Data Streaming with AWS Kinesis. <https://www.udemy.com/course/ultimate-guide-to-data-streaming-with-aws-kinesis>
3. Amazon Kinesis. Easily collect, process, and analyze video and data streams in real time, 2016. <https://aws.amazon.com/kinesis/>

УДК 681.518.3

А.М. Паламар, к.т.н., Ю.А. Гук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

A.M. Palamar, Ph.D, Y.A. Huk

COMPUTER SYSTEM FOR DETERMINING THE VEHICLE TRAFFIC INTENSITY

Впродовж останніх років в нашій державі спостерігається суттєве зростання кількості транспортних засобів в населення. У зв'язку з цим, проблема підвищення ефективності функціонування міських транспортних систем постала надзвичайно гостро. Актуальною задачею є збільшення швидкості пасажирських перевезень та доставки вантажів, зниження собівартості транспортних послуг та підвищення рівня безпеки на дорозі.

Метою роботи є підвищення ефективності системи керування автомобільним трафіком завдяки застосуванню методів визначення інтенсивності дорожнього руху в реальному часі. Для досягнення мети роботи було запропоновано застосувати технологію інтернету речей [1]. Розроблено структуру комп'ютеризованої системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту на перехресті (рис. 1).

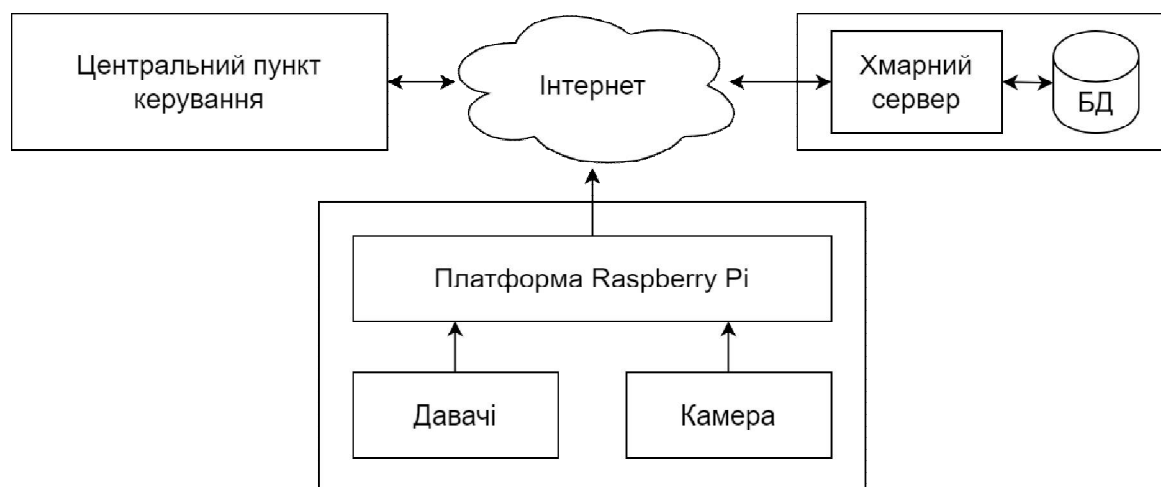


Рисунок 1. Структурна схема системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту

Блок контролера, який розроблений на основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi, отримує дані від датчиків про стан навколишнього середовища та відеокамери, а також здійснює керування світлофорами на перехресті другорядної та головної дороги.

Запропонована система для визначення інтенсивності дорожнього руху на основі інтернету речей дозволяє суттєво розширити технічні та функціональні характеристики системи керування дорожнім рухом міста.

Література

1. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі ІоТ. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 112.

УДК 627.722.6

Д.Р. Колісник, Д.В. Мидлик, І.Ю. Дедів, к.т.н., доцент, Л.Є. Дедів, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАДАЧА ОЦІНЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ У ВІДКРИТОМУ ПРОСТОРИ

D.R. Kolisnyk, D.V. Midlik, I.Yu. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof., L.E. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.

THE PROBLEM OF EVALUATING THE PROPAGATION OF RADIO SIGNALS IN OPEN SPACE

Важливим питанням в області створення нових радіотехнічних засобів обміну даними є врахування степені впливу особливостей та характеристик середовища, в якому відбувається поширення радіосигналів.

Так, поширення радіосигналів в атмосфері характеризується їх ослабленням. Ослаблення випромінювання в атмосфері відбувається не тільки за рахунок поглинання, а й за рахунок розсіювання. Внаслідок оптичної неоднорідності атмосфери на цих неоднорідностях відбувається заломлення, відбиття і дифракція електромагнітних коливань. Якщо розміри зважених в атмосфері частинок малі порівняно з довжиною хвилі коливань, то відбувається молекулярне розсіювання, яке підкоряється закону Релея. Відповідно до цього закону інтенсивність розсіювання випромінювання обернено пропорційна довжині хвилі в четвертому ступені. Молекулярне розсіювання є значним у видимій та інфрачервоній областях спектру. Ослаблення випромінювання внаслідок релеївського розсіювання може у багато разів перевищувати молекулярне поглинання. При розмірах частинок, співмірних з довжиною хвилі випромінювання, спостерігається дифракційне розсіювання. Якщо розміри частинок значно перевищують довжину хвилі, то виникає геометричне розсіювання, яке проявляється переважно в інфрачервоній області спектра оптичного випромінювання. У реальній атмосфері мають місце всі три типи розсіювання, оскільки в ній присутні частинки майже всіх зазначених розмірів.

Радіус дії радіопередавачів в умовах земної атмосфери обмежений характеристиками поширення сигналів по трасі передавання. Зазвичай атмосфера (особливо тропосфера) має локально неоднорідну структуру (пил, теплові коливання її параметрів, забруднення повітря тощо), що призводить до поглинання та розсіювання, тобто до ослаблення випромінювання сигналу при його поширенні. При роботі передавача в атмосфері поле на осі первинного пучка випромінювання на досить великій відстані від передавача практично повністю визначається розсіяною складовою випромінювання. Крім того, наявність неоднорідностей у середовищі викликає значну просторову дифузію енергії в напрямку від осі випромінювання: сигнал поширюється в просторі в міру віддалення від джерела випромінювання. Це призводить до додаткового ослаблення випромінювання на осі променя, що, в свою чергу, спричиняє додаткове зменшення дальності дії радіотехнічних засобів обміну даними.

Таким чином, актуальною є задача розроблення способу врахування параметрів середовища поширення радіосигналів та впливу присутніх в ньому неоднорідностей на зміну параметрів таких сигналів.

Література

1. Немировский М.С. Цифровая передача информации в радиосвязи. — М.: Связь, 1980. — 256 с.
2. Скляр Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. — М.; СПб.; Киев; Вильямс, 2003. — 1100 с.

УДК 627.722.6

С.Р. Пискальний, Б.В. Сарняк, І.Ю. Дедів, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАДАЧА УЩІЛНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

S.R. Pyskalnyi, B.V. Sarniak, I.Yu. Dedyv, Ph.D., Assoc. Prof.

THE PROBLEM OF COMPRESSING NON-STATIONARY SIGNALS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS

В останні роки поряд з інтенсивним розвитком усіх засобів передачі інформації спостерігається стрімке зростання мереж бездротового зв'язку. У системах радіодоступу, як і в усіх системах радіозв'язку, гостро стоїть питання ефективного використання доступних ресурсів, зокрема виділеної смуги частот ΔF , пропускної спроможності мережі, енергетичних, матеріальних та фінансових ресурсів. Всі ці ресурси взаємозалежні і визначаються технічними характеристиками обладнання систем радіодоступу. Найважливішу роль забезпечення ефективності доступних радіоресурсів грають методи їх розподілу між усіма абонентськими станціями, які входять у систему.

Основними способами розподілу радіоресурсу є частотний поділ, часовий поділ, кодовий поділ, просторовий поділ, поляризаційний поділ та поділ, що використовує їх комбінації. Ефективність методів поділу каналів оцінюють кількістю одночасно діючих абонентів та ступенем використання пропускної спроможності. Найпростішими вважаються одноканальні системи, однак більш поширеними є багатоканальні системи, в яких для організації великої кількості підканалів обміну даними застосовуються різні методи стиснення даних, від ефективності роботи яких в значній степені залежить ефективність функціонування усієї системи та її вартість. При цьому виконується стиснення або ущільнення даних від джерел інформації. Оптимальними вважаються алгоритми адаптивного часового та кодового ущільнення. Саме ці методи використовуються в системах безпровідного зв'язку.

Система багатоканальної передачі з ортогональними і лінійно-незалежними сигналами потребують для нормальної роботи тієї чи іншої синхронізації: точного збігу спектра сигналу зі смугою пропускання при частотному розділенні каналів, точного збігу часових інтервалів передачі сигналів окремих каналів при часовому розділенні каналів тощо. За своїми властивостями майже ортогональні сигнали наближаються до білого шуму, тому часто називають шумоподібними: їх кореляційні функції і спектральні щільності потужності близькі до аналогічних характеристик квазібілого шуму. Найбільш поширеним прикладом технічної реалізації майже ортогональних шумоподібних сигналів можуть бути певним чином сформовані псевдовипадкові послідовності дискретних, зокрема, двійкових радіоімпульсів.

В дослідженні розглядається задача аналізу принципів технічної реалізації та ефективності часового ущільнення нестационарних джерел, принципів технічної реалізації та ефективності кодового ущільнення нестационарних джерел а також аналіз ефективності кодового ущільнення нестационарних джерел.

Література

1. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. - М.: Эко-Трендз, 2005. -384 с.
2. Варакин Л.Е., Шинаков Ю.С. CDMA: прошлое, настоящее, будущее. - М.: Международная академия связи, 2003. — 601 с.

УДК 057.087

М.П. Мотелюк, С.Т. Боїло, І.Ю. Дедів, к.т.н., доцент, В.Г. Дозорський, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ОБРОБКИ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ БЕЗПЕКОВИХ СИСТЕМ

M.P. Motelyuk, S.T. Boilo, I.Yu. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof., V.G. Dozorskyi, Ph.D., Assoc. Prof.

METHODS OF PROCESSING SPEECH SIGNALS FOR SECURITY SYSTEMS

Голос і мова людини несуть індивідуальну інформацію через унікальність фізіологічної будови її артикуляторного апарату та специфіки мови. Цей тип сигналів стає сьогодні особливо поширеним при розробці безпекових біометричних систем, що реалізують процедури верифікації та ідентифікації диктора для різних сервісів. Особливість голосової біометрики полягає в тому, що вона допускає віддалену і приховану автентифікацію за допомогою простих і доступних сенсорів, що іноді неможливо або дорого для отримання іншої біометричної інформації. Зручність для користувача, простота, здатність легко інтегруватися з іншими методами - також важливі фактори, що визначають перспективність мовних технологій у біометричних системах як окремо, так і комплексно з іншими методами верифікації/ідентифікації особистості.

Додатки систем верифікації та ідентифікації можуть бути найрізноманітнішими — від систем локальної або віддаленої (телефоном) авторизації особистості, пов'язаної з наданням прав (використовуються при наданні допуску до охоронних об'єктів, або, наприклад, до інформації та фінансових операцій) до юридичних аспектів автентифікації особи у судовій практиці. Надійність верифікації чи ідентифікації, а також вартість реалізації – важливі питання, вирішення яких залежить від конкретної програми та наявних альтернатив. Також, системи автоматичної верифікації диктора за мовним сигналом забезпечують надійність, яка є порівнянна з надійністю прийняття рішення людиною, добре знайомою із голосом диктора, а в деяких ситуаціях перевищують по точності рішення людини (особливо при верифікації телефоном).

В загальному випадку мовленнєва фраза, що є об'єктом аналізу та прийняття рішення при розпізнаванні диктора, може мати фіксований характер (пароль), бути обраною системою за випадковим законом із заданого набору або бути довільною. Також, враховуючи природу та характер утворення мовний сигнал описується складним стохастичним процесом із відповідною морфологією та спектральним складом.

В дослідженнях проводиться розроблення методу виділення обвідної складової мовних сигналів та алгоритмів сегментації його на окремі звуки для часткового випадку розпізнавання мови в області розробки безпечових біометричних систем.

Література

1. Біометрія / М.П. Горошко, С.І. Миклуш, П.Г. Хомюк. – Львів : Вид-во "Камула", 2004. – 236 с.
2. Біометричні технології в XXI столітті та їх використання правоохоронними органами: посібник / В. П. Захаров, В. І. Рудешко; Львів. держ. ун-т внутр. справ. – 2-ге вид., допов. – Львів: ЛьвДУВС, 2015. – 491 с.
3. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов /Пер. с англ.; Под ред. М.В. Назарова, Ю.Н. Прохорова. М.: Радио и связь, 1981
4. Левин К.Е., Никитин О.Р. Моделирование устройств обработки речевых сигналов. Сборник научных трудов «Методы и устройства».

УДК 621.395.7

Б.Є Томс, Г.П. Химич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТОВОЛОКОННИХ ЛІНІЙ У МІСЬКИХ УМОВАХ

Borys Toms, Hryhoriy Khymych

EFFICIENCY OF OPTICAL FIBER LINES IN URBAN CONDITIONS

Враховуючи збільшення інформаційних потоків, швидкості передачі даних, впровадження smart технологій в управління комунікаціями міських процесів, розширення Інтернет мереж з різноманітними функціями (IP-телефонія, IoT додатки, відеоінформація, віртуальні мережі та ін.) та на основі багатьох досліджень можна зробити висновок, що волоконно – оптичні мережі є одними з найбільш перспективними у межах міської зони.

Волоконно-оптичні лінії передач (ВОЛП) володіють рядом переваг перед дротяними (мідними), радіокабельними, радіорелейними системами зв'язку:

- мале загасання сигналу (0,15 dB/км у третьому вікні прозорості) дозволяє передавати інформацію на значно більшу відстань без використання підсилювачів. Підсилювачі у ВОЛП можуть ставитися через 40, 80 і 120 км, залежно від класу кінцевого устаткування;
- висока пропускна здатність оптичного волокна дозволяє передавати інформацію (аудіо-, відео-) на високій швидкості (0,1-1-10) Гбіт/сек, яка є недосяжною для інших систем зв'язку;
- висока надійність оптичного середовища: оптичні волокна не окислюються, не намокають, не чутливі до слабого електромагнітного впливу та зовнішніх наведень. На відміну від кабелів з мідними та алюмінієвими сердечниками (коаксіальних і FTP кабелів) передача сигналу здійснюється за допомогою світлових, а не електричних імпульсів. Це проявляється у виключній дальності передачі світлового імпульсу без спотворення, яке може становити кілька десятків км;
- висока захищеність від міжволоконних впливів - рівень захисту, випромінювання понад 100 dB. Випромінювання в одному волокні абсолютно не впливає на сигнал в сусідньому волокні багатоходової структури;
- низький рівень шумів і завадозахищеність у всьому спектрі;
- відкритість системи для організації додаткових сервісів, в тому числі, телефонної інфраструктури, мережі відеонагляду, охоронних пристроїв;
- пожежо- та вибухобезпечність при вимірюванні фізичних і хімічних параметрів;
- довговічність, якість і безпека з'єднання - несанкціоноване втручання в мережу практично повністю виключено, малі габарити і маса.

Недоліки ВОЛП:

- відносна крихкість оптичного волокна. При сильному вигинанні кабелю (особливо, коли в якості силового елемента використовується склопластиковий пруток) можлива поломка волокон або їх помутніння через виникнення мікротріщин, втрата прозорості волокна з часом, внаслідок старіння та впливу дестабілізуючих факторів, особливо температурних, складність перетворення сигналу (у інтерфейсному устаткуванні);
- відносна висока вартість кінцевого рішення ВОЛС. Проте співвідношення ціни і пропускної спроможності для ВОЛП краще, ніж для інших систем. Це зумовило їх широке вживання у телекомунікаційних мережах різних рівнів — від міжконтинентальних магістралей до корпоративних і домашніх комп'ютерних мереж.

Міжнародний союз електрозв'язку ІТУ-Т затвердив низку рекомендацій серії Y, починаючи з Y.2001, котрі регламентують вимоги до технологій мереж зв'язку.

Концепція побудови мереж зв'язку описана в цих рекомендаціях - NGN (Next Generation Network) – мережа наступного покоління. Відповідно до цієї концепції мережа наступного покоління має використовувати такі технології зв'язку в ВОСП з наступними характеристиками:

- передача з пакетною комутацією, розподіл функцій керування між пропускною здатністю каналу-носія, викликом/сеансом, а також додатками/послугами, розв'язка між наданням послуг транспортування та наданням відкритих інтерфейсів;
- підтримка широкого спектру додатків та механізмів на основі уніфікованих блоків (послуги в реальному часі, в потоковому, автономному режимах, мультимедійні послуги);
- можливості широкосмислової передачі даних з кінця в кінець (наскрізна) з функцією QoS (Quality of Service – якості обслуговування);
- взаємодія з існуючими мережами за допомогою відкритих інтерфейсів;
- універсальна мобільність (можливість користувача постійно отримувати послуги при зміні фізичного місця перебування), необмежений доступ користувачів до різних постачальників послуг, різноманітність схем ідентифікації;
- єдині експлуатаційні характеристики для однієї і тієї ж послуги, зближення послуг між фіксованим і мобільним зв'язком, незалежність пов'язаних з обслуговуванням функцій від основних транспортних технологій;
- підтримка різних технологій «останньої милі»;
- надання абонентам спектра послуг Triple-Play (передача мови, даних і відео)

ВОЛП - це волоконно-оптична система, що складається із пасивних та активних елементів, що призначена для передачі інформації у оптичному (як правило — ближньому інфрачервоному) діапазоні. Структура стандартної оптичної мережі показана на рис.1.

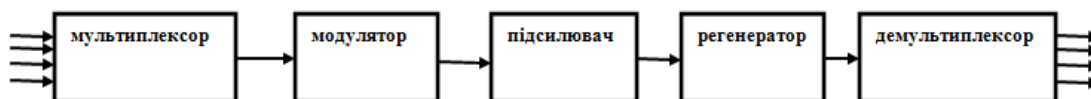


Рисунок 1. Структура стандартної ВОЛП

Практично всі області України впроваджують волоконно-оптичні мережі. В Тернопільській області діє регіональна програма інформатизації „Цифрова Тернопільщина” на 2022-2024 роки. Основні провайдери, які впроваджують та надають послуг (IP-телефонія, телебачення, Інтернет) на основі ВОЛП на Тернопільщині:

- Укртелеком підключає кабельний оптичний Інтернет (FTTx, GPON) та надає послугу по стаціонарній телефонній лінії (xDSL). Швидкість: до 1 Гбіт/сек – для багатоквартирних будинків, до 200 Мбіт/сек – для приватного сектору, до 50 Мбіт/сек – за технологією xDSL;
- Колумбус, ВОЛП - високошвидкісні, побудовані на комутаторах, з'єднаних волоконно-оптичними каналами (0,1 – 10) Гбіт/сек з підключенням абонентів до порту Ethernet (Fast Ethernet). Швидкість порту мережі - від 100Мбіт/сек. При підключенні за технологією PON (Passive optical network) -швидкість до 1 Гбіт/сек;
- Мережа Aljaska є міською цифровою мережею передачі інформації. Спектр рішень в області мережевих технологій: підключення фізичних і юридичних осіб , надання виділеного доступу в мережу Інтернет, надання Wi-Fi доступу в мережу Інтернет, створення локальних мереж і об'єднання віддалених офісів;
- Volia, визначення технічної можливості встановлення ВОЛП, підтримка;
- «БіттерНет», прокладання ВОЛП в регіоні, монтаж обладнання, швидкісної мережі - понад 100Мбіт/сек.

У 2021 році 21 громада (93 населені пункти) подали заявки на прокладку ВОЛП особливо у соціальних закладах (школи, ЦНАПи, інтернати, медзаклади, бібліотеки).

UDC 519.8

A.O. Naida, L.B. Moroz

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

DATAFICATION: THE PROBLEM BENEATH THE SURFACE

Information and communication technology has developed rapidly over the past 20 years. One of the biggest developments has been the emergence of social media. Our use of new technologies has allowed us to ‘datify’ our day-to-day activities in a new way. Datafication is also known as datafy, meaning to collect, analyze and use all types of essential data. An organization that implements datafication is said to be datafied. In contrast to quantification, datafication aims to convert social behavior into numerical data.

In the last few years, datafication has become a buzzword strongly used in the big IT industry. Although the term was coined in 2013, there is not much relevant information about it online. This topic was clearly presented to a huge mass of people in the book called “Big Data” by V. Mayer-Schoenberger and K. Cukier (2013): “Datafication is the transformation of everything into quantified (meta)data, transmitted online through social media and communication platforms, allowing for real-time tracking and predictive analysis” [6; 2].

The spread of mobile technology has greatly affected social services. They provide the means to connect anywhere, even from the devices that are constantly in our hands. All of the digitization in our world today means we have an enormous amount of data available, and data has now become the number one business asset for every modern organization [5]. Roger McNamee, who was an advisor to Mark Zuckerberg early in the company’s life and profited from an early investment in Facebook company said: “The first 50 years of Silicon Valley, the industry made products – hardware, software, sold them to customers, [it was a] nice, simple business. For the last 10 years, the biggest companies in Silicon Valley have been in the business of selling their users.”

To make the kind of business that has the guarantee of being successful by placing an add, one has to have great predictions. Therefore, companies need a lot of data. Datafication is the process of analyzing the data streams using the social media platforms to enable better understanding of their customers. The data can be continuously extracted from human lives for the benefit of particular interests. Considering all the above, we conclude that data is owned by either individuals or by owners of the infrastructure. Those make people publicly share their personal information by promoting usage of their services. For the last decades personal resources have been highly appropriate to post online. Personal information has not been safe ever since. These big companies have created the online world that has become primary for younger generations. The content that we consume is a reflection of our interests that forms our role model. Simple algorithms are now able to predict what will keep you engaged. Social media are not just the tool for communication. The classic saying is “If you’re not paying for the product, then you are the product”. Most people think that Google is just a search box and Facebook is just a place to see what their friends are doing. But what they don’t realize is they are competing for your attention. The idea that is being brought up in a show “The Social Dilemma, 2020” is: If something is a tool, it’s waiting for you to use it patiently. Unlike social media that subconsciously demand you to take some kind of action. It’s how we have moved away from having a tools-based tech environment to an addiction manipulation-based tech environment [3].

People tend to perceive social media as a way to connect people around the world, for that reason to dispel the delusion the documentary “The Social Dilemma” provides a new perspective on social networks. “The Social Dilemma” is an original film created by Netflix, which contains interviews with staff that have previously worked for different social media platforms, such as Google, Facebook, Instagram, etc. These former social media staff

explained how social media use algorithms that contribute towards users becoming addicted to the apps. They also raised the issue that these practices could be unethical due to the negative impact social media can have on people, especially teenagers, both mentally and physically. The documentary is worth watching and it helps you to reflect on your life and your own social media habits [7]. The documentary also examines how social media design nurtures addiction to maximize profit and its ability to manipulate people's views, emotions, and behavior and spread conspiracy theories and disinformation [1].

Every single thing you do online is being tracked and measured carefully. Former President Barack Obama declared that “nobody is listening to your telephone calls” meaning that they don't pay as much attention to the context of your message as they're interested in the by-product that you produce which is the metadata. It is the new type of content that is created for people to move their informal lives onto digital platforms. In fact, those metadata allow for endless tracking.

It's essential to use critical thinking and analyze every piece of information that comes your way in this decade. In order to not be tricked, one should not be predictable in their actions. Thus, to stop the continuous cycle of consuming unnecessary information everyone needs to know that our attention is the product being sold to advertisers. Therefore, datafication is being used to discriminate against others on the basis of race, gender and class in order to privatize data measurements to tell us who we are and what we should do. In simple words, we are no longer choosing the type of content that we consume online, it is being customized.

As mentioned, many young people use the Internet as a coping mechanism, making them a vulnerable group to Internet addiction. The main problem with data management is that it is very vague. Any damage is less visible because only the data controller really knows what is happening with people's information, even children's. We can't say what types of data are being collected on kids; where and by whom; and how it might be used in the short and long term – both for the benefit of children but also considering potential risks [4].

Different forms of resistance – from an ineffective but strategic retreat from certain platforms to a growing awareness of them as data objects – can contribute to creating problems and alternatives to data development. It is not clear whether such resistance could eliminate some aspects of data processing, but it is certainly one of the greatest social problems of our time.

References

1. Contributors to Wikimedia projects. The Social Dilemma - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Social_Dilemma.
2. Datafication. Internet Policy Review. URL: <https://policyreview.info/concepts/datafication> (date of access: 05.12.2022).
3. Documentary Review: Netflix's “The Social Dilemma”. NAOC. URL: <https://natoassociation.ca/documentary-review-netflixs-the-social-dilemma/>.
4. Lomas N. Children are being ‘datafied’ before we’ve understood the risks, report warns. TechCrunch. URL: <https://techcrunch.com/2018/11/09/children-are-being-datafied-before-weve-understood-the-risks-report-warns/> (date of access: 04.12.2022).
5. Marr B. The Top 10 Tech Trends In 2022 Everyone Must Be Ready For Now. Forbes. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/02/21/the-top-10-tech-trends-in-2022-everyone-must-be-ready-for-now/?sh=da7520827df5> (date of access: 02.12.2022).
6. Mayer-Schönberger V., Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. – Houghton Mifflin Harcourt, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013. – 256 p.
7. The Social Dilemma: A Summary - Coolminds. Coolminds. URL: <https://www.coolmindshk.com/en/the-social-dilemma-a-summary/>.

УДК 004.02

О.В. Палка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА РОЗУМНОГО МІСТА

O.V. Palka

MICROSERVICE ARCHITECTURE OF SMART CITY

Останнім часом концепція «Розумних міст» була значно вдосконалена разом із зростанням і розвитком Інтернету речей як нової форми сталого розвитку. Розумні міста покладаються на незалежну та розподілену інфраструктуру, яка включає системи обробки та керування інформацією, різноманітну мережеву інфраструктуру та чутливість, яка включає мільйони джерел інформації. Однак через постійне зростання обсягу даних та кількості підключених IoT-пристроїв, такі проблеми, як високі затримки, бар'єри пропускну здатності, безпека та конфіденційність, а також масштабованість, виникають у результаті поточної побудови мережі розумного міста. Розробка ефективної, безпечної та масштабованої розподіленої архітектури шляхом наближення ресурсів комп'ютера та сховища до кінцевої точки необхідна для подолання обмежень сучасної мережі розумного міста.

Розумні сервіси поставляються в різних формах залежно від населення міста, культури, включаючи рівень обізнаності громадян, географію та розклад. Не кажучи вже про те, що на мікротехнічному рівні вони, як правило, створюють великі набори даних з швидким безперервним виконанням, таким чином, вони входять до категорії великих даних, і тому вони можуть бути джерелом аналітичних даних.

У традиційній практиці розумного міста велика кількість розумних застосунків і широкий спектр розробок дозволяють легко втратити увагу в міському плануванні та розвитку. Більше того, регіональні відмінності в розвитку промисловості та ресурсів заважають загальному виконанню. Величезний масштаб інвестицій, недостатня чіткість бізнес-моделі, суперечливі технічні стандарти та серйозна фрагментація даних та інформації додали труднощів у сприянні синергії в розвитку розумного міста, створюючи виклик міським менеджерам, будівельникам та операторам [1].

У сучасних системах, як правило, централізована архітектура відповідає за пропозицію однієї або кількох послуг для користувача, тоді як необхідні дані виробляються набором пристроїв, розгорнутих у різних місцях. Одним із способів отримати доступ до цих даних зазвичай є хмарні централізовані платформи SOA (Service-Oriented Architecture) [2], які надають API (інтерфейс прикладного програмування) з використанням найпоширеніших протоколів IoT, таких як HTTP і MQTT [3].

На сьогоднішній день централізовані архітектури є успішними сучасними технологіями, але будучи монолітними рішеннями, вони не можуть запропонувати гнучкість, необхідну для ефективної роботи з неоднорідними пристроями. Часто вони складаються з трьох основних частин: інтерфейсу користувача на стороні клієнта, бази даних і серверного додатка. Зміни в системі вимагають створення та розгортання нової версії кожного компонента.

Мікросервісні архітектури народжуються як рішення цієї проблеми. Завдяки реалізації однієї невеликої функції, обмеженої в межах запущеного процесу, незалежні мікросервіси можуть бути розгорнуті окремо в розподіленій системі. Таким чином, зміни програмного забезпечення повинні виконуватися лише на деяких мікросервісах, тоді як інші можуть продовжувати надавати відповідні функції. З тієї ж причини архітектури мікросервісів також є більш стійкими, оскільки загальні проблеми

обмежуються окремими процесами, тоді як у монолітних системах, якщо компонент виходить з ладу, часто все перестає працювати. Проте в розподілених системах з'являються нові джерела відмов [4].

Ще однією перевагою мікросервісних архітектур є те, що вони призначені для розподілених масштабованих систем, тобто кожен мікросервіс – це незалежно запущений процес. Таким чином вони досягають більш ефективного управління ресурсами, створюючи більше екземплярів лише тих мікросервісів, які забезпечують найбільш затребувані функціональні можливості, замість того, щоб беззастережно повторно створювати всі програми [5,6]. Це дуже важливо в програмах розумних міст, орієнтованих на громадян, де кількість користувачів, яка, очевидно, пропорційно пов'язана з робочим навантаженням, відіграє головну роль і може значно відрізнятись. З іншого боку, вони вимагають додаткових зусиль для розподілу системи та належного балансу масштабованості.

З огляду на ці аспекти, щоб подолати раніше обговорювані обмеження централізованих архітектур SOA, приймаємо парадигму мікросервісів для розробки архітектури для додатків IoT і розумних міст.

Мікросервісна архітектура, а саме СМС-IoT, здатна інтегрувати різноманітні пристрої IoT та послуги. У контексті мобільності в розумному місті послуга задовольняє потребу громадянина, який має переїхати з однієї частини міста в іншу або надавати корисну інформацію з цією ж метою. Типовими прикладами є системи громадського транспорту, послуги спільного користування, а також системи моніторингу руху та паркування тощо. Ці послуги складаються з менших об'єктів, які називаються пристроями, які забезпечують лише частину функціональних можливостей сервісу та мають конкретне місце розташування в місті. Прикладами останніх є автобусні зупинки, паркінги, станції спільного користування та інші. СМС-IoT надає базові послуги, які можуть бути незалежно розгорнутими та слабо пов'язаними. Кожен мікросервіс працює у своєму власному процесі, взаємодіє з полегшеними механізмами [4], такими як API ресурсу HTTP [7], і керує важливими операціями. СМС-IoT є розгалужувачем і розширює СМС.

Література

1. 5G smart cities whitepaper. [Electronic resource] – 2020. – Access mode: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-cn-tmt-empowering-smart-cities-with-5g-white-paper-en-200702.pdf>.
2. Sensing as a Service Model for Smart Cities Supported by Internet of Things. [Electronic resource] – 2014. – Access mode: <https://arxiv.org/pdf/1307.8198.pdf>.
3. IoT Middleware: A Survey on Issues and Enabling Technologies. [Electronic resource] – 2016. – Access mode: <https://userweb.cs.txstate.edu/~hn12/papers/IOTSurvey.pdf>.
4. Building Microservices. [Electronic resource] – 2021. – Access mode: <https://www.oreilly.com/library/view/building-microservices-2nd/9781492034018/>.
5. Microservices: How To Make Your Application Scale. [Electronic resource] – 2017. – Access mode: <https://hal.inria.fr/hal-01636132/file/microservices-make-application.pdf>.
6. Designing a Smart City Internet of Things Platform with Microservice Architecture. [Electronic resource] – 2015. – Access mode: <https://core.ac.uk/download/pdf/76527530.pdf>.
7. Microservices. [Electronic resource] – 2014. – Access mode: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>.

УДК 004.02

О.В. Палка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ИНТЕГРОВАНА АРХИТЕКТУРА РОЗУМНОГО МІСТА З БЛОКЧЕЙНОМ ТА ІОТ

O.V. Palka

INTEGRATED SMART CITY ARCHITECTURE WITH BLOCKCHAIN AND IOT

Для досягнення ефективності у мережі IoT, Kim та ін. [1] ввели концепцію довірчого управління, яка широко поширена у всьому світі. Вони вважали, що інфраструктура для підтвердження автентичності та авторизації IoT буде централізована та поширена по всьому світу. Пропонується гібридна архітектура мережі розумного міста зі стратегіями блокчейну та стратегіями програмно-визначеної мережі (SDN) для подолання обмежень поточної інфраструктури мережі розумного міста.

Як складне завдання для запам'ятовування хешування паролів та інших програм, Argon2 був обраний переможцем конкурсу хешування паролів у липні 2015 року [2]. Biryukov та інші запропонували схему пам'яті на основі доведення роботи з використанням хеш-дерева Меркла над серією хеш-систем Argon2, адже він містить параметри шифрування диска та посилення для криптовалютних програм. Для тих самих членів схема доведення роботи створює дерево Меркла, а псевдовипадковим чином вибирає набір листів на основі хеш-корінь дерева як доказ обчислення.

У запропонованій моделі мережа розумного міста розділена на дві окремі групи – основну мережу та мережеву мережу – за допомогою процесу блокчейн. Основна мережа складається з вузлів з високим підрахунком і наскрізними ресурсами, тоді як граничний вузол має обмежену ємність зберігання та обчислювальну потужність. Вузли майнера відповідатимуть за будівельні блоки та перевірку підтвердження продуктивності. Кожен вузол живиться від контролера SDN, щоб досягти максимальної швидкості та безпеки, зменшити витрати на управління обладнанням та відчутти простоту розгортання в інфраструктурі розумної міської мережі. Тут використовуються можливості безпеки моделі FS-Open Security SDN [3]. У запропонованій інфраструктурі кожен крайовий вузол діє як центральний сервер для певної загальнодоступної інфраструктури для надання основних послуг та локальної реалізації. Підтримує політику доступу та гарантує для своїх зареєстрованих організацій у сховищі та допомагає зменшити затримки та зменшити пропускну здатність мережі. Розподілений статус запропонованої моделі може зробити усю систему здатною витримати і обмежити вплив атаки в будь-який момент компромісу вузла. Іншими словами, якщо вузол на краю пошкоджений, отриманий ефект слід обмежити локальною зоною.

Література

1. Taxonomic Modeling of Security Threats in Software Defined Networking. [Electronic resource] – 2016. – Access mode: <https://www.blackhat.com/docs/us-15/materials/us-15-Hizver-Taxonomic-Modeling-Of-Security-Threats-In-Software-Defined-Networking.pdf>.
2. Egalitarian Computing. [Electronic resource] – 2016. – Access mode: https://www.usenix.org/system/files/conference/usenixsecurity16/sec16_paper_biryukov.pdf.
3. Blockchain based Hybrid Network Architecture for the Smart City. [Electronic resource] – 2018. – Access mode: <https://iranarze.ir/wp-content/uploads/2018/09/E9290-IranArze.pdf>.

УДК 621.396.946

І. Гунчак, Г. Химич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ З СУПУТНИКОВИМИ СИСТЕМАМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ДРОНІВ

Ivan Hunchak, Hryhoriy Khymych

RESEARCH ON THE METHOD OF RADIO-ELECTRONIC COMBAT WITH SATELLITE TELECOMMUNICATION SYSTEMS OF DRONES

«Якщо розпочнеться третя світова чи інша війна, то переможцем буде той, хто зможе краще діяти та поводитися з електромагнітним спектром». Адмірал Т. Морер. 1972 р., колишній голова об'єднаного комітету начальників штабів США.

Дане твердження знайшло свою правоту та відображення у військових конфліктах та війнах, особливо ХХІ століття, а саме: збройний конфлікт у Республіці Македонія, 2001 рік, конфлікт у Південній Сербії (2000—2001) роки, війна в Іраку, 2003 рік під назвою «Свобода Іраку», війна в Афганістані, (2001 – 2021) роки, російсько – грузинська війна, 2008 рік, війна в Сирії, (2015-2019) роки, збройні конфлікти між Ізраїлем та Палестиною, (2014 – 2022) роки, російсько - українська війна, (2014 – 2022) роки.

Пріоритетними стали надвисокочастотні та цифрові технології, роботроніка, штучний інтелект. Це дає можливість створювати безпілотні системи наземного, водного та повітряного базування, які є задіяними у різних аспектах бойових, розвідувальних діях, системах радіоелектронної боротьби та протидії, системах зв'язку, передачі даних, радіолокації, тощо.

Один із надактуальних напрямів ведення військових дій – використання дронів, які виконують радіомоніторинг, радіо- та оптичну розвідки, радіоподавлення систем зв'язку і передачі даних, проведення кібератак на інфраструктуру, знищення техніки та живої сили, дистанційне зондування великих територій противника з висоти понад (10 – 20)км.

Враховуючи статистичні дані з попередніх війн, військових конфліктів та війну з росією в Україні, можна констатувати, що боротьба з дронами (їхня нейтралізація) є теж надважливим аспектом. Розвиток і удосконалення технологій створення дронів та систем радіоелектронної боротьби і подавлення безпілотних систем відбувається паралельними шляхами.

У даній статті розглядається один із методів виявлення та подавлення каналів керування та навігації супутникових систем управління дронами.

Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS) представлена основними складовими, табл.1.

	GPS	GLONASS	Galileo	Beidou
Розробник	США	Росія	ЄС	Китай
Висота	20180 км	19130 км	23222 км	21150
Кількість супутників	24	24	24+6 зап.	28
Частотні діапазони, ГГц	1.563-1.587	1.593-1.610	1.559-1.592	1.561-1.589
	1.215-1.239	1.237-1.254	1.164-1.215	1.207-1.268
	1.164-1.189	1.189-1.214	1.260-1.300	
Точність локалізації	0.3-5 м	2-4 м	0.01-1 м	0.1-3.6 м

Один із варіантів надання послуг з керування дронами через супутникову телекомунікаційну систему SATCOM для каналів передачі даних BLOS для БПЛА (безпілотний літаючий апарат, дрон), приведено в табл.2.

SATCOM дозволяє видавати команди, управляти та мати зв'язок з БПЛА. BLOS, забезпечує максимальну можливу дальність покриття. Випадок BLOS для розширення зони керування для БПЛА показаний на рис. 1. SATCOM є надзвичайно мобільним, з високою надійністю і стійкістю до завад, високою швидкістю передачі даних. Ці функції є корисними для БПЛА з відеозв'язком або датчиками зображення для критично важливих завдань. Супутники на низькій навколоземній орбіті (LEO), що працюють на висоті 2000 км, і супутники на геостационарній навколоземній орбіті (GEO), що працюють на висоті 35 000 км, є двома популярними технологіями SATCOM, які використовуються для БПЛА

Компанії, що надають послуги BLOS SATCOM для БПЛА, таблиця 2.

Компанія	InmarSAT	InmarSAT	Iridium	Globalstar	SpaceX
Продукт	BGAN	GX	Iridium NEXT	Globalstar	SpaceX
Орбіта	GEO	GEO	LEO	LEO	LEO
К-сть супутників	3	3	66	24	4000
Діапазон	L	Ka	L	S i L	Ku
Затримка даних	800 мс	600 мс	40 мс	40 мс	150 мс
Пропускна здатність на супутник	800 Мбіт/с	12 Гбіт/с	невідомо	невідомо	50 Гбіт/с
Загальна пропускна здатність	2.4 Гбіт/с	36 Гбіт/с	невідомо	невідомо	200 Тбіт/с
Швидкість передачі даних на користувача	492 кбіт/с	5 Мбіт/с	128 кбіт/с	7.2 кбіт/с	Невідомо
Дата початку роботи	2012	2015	2017	2013	2020

Огляд за горизонтом розширює функціональність БПЛА в програмному режимі.

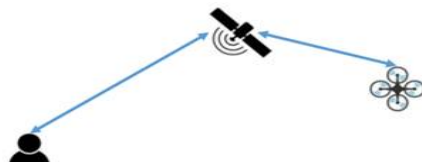


Fig. . An illustration of BLOS provided through the Satellite

Метод виявлення, аналізу та подавлення супутникових каналів керування та навігації БПЛА є досить складним та потребує за діяння додаткових систем, які повинні працювати синхронно з системою подавлення. Метод повинен: виявляти канали зв'язку БПЛА з його наземною станцією для управління, канали навігації, лінії зв'язку UAS з іншим повітряним судном або супутником, що впливає на його польотні характеристики, сигнали зв'язку UAS (з будь-яким джерелом), які впливають на SAA / навігацію / корисне навантаження / шляхові точки.

Структурно даний метод можна реалізувати згідно, рис.2.

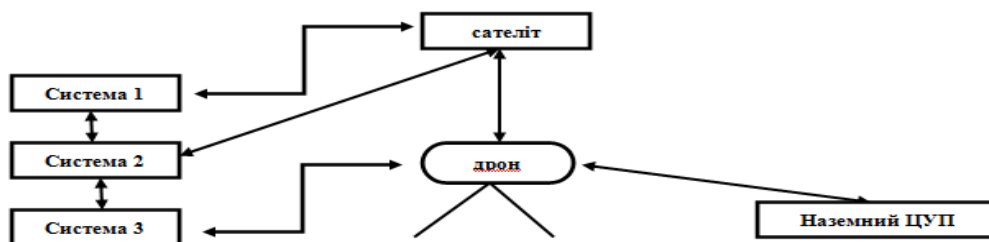


Рисунок 2. Структура комплексу боротьби з БПЛА, які керуються через супутникові канали зв'язку та навігації.

УДК 623.746.-519: 004.89.

А.В. Атаманчук, І.Ю. Дедів, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БПЛА З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

A.V. Atamanchuk, I.Y. Dediv, Ph.D

METHOD OF DETECTION AND IDENTIFICATION UAV WITH USING A NEURAL NETWORK

На сьогоднішній день, в умовах жорстоких воєнних дій, які відбуваються на території України, важливим є виявлення та знищення ворожих безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які використовують для ведення повітряної розвідки — як тактичної, так і стратегічної, для коригування вогневих ударів по наземних цілях, як ударні та дрони-камікадзе. Жодна держава не готова протистояти спланованим атакам БПЛА. Традиційні види озброєння ППО розраховані на великі і віддалені цілі, в той час як сучасні безпілотники складаються з нано-, мікро- і міні-апаратів, що літають на малих висотах. Тому, розробка методів виявлення та ідентифікації БПЛА є актуальним завданням.

Для виявлення БПЛА в сучасних умовах застосовують ряд методів: оптичний, радіолокаційний, радіочастотний, інфрачервоний, лідар та акустичний. Порівняльний аналіз використання цих методів представлено в таблиці 1. Як видно з аналізу, кожен з методів має, як позитивні сторони, так і недоліки. Зокрема, при використанні оптичного методу, камери іноді можуть не ідентифікувати присутність БПЛА, оскільки, вони можуть бути дуже малих розмірів та можуть маскуватись в навколишньому середовищі, радари також важко відбивають сигнали від малої цілі, а автономні дрони можуть обходити радіовиявлення. Також, більшість методів відрізняються високою вартістю обладнання, яке використовується для виявлення та ідентифікації БПЛА та умовою наявності прямої видимості безпілотника.

Табл. 1. Порівняльний аналіз методів виявлення БПЛА

Принцип роботи датчика	Максимальна дальність, м	Фактори які впливають на якість роботи	Особливості функціонування	Робота в режимі радіомовчання
Акустичний	100-1000	Шум зовнішнього середовища	-	Так
Оптичний	500-600	Освітлення, погодні умови (туман, опади)	Потрібна наявність прямої видимості	Так
Інфрачервоний	500-600	Погодні умови (туман, опади)	Потрібна наявність прямої видимості	Так
Лідар	1000	Погодні умови (туман, опади)	Потрібна наявність прямої видимості	Ні
Радіолокаційний	>2000	Розмір БПЛА (ефективна площа розсіювання)	Потрібна наявність прямої видимості	Ні
Радіочастотний	2000	Потужність випромінювання передавача на БПЛА	БПЛА який керується дистанційно, можливо виявити до зльоту	Так

Сумарний спектр акустичного випромінювання тактичного БПЛА при використанні акустичного методу обумовлений гармонійними і широкосмуговими складовими. Він включає в себе гармонійні складові випромінювання двигуна, шуму обертів гвинта, випромінювання механічної природи, а також високочастотну і низькочастотну складові шуму двигуна з безперервними по частоті спектрами.

Тому, запропонований метод, структура, якого представлена на рис. 1, передбачає обробку звукових сигналів з навколишнього середовища, що дає

можливість виявлення та ідентифікації БПЛА за шумами, які виникають під час його роботи та ідентифікація його, за відповідними параметрами сигналів, які змінюються, залежно від типу безпілотної літальної апаратури.

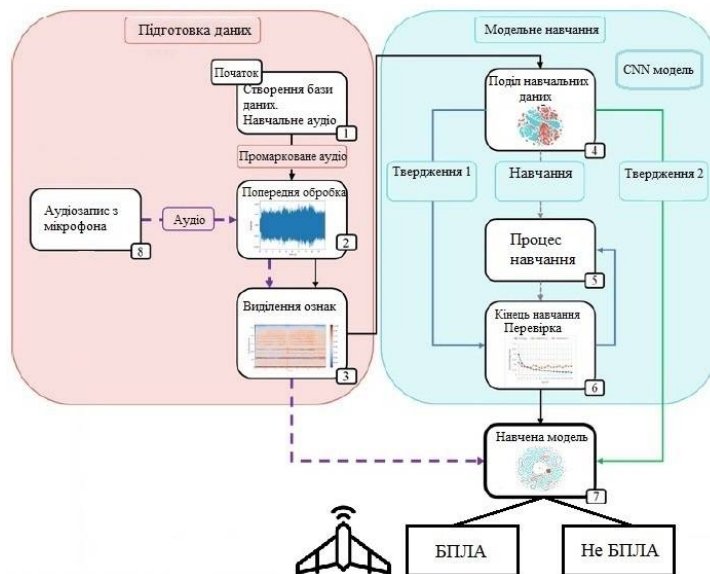


Рисунок 1. Структура методу виявлення та ідентифікації БПЛА
Відповідно до структури, метод передбачає застосування таких етапів:

1. Створення бази даних:
 - пошук звукових сигналів: безпілотних літальних апаратів, інших звукових сигналів зовнішнього середовища, які можуть викликати помилкове спрацювання;
 - маркування сигналів на 2 класи: БПЛА, не БПЛА.
2. На вхід системи надходить звуковий сигнал, який підлягає попередній обробці, що включає такі етапи:
 - перетворення звукового сигналу на двоканальний;
 - застосування передискретизації сигналу до частоти 44,1 кГц;
 - стандартизація тривалості сигналу до фіксованої тривалості - 4 секунди.
3. На наступному етапі проводиться виділення ознак:
 - звук перетворюється на спектрограму, що складається з 257 відліків частоти, за допомогою короточасного перетворення Фур'є (STFT) із розміром вікна 25 мс та перекриттям вікна Ганна 10 мс.
 - спектрограма перетворюється на Mel-спектрограму з 64 ділянками.
4. Mel-спектрограми передаються, як окремі вхідні дані попередньо навченим моделям CNN (згортоква нейронна мережа).
5. Моделі CNN створюють вектор ознак для кожної Mel-спектрограми.
6. Навчена модель підтверджує гіпотезу, щодо того, чи являється вхідний звуковий сигнал з класу БПЛА чи не БПЛА.

В основі представленого методу лежить опрацювання звукових сигналів, які виникають в процесі роботи двигуна та інших складових БПЛА. Метод не потребує прямої видимості безпілотної літальної апаратури для його виявлення. Також, використання нейронної мережі, дає можливість автоматизувати процес виявлення та ідентифікації БПЛА та підвищити достовірність отриманих результатів.

Література:

1. Casabianca P., Zhang Y. Acoustic-Based UAV Detection. Loughborough University 2021.- 54с

УДК 621.39

В.Л.Дунець, к.т.н., Н.І.Шилівський, О.Ю.Щирба, Д.О.Гуменюк, Т.В.Чирський
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ

V.L. Dunets, Ph.D, N.I. Shylivskyy, O.Yu. Shchyrba

METHOD OF ASSESSING THE INTERRUPTION PROTECTION OF A COMMUNICATION CHANNEL

Задача визначення рівня завадозахищеності каналу зв'язку при передачі радіосигналів з різними типами модуляцій є актуальною, оскільки завади та завмирання сигналів чинять негативний вплив на показник якості передачі радіосигналів та спричиняють до появи помилок в приймальному сигналі.

Для визначення рівня завадозахищеності каналу зв'язку розроблено алгоритм, який зображено на рис.1.

При визначенні рівня завадозахищеності запропоновано оцінювати показники у вигляді відношення вихідного сигнал/шум (ВСШ) від середньоквадратичного відхилення вхідного білого гаусового шуму, залежності середньоквадратичного відхилення демодульованого шум від ВСШ та залежності вхідного ВСШ від вихідного.

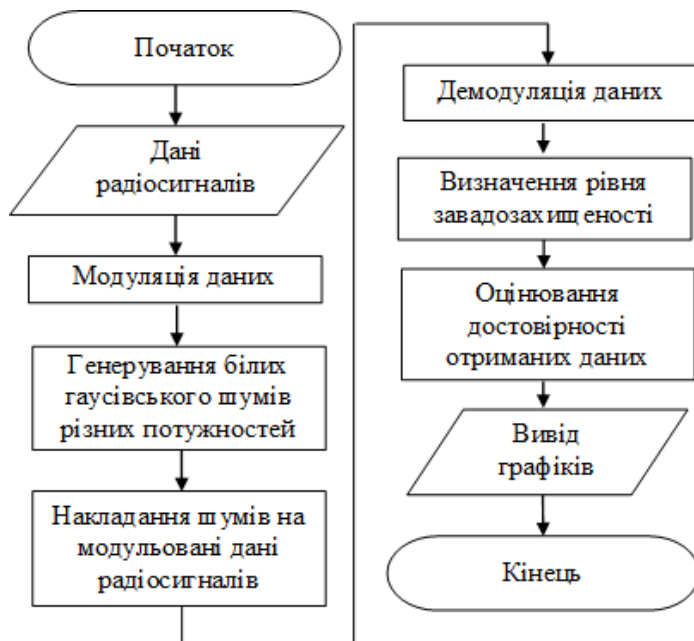


Рис.1. Алгоритм оцінювання завадозахищеності каналу зв'язку при різних модуляціях

Для оцінювання достовірності даних радіосигналу після процесу їх демодуляції застосовано критерій Неймана-Пірсона згідно виразу [1]:

$$p_D = 1 - \Phi\left(h / \sqrt{\frac{2E}{N}} - \sqrt{\frac{2E}{N}}\right), \quad (1)$$

де p_F - ймовірність помилки:

$$p_F = 1 - \Phi\left(h / \sqrt{\frac{2E}{N}}\right), \quad (2)$$

Φ - інтеграл ймовірності:

$$\Phi(U) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^U e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \quad (3)$$

h – поріг прийняття рішення;

E – енергія корисного радіосигналу;

N – потужність завади,

Формули (1) і (2) відображають те, що ймовірність помилки p_F , достовірність отриманих демодульованих даних радіосигналу p_D , визначаються відношенням порогу прийняття рішення h і піковою величиною ВСШ, яка рівна $\sqrt{2E/N}$.

Література

1. Deepali Kamble, S.A.Manjare. MIMO Signal Detection Using Neyman Pearson Signal Detection. International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering. Vol. 3, Issue 2, February 2015. P.151-156. DOI 10.17148/IJIREICE.2015.3232

УДК 004.4

В.В. Никитюк, к.т.н., О.Ф. Дозорська, к.т.н., А.К. Карнаухов

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТЕНТИФІКОВАНОГО ВХОДУ КОРИСТУВАЧІВ

Nykytyuk V.V. Ph.D, Dozorskyi V.G. Ph.D, Assoc, Karnaukhov A.K.

MATHEMATICAL MODELING OF LANGUAGE SIGNALS FOR THE PROBLEM OF AUTHENTICATED USER LOGIN

Актуальною сьогодні в області ІТ технологій є реалізація способів перевірки відповідності наданих прав доступу та користування інформацією, що полягає в ідентифікації та аутентифікації користувачів. Оскільки процедура ідентифікації користувача є важливим етапом процесу аутентифікації, що полягає в перевірці часткових складових інформації, то основною є задача перевірки користувачів на основі використання певних-часткових ідентифікаторів (маркерів), для підтвердження прав доступу та користування відповідною інформацією. На даний момент існує велика кількість добре відлагоджених методів ідентифікації користувача, які полягають в використанні таких опосередкованих маркерів, як паролі (ключі), спец носії для розблокування, або ідентифікатор, який є безпосередньою частиною користувача.

Усім цим способам притаманні як переваги так і недоліки, бо з великою долею імовірнісних факторів впливають багато різних завад та перешкод ідентифікувати користувача.

Метод ідентифікації за мовним сигналом є найпростішим із розглянутих, попри те, що не вимагає дорогих технічних засобів для проведення ідентифікації та відрізняється високою достовірністю самої ідентифікації та дає можливість позначити певні маркери. Так, для відбору мовного сигналу може бути використаний комп'ютерний мікрофон, гарнітура та багато різних девайсів, а обробка проводиться безпосередньо середовищем, для доступу до якого і проводиться ідентифікація користувача. Однак, враховуючи високі динамічні параметри голосу та широкий частотний склад, різні методи такої ідентифікації дають різні значення достовірності результату.

Враховуючи засади системно-сигнальної концепції, алгоритми функціонування системи ідентифікації за сигналом визначаються методами опрацювання таких сигналів, а ці методи визначатимуться математичною моделлю мовних сигналів, яка повинна враховувати природу цих сигналів та реалізовувати методи опрацювання, які давали б можливість отримання нових в області ідентифікації користувачів інформативних ознак таких сигналів. В роботі розглядається математичне моделювання мовних сигналів, зокрема обґрунтування їхньої математичної моделі та розроблення методу та алгоритму опрацювання для достовірної ідентифікації користувачів.

Ідентифікація за мовним сигналом – це технологія, яка використовує голос людини (мовний сигнал) для ідентифікації та підтвердження її особистості. Цей тип біометричного рішення дуже ефективний і швидкий при обробці мовних шаблонів.

Математична модель мовних сигналів повинна враховувати природу їхнього утворення та відкривати нові можливості в області ідентифікації користувачів шляхом застосування нових методів опрацювання мовних сигналів і отримання із них нових інформативних ознак. Тому проаналізувавши спочатку особливості утворення мовних сигналів та сформулювали вимоги до математичної моделі таких сигналів.

УДК 616.1:796:519.218

С.В.Уніят, М.О.Хвостівський, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АКТУАЛЬНІСТЬ ОБРОБКИ ПУЛЬСОВИХ СИГНАЛІВ ПРИ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ У КАРДІОДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

S.V.Uniiat, M.O.Khvostivskyu, Ph.D, Assoc. Prof

RELEVANCE OF PULSE SIGNALS PROCESSING DURING PHYSICAL EXERCISES IN CARDIOVASCULAR DIAGNOSTIC SYSTEMS

Від 10 до 25% випадків раптової смерті населення пов'язані з фізичним навантаженням, що робить цю проблему важливою не тільки для спортсменів, а й для населення в цілому [1,2]. У спортивній медицині для запобігання раптової смертності (РС) при фізичних навантаженнях застосовують скринінгові обстеження, в яких для діагностування функціонального стану (серцево-судинної системи) ССС застосовують функціональні проби у вигляді дозованого фізичного навантаження.

Дослідження змін у структурі пульсового сигналу (ПС) при фізичних навантаженнях є універсальним методом контролю і регулювання інтенсивності фізичних навантажень та слугує для виявлення прихованих патологій ССС, які є причинами РС.

У медичній практиці для реєстрації та обробки ПС при фізичному навантаженні застосовують кардіодіагностичні системи (КС) («Кардіолаб» ХАІ Медика, Україна; «Полі-спектр-ТМ» Нейро-софт, Росія; «Easy ECG Stress» Ates medica deice S.R.L., Італія; «Cortex MetaLyzer» Cortex, Німеччина; «EN-Stair» Enraf-nonius, Голландія; «Schiller» Schiller AG, Швейцарія; «E-Bike» General electric, США, та інші).

У медичній практиці для реєстрації та обробки ПС при фізичному навантаженні застосовують кардіодіагностичні системи, які побудовано за схемою «біооб'єкт-математичне забезпечення (модель, метод обробки ПС)-алгоритмічно-програмне забезпечення-результат діагностування стану ССС». Ефективність роботи програмного забезпечення для автоматизованого діагностування стану ССС за ПС у складі КС залежить від виду математичної моделі та методів обробки ПС, які забезпечують виділення діагностичних ознак у структурі сигналу як показника стану ССС при фізичному навантаженні.

В КС математичне забезпечення реалізовано на математичних моделях (детерміновані, стохастичні) та методах обробки ПС (морфологічний, спектральний, спектрально-кореляційний, Вейвлет-перетворення, компонентний, синфазний).

Проте існуюче математичне забезпечення не забезпечує опис ПС як стохастичного коливання у часі із змінним періодом, що є суттєвим при дослідженні структури сигналу при виявленні комплексу змін у функціонуванні ССС при фізичному навантаженні.

Література

1. Полянська О.С. Ризик раптової смерті у спортсменів: електрокардіографічні критерії. Український журнал медицини, біології та спорту. 2018. Т.3, №1. С. 231-234.
2. Price DE, McWilliams A, Asif IM, Martin A, Elliott SD, Dulin M, Drezner JA. Electrocardiography-inclusive screening strategies for detection of cardiovascular abnormalities in high school athletes. Heart Rhythm. 2014 Mar; 11 (3): 442-9. PMID: 24315964. doi: 10.1016/j.hrthm.2013.12.002

УДК 629.05

Ю.Б. Капаціла, к.т.н., доцент, С.Р. Дідур

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Y. Kapatsila, Ph. D., S. Didur

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE METHODS FOR MOBILE ROBOTS TRAJECTORY PLANNING

Розвиток автоматизації та поглиблені дослідження в технології автономної навігації сприяли збільшенню використання мобільних роботів у широкому діапазоні промислових застосувань.

Одним із найважливіших процесів в автономній навігації є планування траєкторії руху мобільних роботів. Планування траєкторії передбачає визначення можливого шляху для мобільного робота від початкової точки до місця призначення в певному середовищі з урахуванням таких параметрів оптимізації, як довжина шляху, час і плавність траєкторії. В загальному випадку планування траєкторії поділяється на два типи, а саме глобальне та локальне планування. В глобальному плануванні автономному роботу потрібна інформація про оточення, початкове та кінцеве розташування та розташування перешкод (усі вони працюють в відомому середовищі). Навпаки, така інформація невідома (частково відоме та невідоме середовище) в локальному плануванні траєкторії.

Проблема фактичного планування шляхів, які є водночас обчислюваними та оптимальними, є досить складною проблемою. Найпростіший підхід до проблеми пошуку шляху для мобільного робота між робочими позиціями полягає у формуванні графа зв'язності, де кожен вузол представляє робочу позицію, а кожна ланка пов'язана з нею заздалегідь визначеним шляхом відповідної довжини. Тоді знайти шлях між робочими позиціями можна або за допомогою пошуку найкоротшого шляху, або за допомогою пошуку в таблиці попередньо обчислених найкращих шляхів з усіх можливих вихідних точок до всіх можливих точок призначення. Однак цей метод має суттєві обмеження – немає можливостей для початку або завершення в точці, яка не входить до переліку робочих позицій. Крім того, зміна цього переліку потребує багато часу, а також не має змісту у випадку, коли початкова та кінцева точки довільні, тобто заздалегідь невідомі. Цей метод використовувався з деяким успіхом в середовищах, де від роботів вимагається лише кілька багаторазове повторення маршруту, причому ймовірність зміни траєкторії дуже низька.

В ході досліджень [1] було запропоновано підхід, в основі якого лежить використання графа вершин, між якими можливий рух по прямій лінії. По суті, це таблиця вузлів (вершин), які є «видимими» (до них можна переміщуватися по прямій лінії) з кожного вузла. Цей метод має декілька недоліків. Кожного разу, коли вказуються точки джерела та призначення, граф має бути доповнений новими вузлами та новими зв'язками. Таким чином, отриманий граф не тільки має велику кількість зв'язків, але і встановлення цих зв'язків є доволі складним.

Інший підхід, який використовується останнім часом, полягає в розділенні вільного простору на опуклі багатокутники. Ідея використання опуклих форм така: будь-які дві точки опуклої форми можна з'єднати прямою лінією, не залишаючи фігури. Якщо можна знайти опуклі форми, які являють собою зони, вільні від перешкод, тоді робот може переміщуватися між двома точками в цій області, не стикаючись з перешкодами. Проходження шляху залежить від обходу графа зв'язності, створеного представленням

вільних опуклих багатокутників як вузлів. Вузли, що відповідають багатокутникам зі спільними ребрами, з'єднуються дугами. Проблема з методикою, яка розбиває простір на ділянки, що не перекриваються, полягає в тому, що вона не в змозі повністю використати опуклість і, отже, пропускає деякі прямі лінії. Це природний наслідок того факту, в областях, які не перекриваються дійсно пропускається значна кількість опуклих областей. Крім того, шляхи динамічно не переналаштовуються на оптимальні.

Цей ефект особливо виражений, якщо є відносно великі вільні території. Однак існує однозначна відповідність між точками джерела та призначення у вільному просторі та вузлами графа, і, таким чином, метод успішно обходить високі обчислювальні витрати за рахунок оптимальності. Р. Брукс [2] запропонував метод, який, поєднує в собі переваги обох попередніх. Замість визначення кутів видимих об'єктів, його метод виділяє вільні ділянки у вигляді узагальнених конусів. Він також розглядає робота як прямокутну область кінцевого розміру. Більшість попередніх методів зменшували робота до певної точки та збільшували розмір перешкод, яких слід уникати. В дослідження Брукса робот завжди прямує вздовж осі вільних конусів і успішно уникає перешкод. Однак оптимальність втрачається, оскільки хоча конуси перекриваються, опуклість не використовується повністю.

Д. Куан та інші [4] далі вдосконалили метод Брукса, використовуючи змішане представлення вільного простору. Вони використовувала конуси для зображення вузьких просторів і опуклі багатокутники, що не перекривалися, для більших вільних областей. Хоча цей метод добре працює в складних середовищах, недоліки, пов'язані з неперекриттям областей, все ще залишаються. Крім того, ця методика не зменшує складність графа і не використовує впорядковану орієнтацію перешкод.

На основі результатів проведених досліджень пропонується методика планування шляху, яка використовує додаткові переваги концепції опуклості, ідентифікуючи всі найбільші прямокутні вільні області. Щоб досягти оптимальності, не зменшуючи ефективності обчислень, створюється граф із вузлами, що відповідають кожній такій опуклій області. Опуклі форми, що перетинаються, зображуються як суміжні вузли. Тоді планування шляху зводиться до пошуку маршруту від вихідного вузла до кінцевого вузла через граф і вибору найкращого можливого шляху.

Щоб підвищити ефективність обчислень і забезпечити ґрунтовну базу даних, вибираються перешкоди, а також вільні області прямокутної форми. Перешкоди збільшуються в розмірі, і робот зменшується до точки, щоб спростити планування шляху без зіткнень, як у [3]. Крім того, метод динамічного розподілу витрат дозволяє швидко встановити оптимальний шлях.

Перевагою запропонованого методу є те, що він дозволяє виділити майже прямолінійний шлях, якщо він існує.

Література

1. М.Б. Игнатъев, Ф.М. Кулаков, А.М. Покровский. Алгоритмы управления роботами-манипуляторами. Л.: Машиностроение. 1977. 248 с.
2. R. A. Brooks, «Solving the Find-Path Problem by Good Representation of Free Space». IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-13, pp. 190-197. March. 1983.
3. T. Lozano-Perez, M. A. Wesley, «An Algorithm for Planning Collision-Free Paths Among Obstacles». Communications of A CM, Vol. 22, pp. 560-570, October, 1979.
4. D. T. Kuan, J. C. Zamiska and R. A. Brooks, «Natural Decomposition of Free space for Path Planning», IEEE Conference on Robotics and Automation, St. Louis., MO, March 1985.
5. H. Jahanshahi and N. N. Sari, «Robot path planning algorithms: a review of theory and experiment.» 2018.

УДК 004.9

Н.А. Гарматюк, П.О. Скалецький, В.О. Дуда

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ХМАРНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПЛАТФОРМИ ТА MICROSOFT AZURE

N.A. Harmatiuk, P.O. Skaletskyi, V.O. Duda

CLOUD COMPUTING PLATFORMS AND MICROSOFT AZURE

На даний час Amazon Web Services займає провідні позиції на ринку хмарних інформаційно-технологічних платформ. Водночас Microsoft Azure пропонує ряд ноу-хау щодо програмування резервного копіювання даних, підтримки IoT-пристроїв для установ та організацій різних розмірів. Платформа надає різноманітні функціональні набори, які перевершують інші хмарні інформаційно-технологічні платформи, для налаштування, контролю та створення різнотипових давачів, можливості PaaS, сумісність мереж, безпека і гібридні рішення для безперебійного підключення до хмари.

Azure спочатку був призначений як платформа SaaS для формування служб продуктів Microsoft, але швидко перетворився на постачальника послуг. Він надає інноваційні функціональні можливості для постійної перевірки інформації та видобування знань на основі методів штучного інтелекту. Хмара за зразком Amazon [1] дозволяє розгортання, швидке створення, легку та ефективну підтримку застосунків та масштабування будь-яких інструментів для розробки застосунків, фреймворків чи обраної мови програмування. Вона керує застосунками в глобальній мережі центрів обробки даних Microsoft [2] та пропонується як хмарна інформаційно-технологічна платформа, яка дозволяє розробляти та запускати застосунки, зберігати дані на серверах, розміщених у центрах обробки даних корпорації.

Усі ці центри взаємопов'язані та формують всесвітню інфраструктуру Azure. Azure функціонує на основі розгортання віддаленої віртуальної машини для кожного екземпляра служби чи програми. Користувач може контролювати обчислювальні потужності та затребувані засоби зберігання даних. В процесі завершення виконання поставлених завдань початкова кількість спожитих ресурсів може бути зменшена. Це дозволяє користувачам заощаджувати фінансові витрати завдяки динамічному зменшенню використаних хмарних обчислювальних ресурсів та засобів. Хмарна інформаційно-технологічна платформа надає всі можливі типи хмарних послуг, зокрема інфраструктури як послуги (IaaS), платформи як послуги (PaaS) та програмного забезпечення як послуги (SaaS). При цьому користувачам пропонується перелік з понад шестисот послуг [3]. Також підтримується обширний перелік інструментів, які допомагають розробникам програмного забезпечення, базам даних і операційним системам. Впродовж останнього періоду часу попит на послуги Azure зростає експоненційно [4]

Література

1. Hassan, Mehedi, et al. "Cloud Computing Services and Microsoft Azure. Why Microsoft Azure?." Available at SSRN 4103377.
2. Di Martino, Beniamino, et al. "Semantic representation of cloud services: a case study for microsoft windows azure." 2014 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems. IEEE, 2014.
3. Hassan, Mehedi, et al. "Microsoft Azure's Leading Edge in Cloud Computing Services." IUP Journal of Computer Sciences 16.2 (2022).
4. Hassan, Mehedi, et al. "Microsoft Azure's Leading Edge in Cloud Computing Services." IUP Journal of Computer Sciences 16.2 (2022).

УДК 004.9

Н.В. Лісовий¹, А.Р. Ставицька², А.В. Гіжовський³

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

² Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

³ Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

ХМАРНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ

N.V. Lisovyi, A.R. Stavytska, A.V. Hizhovskiy
CLOUD INFORMATION TECHNOLOGY PLATFORMS FOR ANALYTICAL DATA
PROCESSING

Зі стрімким розвитком інформаційних та комунікаційних технологій сучасний бізнес та підприємництво стають все більш керованими даними. Тому зростає потреба підтримки бізнесових та управлінських рішень сучасними методами аналітичного опрацювання даних. На даний час опубліковано обширний перелік результатів наукових досліджень щодо інформаційно-технологічних платформ аналізу даних у різноманітних господарських та виробничих секторах. Однак ключові характеристики, загальні висновки та рекомендації щодо використання цих платформ розсосереджені по різних дослідженнях [1]. В процесі наукових розвідок встановлено, що на даний ще не опубліковано інформації щодо спроб систематично агрегувати та синтезувати особливості використання та характеристики загальнодоступних хмарних інформаційно-технологічних платформ аналітичного опрацювання даних. Адже дослідження засобів аналітичного опрацювання даних у бізнесових та виробничих секторах є популярною темою наукових досліджень впродовж останнього періоду часу.

Щоб ефективно зрозуміти хмарні платформи аналітичного опрацювання даних, важливо знати, які функціональні набори підтримуються, які інформаційні технології прийняті до використання, які інформаційно-технологічні шаблони архітектури застосовувалися та з якими перешкодами зіткнулися користувачі та дослідники в процесі їх експлуатації [2]. Розробники хмарних інформаційно-технологічних платформ стикаються з багатьма складнощами під час реалізації функцій та надання послуг в галузі аналітичного опрацювання даних. Окрім того, користувачі хмарних інформаційно-технологічних платформ при використанні інструментів аналітичного опрацювання даних стикаються з багатьма складнощами під час використання систем такого класу. Для цього доцільно провести поглиблений систематичний огляд літератури, який потрібно чітко зосередити на доменах хмарних інформаційно-технологічних платформ, зацікавлених сторонах, цілях, запроваджених та реалізованих інформаційних технологіях, властивостях даних і перешкодах щодо їх системного застосування. Виявлені особливості та складнощі використання хмарних аналітичних засобів допоможуть охарактеризувати різні інформаційно-технологічні платформи та прокладуть шлях для проведення подальших досліджень.

Література

1. Krisnawijaya, Ngakan Nyoman Kutha, et al. "Data analytics platforms for agricultural systems: A systematic literature review." *Computers and Electronics in Agriculture* 195 (2022): 106813.

2. . Varshney, Manasvi, Bharat Bhushan, and A. K. M. Haque. "Big Data Analytics and Data Mining for Healthcare Informatics (HCI)." *Multimedia Technologies in the Internet of Things Environment*, Volume 3. Springer, Singapore, 2022. 167-195.

УДК 004.9

П.О. Скалецький, Н.А. Гарматюк, В.О. Дуда

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПЕРЕНОСЕННЯ ДАНИХ УСТАНОВ ТА ОРГАНІЗАЦІЙ З ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ

P.O. Skaletskyi, N.A. Harmatiuk, V.O. Duda

INSTITUTIONS AND ORGANIZATIONS DATA TRANSFER FROM LOCAL SYSTEMS TO CLOUD COMPUTING PLATFORMS

Розвиток інформаційних та комунікаційних технологій супроводжується експоненційним зростанням обсягів накопичуваних даних. Зростаючі потреби до обчислювальних ресурсів і сховищ даних інноваційних інформаційно-технологічних середовищ досить швидко можуть перевищувати наявні потужності локальних обчислювальних систем. На даний час сховища даних зберігають персональні дані громадян, електронні медичні записи, різнотипові зображення та сигнали, відео, геномні панелі, відомості створені громадянами з використанням мобільних застосунків, інформацію зібрану з використанням домашніх та носимих пристроїв, інтернету речей (IoT) [1]. Сховища даних інтегрують дані з соціальних мереж та загальнодоступні набори даних, зокрема різнотипову інформацію про населення, навколишнє середовище, транспортний трафік тощо. Зростаючі вимоги до обчислювальних потужностей для виконання прогресивних аналітичних засобів доволі легко перевантажують доступні локальні обчислювальні ресурси малих та великих установ та організацій. Значна частина установ та організацій аналізують та вивчають можливості перенесення обчислювальних систем із локальних, локально керованих середовищ у публічні хмари. Тому проблемна область перенесення накопичених колекцій даних з локальних сховищ до хмарної інфраструктури є актуальним напрямком сучасних досліджень.

Автори наукових публікацій [2], [3] підкреслюють переваги хмарних інфраструктур, але на даний час важче знайти опубліковані узагальнені вказівки щодо переходу від локальної до хмарної обчислювальної інфраструктури. Постачальники публічних хмарних послуг пропонують обширний перелік інноваційних інформаційних технологій, що швидко розвиваються. Для системного застосовування в умовах установ чи організацій, питання перенесення сховищ даних доцільно розглядати в контексті переходу до будь-якого постачальника загальнодоступних хмарних послуг, водночас зосереджуючись на забезпеченні обчислювальної масштабованості.

Переміщення складних наборів та колекцій даних, обчислювальних алгоритмів та методів, програмних засобів, які підтримують широкий спектр послуг установ та організацій, у будь-яке інноваційне хмарне обчислювальне середовище є складною багатофакторною задачею. Відмінності в функціональних можливостях та структурі між локальною та хмарною інфраструктурами створюють унікальні набори можливостей та формують несподівані виклики. Найростіша модель «підйому та зміни», передбачає копіювання локального апаратного та програмного забезпечення безпосередньо на доступні хмарні віртуальні машини. Вона може бути зручною для невеликих установ чи організацій. При цьому не варто нехтування здатністю хмарної інфраструктури миттєво надавати, змінювати або звільняти ресурси для зберігання даних, виконання обчислень та формування мережевої інфраструктури або надавати інноваційні інформаційно-технологічні послуги за допомогою простих змін програмних інтерфейсів застосунків (API). Це розширює можливості для економії коштів та формування нових послуг що надаються громадянам. Недостатнє опрацювання особливостей інтеграції нових хмарних продуктів в існуючу хмарну інфраструктуру або недостатнє вивчення питань нарахування оплати за користування, може призвести

до необґрунтованих витрат ресурсів та виникнення неочікуваних фінансових витрат, непередбачених безпекових загроз, конфліктів із безпековими елементами керування, політиками надання послуг чи розмежування доступу, процедурами тощо.

Ряд складнощів не є унікальними для хмарних інформаційно-технологічних платформ, але посилюються гіпердинамічними технічними досягненнями на ринку загальнодоступних хмарних послуг. Враховуючи постійне розширення можливостей хмарних інформаційно-технологічних платформ, групи персоналу установ та організацій, відповідальні за впровадження хмарної інфраструктури, повинні формувати процеси та політики, які враховують стан поточної інформаційно-технологічної архітектури та технічні можливості її редизайну. Водночас повинна підтримуватись велике, складне та активно використовуване хмарне операційне середовище.

Група авторів [4] опублікували інформацію щодо обширного переліку категорій складнощів що виникають при міграції накопичених колекцій даних установ та організацій з локальних сховищ до хмарної інфраструктури. Зокрема, це складнощі інтеграції з корпоративними мережами, невідповідність продуктивності між вихідним і хмарним середовищами, управління послугами та кластерними обчисленнями, великі накладні витрати на зберігання, особливості застосування хмарних аналітичних засобів, розуміння публічних наборів даних тощо. При цьому виокремлюють непередбачувані складнощі через обмеження застарілих інформаційних систем, мережевих, обчислювальних і сховищевих архітектур, які забезпечують не достатню обчислювальну продуктивність. Водночас відзначаються економічні переваги в умовах використання інноваційних хмарних платформ, складних перевірок та протоколів безпеки при обмеженості досвіду хмарного консультування. Хмарна інформаційно-технологічна архітектура та інфраструктура надає установам та організаціям можливості, які раніше були недоступні, але численні складнощі можуть перешкодити реалізації всіх переваг хмарних середовищ. Швидкі зміни в можливостях хмарних служб та сервісів можуть призводити до швидкого застарівання існуючих інформаційно-технологічних архітектур та пов'язаних з ними інституційних політик. Не чітко сформовані на даний час точки взаємодії з локальними мережами та інформаційними системами можуть спричинити непередбачувані труднощі.

Ефективне управління використовуваними ресурсами та оперативне спостереження за витратами мають вирішальне значення для швидкого запровадження хмарних інновацій. Перенесення даних установ та організацій з локальних систем до хмарних обчислювальних платформ дозволить розширити функціональні можливості та запровадити інновації, які були б неможливі у локальному обчислювальному середовищі.

Література

1. Champion Jr, Thomas R., et al. "Understanding enterprise data warehouses to support clinical and translational research." *Journal of the American Medical Informatics Association* 27.9 (2020): 1352-1358.
2. Dobbins, Nicholas J., et al. "Leaf: an open-source, model-agnostic, data-driven web application for cohort discovery and translational biomedical research." *Journal of the American Medical Informatics Association* 27.1 (2020): 109-118.
3. Chen, Min, Xuan Tan, and Rema Padman. "Social determinants of health in electronic health records and their impact on analysis and risk prediction: a systematic review." *Journal of the American Medical Informatics Association* 27.11 (2020): 1764-1773.
4. Kahn, Michael G., et al. "Migrating a research data warehouse to a public cloud: challenges and opportunities." *Journal of the American Medical Informatics Association* 29.4 (2022): 592-600.

УДК. 621.316.7

Р. Новчук, Р. Трач, Р. Трембач, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗБОРУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

R. Novchuk, R. Trach, R. Trembach, Ph.D., Assoc. Prof

AUTOMATED DISTRIBUTED INFORMATION COLLECTION SYSTEM

На території промислових підприємств утворюються побутові, поверхневі та виробничі стічні води. Основними домішками цих вод є тверді частинки (пісок, стружка, пил, сажа), нафтопродукти (масло та бензин), органічні та мінеральні добрива. Виробничі стічні води утворюються в результаті використання води в технологічних процесах і після очистки попадають в водний басейн.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій сфера екології не залишилась осторонь і все більше інформаційних систем знаходить своє застосування в цій галузі. Вони створюються з метою підвищення оперативності збору інформації, економії коштів та полегшення умов праці обслуговуючого персоналу.

Розроблена інформаційна система контролю поверхнево-активних речовин дозволяє визначати, вести аналіз і накопичення значень концентрації цих речовин в стічних водах підприємства, де система буде впроваджена.

Візуалізація системи збору інформації зображена на загальній структурі (рис.1) системи з показами концентрації по кожному пристрою збору даних. В формі пристроїв реалізовано процедуру натискання лівої кнопки миші, після чого в правому нижньому кутку з'являється опис, звідки прийшли данні, а також концентрація на цьому пристрої.

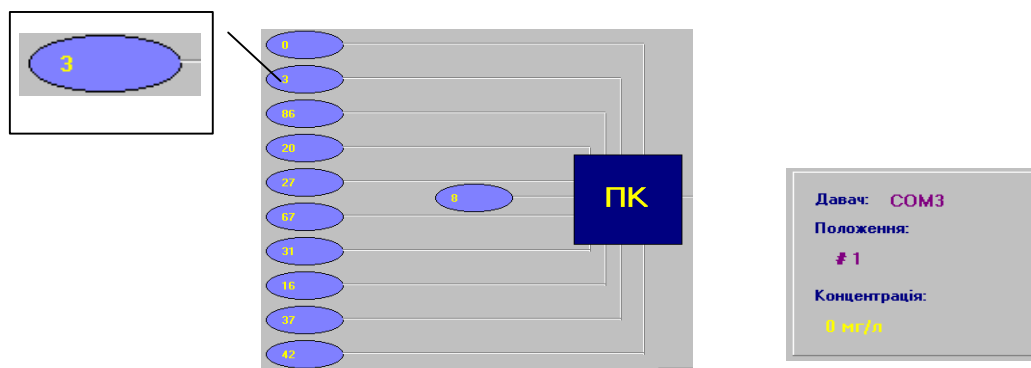


Рисунок 1. – Сторінка “Структура давачів”

Література

1. Малько О. Г., Дранчук М. М. Методологічний підхід щодо якісного і кількісного контролю середовища та речовин по зміні міжфазного натягу. Н.т. журнал Методи та прилади контролю якості, №8, 2002. С.30 - 34. Режим доступу-
<http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/599/4/2206p.pdf>.

УДК 519.2:612.179

Г.І. Франчевська, М.О. Хвостівський к.т.н., доцент, В.Г. Дозорський к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ ПЛОДУ НА ФОНІ ЗАВАД

H. Franchevska, M. Khvostivsky Ph.D., Assoc. Prof, V. Dozorskyu Ph.D., Assoc. Prof
APPLYING AN ADAPTIVE FILTRATION FOR THE FETAL
ELECRTCARDIOSIGNAL SELECTION ON THE OBSTRUCTION
BACKGROUND

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, в Україні щороку народжується від 5 до 5,5 тис. дітей із вадами серця, причому близько 30% з них перебувають у критичному стані [1].

Метод діагностики серця плоду зобов'язаний бути безпечним та неінвазивним для повторних застосувань, щоб ніяким чином не впливав на здоров'я як матері, так і її майбутньої дитини.

В порівнянні з електрокардіосигналом плоду, електрокардіосигнал матері має набагато більшу амплітуду за величиною [2]. Зважаючи на те, що материнський компонент переважає в отриманому фетальному сигналі, виникає необхідність застосувати фільтр, що використовує рандомізовані коефіцієнти. Якщо в сигналі присутні додаткові широкосмугові перешкоди, для її усунення потрібно додати некорельований гаусівський шум.

На рис.1 зображено алгоритм виділення фетального електрокардіосигналу.

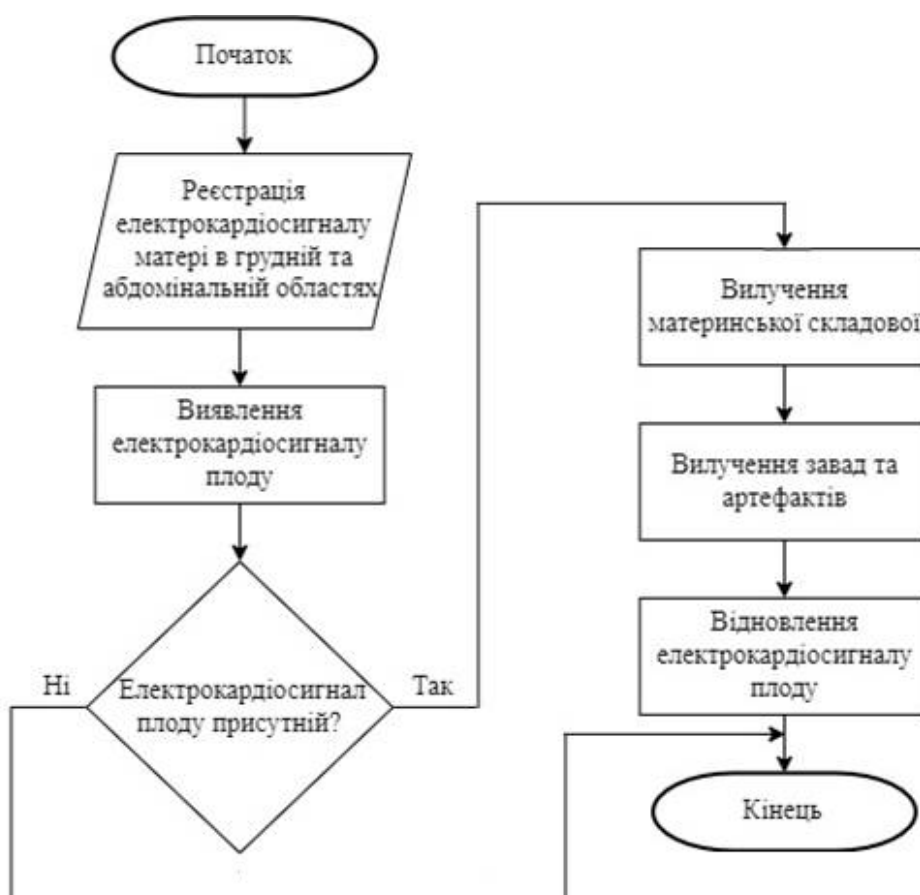


Рисунок 1. Алгоритм виділення фетального електрокардіосигналу

Оскільки в фетальному електрокардіосигналі вже присутні два сигнали, включно з різними шумовими артефактами, тому для виділення електрокардіосигналу плоду використано адаптивну фільтрацію. Перший – електрокардіосигнал плоду, з доданим до нього материнським електрокардіосигналом, а другий – опорний сигнал, який необхідно скасувати для отримання електрокардіосигналу плоду [3]. Структуру адаптивної фільтрації для виділення електрокардіосигналу плоду та видалення материнського серцебиття у суміші сигналів наведено на рис.2.

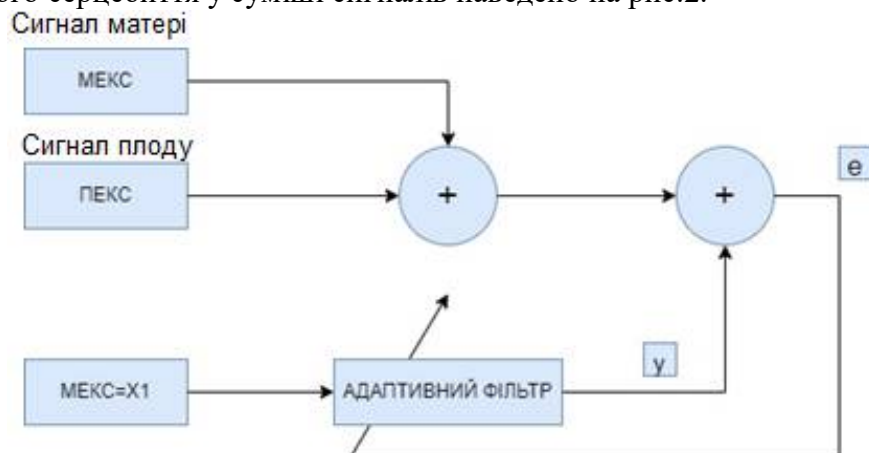


Рисунок 2. Структура адаптивної фільтрації при виділенні сигналу плоду

На рис.3 наведено результат виділення електрокардіосигналу плоду при використанні адаптивної фільтрації.

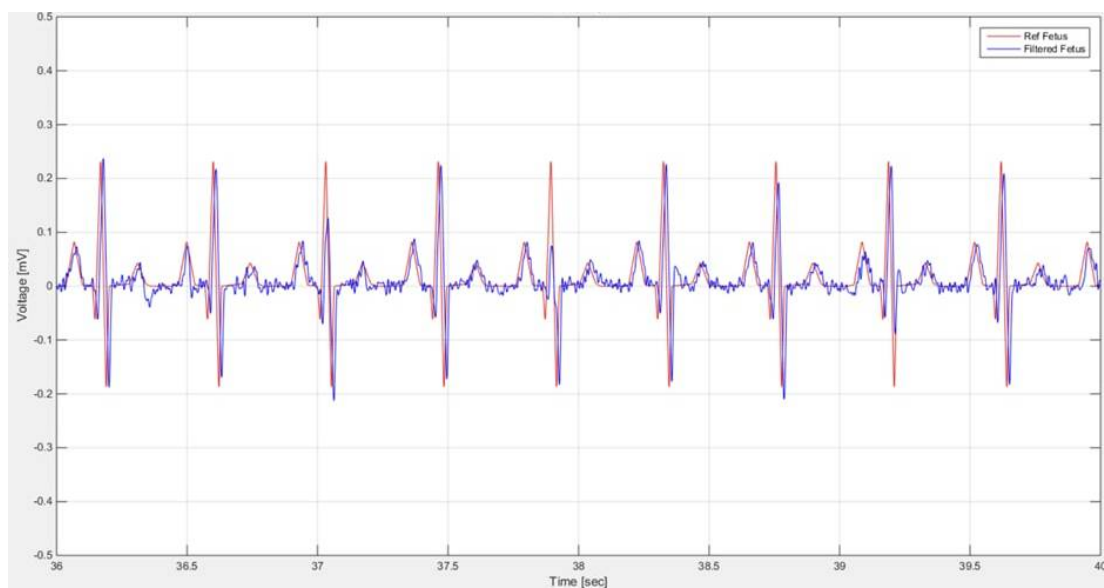


Рисунок 3. Відфільтрований електрокардіосигнал плоду

Література

1. R. Sameni, «Extraction of Fetal Cardiac Signals from an Array of Maternal Abdominal Recordings», Ph.D. dissertation, Sharif University of Technology–Institut National Polytechnique de Grenoble, July 2008.
2. L. Biel, O. Pettersson, L. Philipson, and P. Wide. "Ecg analysis: an approach in human identification," IEEE Trans. Instrum. Meas., 50(3):808–812 2008.
3. P. S. Hamilton and W. J. Tompkins. "Quantitative investigation of qrs detection rules using the mit/bih arrhythmia database," Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, BME–33(12):1157–1165, 2004

УДК 004.416.2

І. Слюз, Р. Жаровський, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

I. Slyuz, R. Zharovskyi, Ph.D.

COMPUTER INFORMATION SYSTEM TESTING EFFICIENCY CRITERIA

Під тестуванням розуміють процес виконання функцій інформаційної системи на кінцевій множині вхідних даних X , отримання відгуку Y та його порівняння з еталонною множиною вихідних значень Y_{em} з метою виявлення помилок і дефектів в ІС.

Пара (x, y_{em}) , $x \in X, y_{em} \in Y_{em}$ називається тестовим випадком (тест-кейс), а всі тестові випадки, згруповані за певною ознакою, іменуються тестовим комплектом. Рішення про наявність помилки у функціонуванні КІС приймається або при розбіжності результатів на одному з тестових випадків, або якщо відрізняються закони розподілу вихідних даних.

В обох випадках вважається, що тестування пройшло успішно, оскільки виявлено як мінімум одну помилку.

Було помічено, що у міру виявлення найбільш серйозних помилок і недоліків, ефективність низьковитратних методів падає разом з кількістю помилок, що виявляються. Тому всі методи тестування в межах своїх задач мають більшу ефективність в порівнянні з іншими. Можна виділити вимоги до ідеального критерію тестування: достатній, повний, надійний, легко перевіряється.

При цьому існують такі класи критеріїв:

1. Структурні критерії, що використовують модель програми у вигляді «білої скриньки», що передбачає знання вихідного тексту програми чи специфікації програми як потокового графа управління. До них відносяться: тестування команд (критерій С0); тестування гілок (критерій С1); тестування шляхів (критерій С2).

2. Функціональні критерії, що використовують модель «чорної скриньки», що передбачає формулювання в описі вимог до програмного виробу та забезпечення контролю ступеня виконання вимог замовника у програмному продукті. До них відносяться: тестування пунктів специфікації; тестування класів вхідних даних; тестування правил; тестування класів вихідних даних; тестування функцій; комбіновані критерії для програм та специфікацій.

3. Критерії стохастичного тестування, які формулюються в термінах перевірки наявності заданих властивостей у програми, що тестується, коли набір детермінованих тестів (X, Y) має величезну потужність. Критерії стохастичного тестування: статистичні методи закінчення тестування - стохастичні методи прийняття рішень про збіг гіпотез про розподіл випадкових величин; Метод оцінки швидкості виявлення помилок - заснований на моделі швидкості виявлення помилок, згідно з якою тестування припиняється, якщо оцінений інтервал часу між поточною помилкою та наступною занадто великий для фази тестування програми.

4. Мутаційні критерії, орієнтовані на перевірку властивостей програмного виробу на основі підходу Монте-Карло, що дозволяє на основі дрібних помилок оцінити загальну кількість помилок, що залишилися у програмі.

Для розробки тестів слід вибирати методи, які охоплюють різні критерії і дозволяють забезпечити повноту результатів тестування компонентів комп'ютерної інформаційної системи

UDC 004.9

Y.I. Rudakevych, L.B. Moroz

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

VIRTUAL REALITY: A BRIEF OVERVIEW

In just a few decades technologies have advanced rapidly. Drawings, sculpting, storytelling and even films are some of the different ways that people have tried to recreate reality. In the last few years, researches have allowed creating a technological and psychological phenomenon which is called a virtual reality (VR).

Virtual reality is a simulated 3D environment that enables users to explore and interact with a virtual surrounding in a way that approximates reality, as it is perceived through the users' senses. The environment is created with computer hardware and software, although users might also need to wear devices such as helmets or goggles to interact with the environment.

There are three main categories of virtual reality: augmented reality, extended reality, and mixed reality.

With augmented reality, virtual simulations are overlaid onto real-world environments in order to enhance or augment those environments. For example, a furniture retailer might provide an app that enables users to point their phones at a room and visualize what a new chair or table might look like in that setting.

Mixed reality blends the physical and virtual worlds into a single space. Like augmented reality, however, it is more often considered a separate but related field. In fact, there's been a growing consensus to group virtual reality, augmented reality and mixed reality under the umbrella term "extended reality", which provides a handy way to reference all three, while still distinguishing among them [3].

Although, some may be familiar with the term by gaming, virtual reality is used in a lot of areas. There are many uses of virtual reality for healthcare practitioners, researchers and patients. Imagine using virtual reality to help patients with disorders such as anxiety or anorexia. It would be invaluable in medical school to help students learn how to deal with situations that may arise when they become doctors (empathy training, for example). Virtual reality is already in use for surgical training [4].

Virtual reality is already a valuable tool in simulations for combat, confrontations and the like. It can replace expensive and sometimes dangerous real-life exercises. Simulators use sophisticated computer models to replicate a vehicle's capabilities and limitations within a stationary -- and safe -- computer station. The ability to change scenarios makes it attractive for all branches of the military and the defense industry [2].

An essential branch of virtual reality usage is astronauts' trainings. Johnson Space Center's VR Lab doggedly worked on ways to better train astronauts for one of the most dangerous excursions of their lives. The crux of NASA's expansive Virtual Reality laboratory is to train astronauts in the aspect of spacewalking. Spacewalking is a maneuver in which the astronaut leaves the environment of a spaceship and ventures out into space to perform a required action, such a replacing a faulty module on the spacecraft. Virtual reality has matured and developed into a mission-critical training tool. NASA has pushed a number of different technologies to their limits to pull it off [1].

In conclusion, it is obvious that establishment of virtual reality technology was a significant progress in providing realistic sensory engagement and shows promise for business use in a number of industries. As advanced VR equipment becomes more affordable, it's going to reach more and more people. Virtual reality is going to completely change the way we see our world and we will even be able to control reality for our own benefits.

Although, it still has far to go before realizing its vision of a totally immersive environment that enables users to engage multiple sensations in a way that approximates reality.

References

1. NASA shows the world its 20-year virtual reality experiment to train astronauts: The inside story. URL: <https://www.techrepublic.com/article/nasa-shows-the-world-its-20-year-vr-experiment-to-train-astronauts/> (access date: 04.12.2022)
2. Virtual reality used to train Soldiers in new training simulator. URL: <https://www.army.mil/article/84453/> (access date: 03.12.2022)
3. What is virtual reality. URL: <https://www.techtarjet.com/whatis/definition/virtual-reality> (access date: 01.12.2022)
4. What Is Virtual Reality: Definitions, Devices, and Examples. URL: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/> (access date: 01.12.2022)

УДК 681.518.3

Р.В. Ясінський, Г.М. Осухівська, к.т.н, доцент, А.М. Паламар, к.т.н, Д.В. Величко
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

R.V. Yasynskiy, H.M. Osukhivska, Ph.D., Assoc. Prof., A.M. Palamar, Ph.D., D.V. Velychko
**COMPUTER SYSTEM FOR GREENHOUSE MICROCLIMATE PARAMETERS
CONTROL BASED ON INTERNET OF THINGS**

Для розвитку сільського господарства з'являється все більше технологій. Це особливо помітно в рослинництві, яке ведеться з використанням теплиць. Для цієї сфери розробляються нові системи моніторингу процесу вирощування та дозрівання урожаю, обладнання для його збору, зберігання і пакування [1].

Сучасні теплиці характеризуються використанням значних енергетичних ресурсів, які застосовуються для підтримки відповідної технології процесу вирощування овочевих культур. Високі ціни на енергоресурси (електричну енергію, природний газ) формують умови для створення спеціальних систем, які здатні мінімізувати енерговитрати. Існуючі системи використовують найпростіші алгоритми управління, які не здатні забезпечити високий рівень ресурсо- та енергоефективності.

Нововведенням в цій сфері є впровадження концепції «розумних теплиць», яка спрямована на підвищення врожайності, забезпечення високого рівня екологічності виробництва і зменшення кількості затрачених ресурсів. Актуальною задачею є зниження вартості таких систем та підвищення зручності їх використання для того, щоб вони могли бути доступні не лише для промислового виробництва аграрної продукції, але і для приватних домогосподарств.

Метою роботи є проектування системи для контролю параметрів мікроклімату теплиць для підвищення ефективності їх функціонування. Для досягнення мети запропоновано застосувати технології інтернету речей [2].

В наш час рівень розвитку сфери Інтернету речей дає змогу розробляти автоматизовані системи, які можуть бути доступні усім користувачам. Вони є ефективнішими, гнучкішими та економічно вигіднішими в порівнянні з системами, які базуються на принципах ручного керування.

Використовуючи технології Інтернету речей було створено прототип автоматизованої системи, яка здатна керувати параметрами мікроклімату теплиці. Це дозволить забезпечити якісніший догляд за рослинами, що забезпечить підвищення урожайності. Витрати ресурсів будуть знижуватись, оскільки автоматизована система дасть змогу вчасно спрогнозувати потребу в залученні додаткових ресурсів.

Література

1. Заєць Н. А., Дудник А. О., Якименко І. Ю. Експериментально-статистичне дослідження теплиці як об'єкта керування з метою підвищення ресурсоефективності виробництва. Енергетика і автоматика. 2017. № 4. С. 200–211.

2. Романов Д.В., Осухівська Г.М., Паламар А.М. Система управління зовнішнім освітленням на основі Інтернету речей. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 120.

УДК

П.С. Панчишин, М.І. Паламар, д.т.н., професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АНТЕННИХ КОМПЛЕКСІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

P. Panchyshy, M.I. Palamar, Dr.Sc., Prof.

METHODS AND MEANS OF IMPROVING THE ACCURACY OF MONITORING THE PARAMETERS OF ANTENNA COMPLEXES FOR REMOTE SENSING OF THE EARTH

В роботі [1,2] запропоновано трьохосовий ОПП (опорно-поворотний пристрій) АС(антенних систем), який дає можливість уникнути таких випадків, які зустрічаються в двоосовій схемі ОПП. А саме при перетинанні траєкторії супроводжувача КА (космічних апаратів) напрямку нерухомої (першої) осі обертання. Поблизу цієї точки швидкість обертання відносно нерухомої осі різко зростає, а в самій точці перетину перетворюється в нескінченність. Так як прискорення і швидкість обертання приводів ОПП обмежені, то в зазначених районах утворюються «мертві» зони, що приводить до переривання зв'язку і втрати інформації. Для зменшення великих швидкостей руху АС для траєкторій КА з високими кутами місця відносно АС та уникнення “мертвих” зон супроводу в районі zenіту у структуру опорноповоротного пристрою введена додаткова азимутальна вісь з кутом нахилу $\gamma \cong 15^\circ$ і діапазоном обертання у горизонтальній площині, як і в основній азимутальній осі $\pm 170^\circ$. Така конструкція дозволяє проводити КА по будь-яких траєкторіях з невеликими швидкостями за рахунок ускладнення електронної частини системи керування АС трьома осями [1,2]. Система керування АС передбачає супровід КА методом програмного наведення по наперед розрахованій траєкторії руху КА та методом автосупроводу за сигналом пеленгатора з метою підтримки максимальної величини цього сигналу.

Можливий також комбінований метод програмного наведення з автоматичною корекцією таблиці наведення за сигналом, а також допоміжне ручне керування. В загальному сумарна помилка наведення є функцією часу і залежить від параметрів системи керування та характеристик керуючих і збурюючих сигналів, що діють на систему в процесі стеження за КА. При цьому максимум ефективності досягається при мінімумі сумарної помилки наведення.

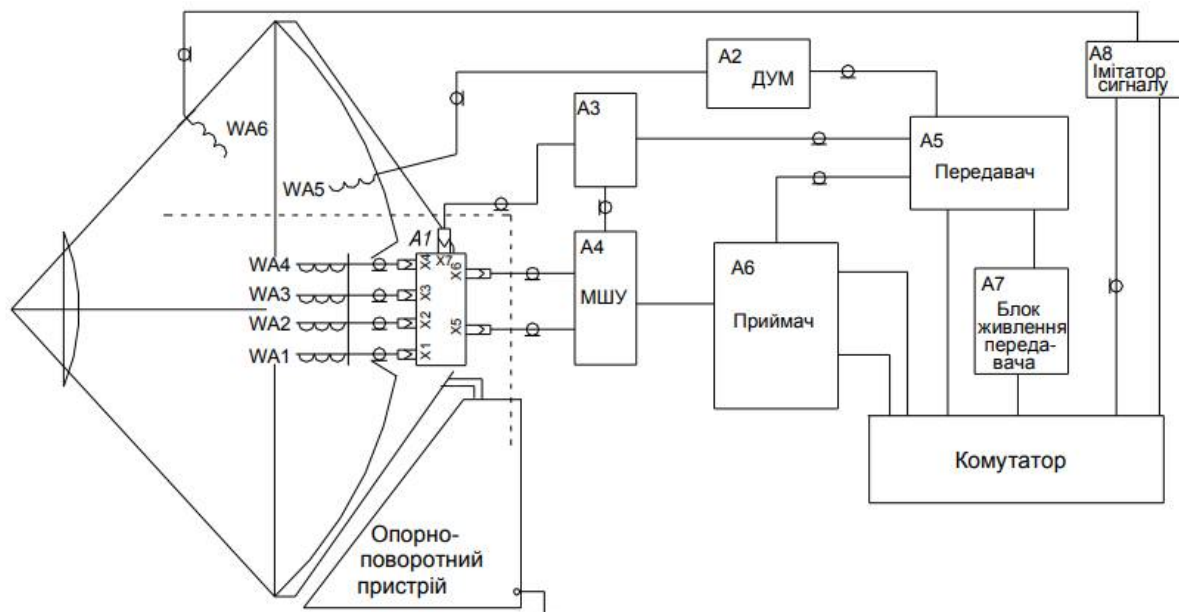


Рисунок 1 - Структурна схема сумарно-різницевого (моноімпульсного) антенно-фідерного пристрою

У розробленій АС використовується сумарно-різницевий (моноімпульсний) тип антенно-фідерного пристрою (рис.1), який передбачає, що на виході ми, крім основного сумарного інформаційного сигналу, отримуємо також різницевий сигнал по кожній координаті, який дає інформацію про величину і знак похибки відхилення АС від максимуму сигналу. Такий алгоритм керування дає змогу виключити ряд похибок наведення і супроводу КА при умові програмного наведення в межах кута діаграми направленості антени, що становить 2,5 град. для вибраного частотного діапазону.

Проаналізувавши роботи [1,2] можна зробити висновок, завдяки удосконаленню конструкції та алгоритмів керування АС, значно зменшуються швидкості супроводу рухомого об'єкта в районі кульмінації КА, що знижує вимоги до електромеханічних вузлів і дає змогу зменшити динамічні похибки супроводу.

Література

1. Паламар М., Умзар Ю., Данілін А. Моделювання і метрологічні дослідження наземних антенних станцій прийому інформації ДЗЗ для "EgyptSat-1" // Матеріали сьомої Української конференції з космічних досліджень. – НЦУІКС, Євпаторія. - 3-8 вересня 2007. – С.150.
2. Паламар М.І. Керування слідкуючими антенами із невизначеними динамічними параметрами для супроводу низькоорбітальних космічних апаратів // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник ДУ "Львівська політехніка". - 2006. - № 401. - С.32-38.

УДК

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

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ НЕХАРОД ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕЦИЗІЙНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЇЇ РОБОТИ

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

USING THE HEXAPOD PLATFORM FOR PRECISION POSITIONING TASKS AND SIMULATION OF ITS OPERATION

В антенних системах (АС) для забезпечення точності їх роботи одну з головних ролей виконує опорно-поворотний пристрій (ОПП) антенної системи. Найпоширеніші двовісні конструкції ОПП не здатні забезпечити потрібної точності антенної системи, особливо в системах космічного зв'язку, а також в інших галузях. Тому в останні роки в робототехніці, конструкціях станків, стендів та іншого обладнання, антенних системах для переміщення по складних траєкторіях (позиціонування) використовуються механізми маніпуляторів з паралельними кінематичними ланками, зокрема на основі шестиступеневої платформи Стюарта (платформа Нехарод) [1].

Механізм Нехарод (рис.1) складається з нерухокої платформи і рухоєї платформи, які з'єднані за допомогою шести опор (актуаторів), встановлених шарнірах. Актуатор дозволяє змінювати довжину кожної окремої ноги. Бажане положення та орієнтація рухоєї платформи досягається комбінуванням довжин шести ніг. Такі механізми володіють рядом переваг порівняно з обертовими механізмами, такими, як поєднання високої жорсткості та компактності, надійності, простоти конструкції, технологічності складання й обслуговування.

Дослідження й використання паралельного кінематичного механізму на основі платформи Стюарта в механізмах ОПП АС є досить перспективним.



Рисунок 1. Модель платформи Стюарта (Нехарод)

Для оцінки впливу елементів такої системи, а також зовнішніх і внутрішніх факторів, на її технічні характеристики необхідне використання побудови адекватної моделі системи та проведення імітаційного моделювання.

Існує 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 - це 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. [2].

За допомогою системи проектування і твердотільного моделювання в програмі Solidworks можна побудувати модель конструкції платформи Стюарта. Основним завданням даної моделі є дослідження впливу різних елементів механізму на рух платформи у вибраній системі координат. За допомогою отриманої моделі можна перевірити динаміку руху та визначити недоліки системи. За допомогою експорту можна перенести модель в програму Matlab в систему Simulink – SimMechanics та доповнити компонентами з бібліотеки (рис. 2), щоб відтворити емуляції роботи гексаподу в динаміці.

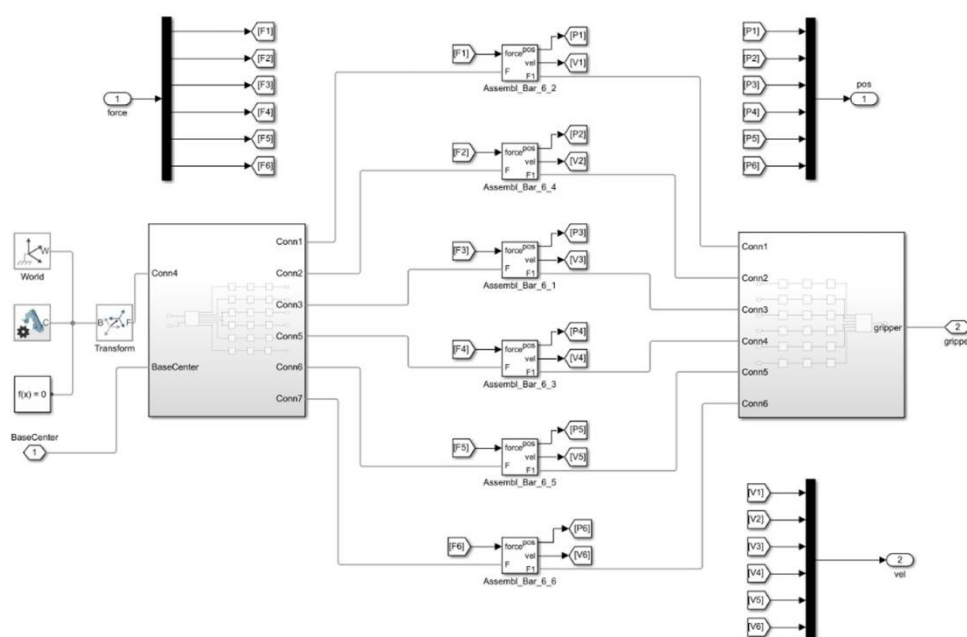


Рисунок 2. Модель платформи Стюарта в програмі Simulink Matlab

Результати такого дослідження дадуть змогу визначити впливи елементів конструкції системи Нехарод, а також зовнішніх і внутрішніх 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. Паламар М. І. Моделювання антенної системи з опорно-поворотним 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>
2. 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/Пособие%20САПР%20Саєнко%20Нечипоренко.pdf>

УДК 616.61-78+51-37

В.С. Шкурін, Л.Є. Дедів, к.т.н., доцент, В.Г. Дозорський, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ДОЗИ ГЕМОДІАЛІЗУ

V.S. Shurin, L.Ye. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof., V.G. Dozorsky, Ph.D., Assoc. Prof.
DETERMINATION OF THE QUALITY AND DOSAGE OF HEMODIALYSIS

Основна функція апаратів «штучної нирки» – це надання людям з не функціонуючими нирками, або з хронічно хворобою нирок (ХХН) повноцінного життя. В даній роботі ми описуємо як дізнатись наскільки якісно проводиться гемодіаліз з врахуванням ступеня зниження сечовини (Kt/V), в свою чергу дані про ступінь зниження сечовини будуть записуватись в електронну карточку пацієнта.

В даний час більшість, якщо не всі апарати гемодіалізу мають програму в якій можливо вести електронну карту кожного з пацієнтів, де буде записано час, ціль ультрафільтрації, рівень натрію виставлений лікарем, бікарбонатна проводимість, температура і решта даних які виставляються з врахуванням стану пацієнта. Всі ці данні впливають на якість діалізу та й на самопочуття пацієнта.

Процедура діалізу має багато нюансів один з яких звучить як «суха вага», тобто вага при якій апарат знімає лишню рідину, сіль і низько та середньо молекулярні токсини, при цьому залишаючи в організмі всі необхідні для нормального самопочуття мікроелементи й відсоток води в тілі. Коли ціль ультрафільтрації перевищує різницю ваги пацієнта і «сухої ваги» пацієнта існує ряд побічних ефектів таких як гіпотензія, нудота і т.д.

Завдяки даним про ступінь зниження сечовини зразу ж після діалізу в електронній картці пацієнта, дає змогу вираховувати дозу діалізу, оскільки частка зниження сечовини має бути щонайменше 65–70%.

Доза діалізу це тривалість і частота з якою хворий має відвідувати дану процедуру, іноді у людей з ХХД існують проблеми з високомолекулярними токсинами це можна корегувати медикаментозно або з паралельним використанням гемодіафільтрації (ГДФ). Дана процедура більш ефективна у виведенні високо та середньо молекулярних токсинів. Для будь-якого проведення діалізу, чи то гемодіафільтрація чи то просто гемофільтрація все рівно залишається незмінно важлива концентрація сечовини в організмі.

Поєднання програми для налаштування апарату індивідуально для кожного з пацієнтів з даними по зниженню сечовини в ході гемодіалізу, можна добитись того, що корегування мінімуму ультрафільтрації та ультрафільтрації відбуватиметься автоматично опираючись на дані внесені в карту пацієнта протягом тривалого часу, при необхідності дані також можна змінювати вручну.

Дана інформація важлива для пацієнтів в першу чергу оскільки сам процес займає багато часу в житті хворого. Створення електронної картки хворого допомагає оперативно в будь якому місці дізнатись оптимальні дані для проведення гемодіалізу. Ступінь зниження сечовини в ході гемодіалізу в іншому місці, оскільки існують випадки коли пацієнтам по роботі чи іншим причинам слід на пару днів поїхати в інше місто, або країну, може допомогти відстежити якість проведення даної процедури.

В різних відділеннях гемодіалізу зазвичай бувають зовсім інші апарати й розхідний матеріал, це все може впливати на сам процес діалізу. Тому такі дані як ступінь зниження сечовини доволі непогано допомагають знайти ту саму «золоту середину».

УДК 681.518

О.В. Куц, М.О. Мартиняк, В.Б. Савків, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ЗБЕРІГАННЯ РІДКОЇ ПРОДУКЦІЇ

O.V. Kuts, M.O. Martyniak, V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof.

AUTOMATED SYSTEM OF MANAGEMENT AND MONITORING OF LIQUID PRODUCT STORAGE

У даний час суттєво розширилися технічні можливості автоматизації систем управління та моніторингу резервуарів для зберігання рідкої продукції за рахунок використання сучасних контролерів та SCADA систем.

Такі автоматизовані системи управління та моніторингу повинні забезпечувати постійний контроль рівнів рідин в резервуарах, їх температури та тиски продукту. При цьому має бути забезпечена сигналізація граничних рівнів при заповненні чи відкачуванні рідини з резервуарів, а також обчислення їх об'ємів, густини та маси на основі результатів вимірів ряду параметрів.

Автоматизована система забезпечує управління кранами та насосами які забезпечують завантаження та розвантаження резервуарів. На кожному резервуарі встановлено рівнемір, три термопари та давач тиску.

Об'єм рідкої продукції визначається на основі постійного вимірювання рівнів рідини в резервуарах за допомогою рівнемірів. Маса продукції обчислюється як добуток об'єму на густину, приведену до однієї температури, мінус масу баласту. Зняття показників температури в резервуарах проводиться в трьох точках з подальшим обчисленням середньої температури продуктів.

Наступним етапом є розрахунок ваги продукції. Для цього розраховується густина продукту, яка змінюється в залежності від температури. Для розрахунку густини рідкої продукції використано за основу густину та коефіцієнт об'ємного розширення при 15 °С. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$\rho_t = \rho_{15} \exp\{-\alpha_{15}(t-15)[1+0.8\alpha_{15}(t-15)]\},$$

де ρ_t - густина при текучій температурі t ; ρ_{15} - густина при температурі 15 °С; α_{15} - коефіцієнт об'ємного розширення при 15 °С.

Алгоритм керування системою резервуарів розбитий на 3 блоки: блок керування резервуаром; блок керування кранами на трубопроводах; блок керування насосною станцією. Ці блоки взаємозалежні. При досяганні критичного рівня в резервуарі подається команда на закриття крана подачі продукту до нього.

Блок керування резервуаром виконує функції обліку продукції на основі показників рівня та температури. Цей блок здійснює контроль з рівнем продукції в резервуарі та контролює критичну межу встановлену для кожного резервуара. При досяганні цієї межі подає команду на закриття кранів. В цей блок також включені функції розрахунку густини продукції та коефіцієнтів її об'ємного розширення від зміни температури.

Основною задачею блоку керування кранами на трубопроводах є забезпечення проходження рідкої продукції від насосів до резервуарів і в зворотному напрямку при відвантаженні продукції. На цей блок також покладена функція слідкування за станом насосів, та їх відключення при закритті всіх кранів на трубопроводах, що запобігає пошкодженню трубопроводів від перевищення допустимого тиску.

УДК 681.518

В.Р. Медвідь, к.т.н., доцент, О.І. Драбик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СЕРВОПРИВОДАМИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА

V.R. Medvid, Ph.D., Assoc. Prof., O.I. Drabyk

AUTOMATED SERVO DRIVE CONTROL SYSTEM OF A METAL CUTTING MACHINE

Автоматизована система управління сервоприводами металорізального верстата, призначена для точного копіювання форми шаблону та вирізання із заготовки ідентичної йому деталі. Рух відбувається в двох площинах – по профілю та по довжині деталі, тобто потрібно одночасно контролювати положення інструменту відносно початку деталі, а також відстежувати зміни профілю шаблону деталі (рис. 1).

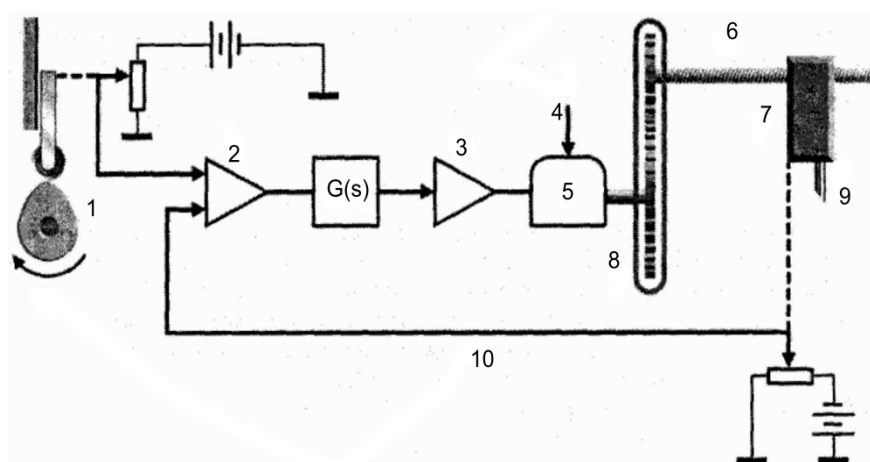


Рисунок 1 – Функціональна схема системи управління сервоприводами верстата

Ексцентрик 1 зв'язаний з потенціометричним резистивним давачем положення, сигнал з якого поступає на один з входів диференційного підсилювача 2. Вихід диференційного підсилювача 2 під'єднаний до регулятора з передавальною функцією $G(s)$. Вихід регулятора навантажений на підсилювач потужності 3, який призначений для підсилення та передачі керуючого впливу на первинний привід 5. Привід живиться від зовнішнього джерела енергії 4.

Первинний привід зв'язаний з блоком редукторів 8, який через черв'ячний механізм 6 рухає перемішуваче обладнання 7 з інструментом 9. Ще один давач переміщення забезпечує зворотний зв'язок по положенню 10.

В контурі позиціонування відбувається віднімання поточної позиції від заданої позиції і видається помилка по положенню (розузгодження). Значення помилки по положенню множиться на коефіцієнт підсилення контура позиціонування для вироблення команди швидкості сервоприводу.

Система управління сервоприводами верстата включає контролер руху, програмований логічний контроллер, сервопідсилювачі, двигуни та людино-машинний інтерфейс. Сервоуправління перетворює команди руху в сигнали, які передаються на сервопідсилювачі для підсилення їх до рівнів, що визначаються потужністю двигунів.

УДК 602-03

Р.П. Навозняк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

R.P. Navoznyak

METHODS OF IMPROVING THE QUALITY OF MATERIALS AFTER LASER PROCESSING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

Лазери широко використовуються в медичній практиці і перш за все в хірургії, онкології, офтальмології, дерматології, стоматології та інших областях. Механізм взаємодії лазерного випромінювання з біологічною об'єктом не вивчений, але можна відзначити, що це може бути або тепловий вплив, або резонансна взаємодія з клітинами.

Мною метою є визначення методів лазерної обробки для біоматеріалів і підвищення якості їх обробки. Саме лазерна обробка дозволяє виробляти матеріали з що будуть біосумісні з живими тканинами організму. Завдяки лазерній обробці можна збільшити або зменшити монохромність матеріалів. Також є методи для лазерного друку живих тканин, що дозволяє замінити втрачені тканини.

Лазери використовувались останні півстоліття для створення медичних і зубних імплантатів, що мали довший термін служби та кращі функціональні можливості ніж звичайні відповідники.

Важливі міркування при розробці лазерної обробки біоматеріалів включають розширення кількості матеріалів-попередників, особливо біорозкладні матеріали. Необхідні додаткові зусилля для оптимізації процесів на основі лазера, щоб матеріали були отримані з оптимальними біологічними, хімічними та механічними властивостями для даного застосування. На додачу, гібридні процеси, які використовують переваги двох або більше лазерних процесів, можуть відігравати важливу роль.

Необхідно враховувати мінімізацію небажаних особливостей, пов'язаних з лазерною обробкою (наприклад, зон впливу тепла). Продовження зусиль для розробки вдосконалених лазерних джерел без сумніву розширить і без того широкі кордони лазерної обробки біоматеріалів.

Наприклад, розробка недорогих фемтосекундних лазерів (наприклад, недорогі осцилятори або високопотужні лазери що уникають використання осциляторів) сприятиме промислового просуванню фемтосекундної лазерної обробки, в т.ч двофотонної полімеризації та нанообробки. Напівпровідникові лазери, які не потребують вирівнювання, контрольована вібрація, або контрольована вологість, також полегшить дослідницькі зусилля в лазерній обробці біоматеріалів.

Проблеми пов'язані з комерціалізацією необхідно враховувати, наприклад виготовлення на основі лазера має бути конкурентоспроможним за ціною порівняно зі звичайними (наприклад, на основі механічної обробки) підходами.

Література.

1. <https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-bulletin/article/laser-micro-and-nanofabrication-of-biomaterials/D7C482BE6B52A380B6CD5C13BE73450F>

УДК 621.396

В. Ліщина, Н. Луцик, Ph.D.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ LTE

Vadym Lishchyna, Nadiia Lutsyk Ph.D.

PROBLEMS OF ENSURING DATA TRANSMISSION QUALITY IN LTE STANDARD MOBILE NETWORKS

Мобільні мережі четвертого покоління дають можливість суттєво збільшити передачу трафіку від абонентів. У мережах стандарту LTE керуючі функції перейшли до базових станцій, які, крім обслуговування радіочастот, почали здійснювати маршрутизацію абонентського трафіку. При цьому однією з головних проблем є проблема керування трафіком на радіоінтерфейсі з метою забезпечення заданих норм якості (QoS) за кожною наданою послугою більшості абонентів.

Зростання обсягу мультимедійних мобільних додатків призводить до того, що необхідна якість обслуговування може бути забезпечена тільки при використанні ефективних методів підвищення пропускної спроможності радіоінтерфейсу, тому що саме при бездротовому доступі виникають різкі перекося навантаження через стохастичне переміщення абонентів. Постійне здешевлення послуг на мобільний зв'язок, поява нових типів абонентських терміналів, розвиток сервісів за адресною передачею потокового відео веде до зростання трафіку реального часу, швидкість якого має бути постійною. При цьому прогнозованим є і подальше збільшення найближчим часом також трафіку від міжмашинної взаємодії (M2M), який, як правило, має еластичні властивості та дозволяє змінювати швидкість передачі даних у деяких межах, залежно умов на мережі, тобто збільшення еластичного трафіку.

Найбільший вплив на управління продуктивністю в мобільних мережах надають такі фактори:

- порушення цілісності інформації команд управління мережевими процесами; блокування інформації;
- порушення логіки роботи програмного забезпечення

Аналіз результатів роботи існуючих мереж LTE показав, що для їх управління використовується автоматична функція управління мережею SON, яка апаратно вбудовується в устаткування вузлів мережі. Однак ця функція може тільки вводити межі за кількістю з'єднань, не обмежуючи при цьому швидкість передачі даних, що є нераціональним.

Спочатку моделі оцінки радіоресурсу мобільних мереж включали лише однорідний тип трафіку, для яких були знайдені аналітичні рішення і розроблені рекурентні алгоритми. Пізніше були розроблені алгоритми рішення для різномірного трафіку, що має постійну швидкість.

У зв'язку з появою додатків, що не потребують постійної швидкості передачі даних, почав проводитися облік моделей еластичного трафіку даних. Однак ці дослідження проводилися без урахування схем доступу, що реалізують пріоритетне обслуговування мультисервісних мобільних мереж четвертого покоління.

У діючих та перспективних мобільних мережах зв'язку актуальним є завдання зниження нестачі ресурсів у зв'язку з появою сервісів, які потребують великої швидкості передачі. Тому, щоб підвищити ефективність ресурсу передачі, пропонується керувати швидкістю еластичного трафіку. Це дозволить не лише підвищити пропускну спроможність, а й покращити якість обслуговування.

УДК 004.56

Г.В. Шимчук, О.С. Голотенко, к.т.н., доцент, Р.З. Золотий, к.т.н., доцент
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ХМАРНИХ СЕРЕДОВИЩ

G.V. Shymchuk, O.S. Holotenko. Ph. D., Assoc. Prof., R.Z. Zoloty, Ph. D., Assoc. Prof.
SECURITY PROBLEMS OF CLOUD ENVIRONMENTS

Сучасний бізнес хоче всього: безпечні дані та програми, доступні будь-де з будь-якого пристрою. Це можливо завдяки хмарним середовищам, але є невід’ємні проблеми безпеки хмарних обчислень, щоб втілити це в реальність.

Хмарні середовища дозволяють легко обмінюватися даними, що зберігаються в них. Ці середовища доступні безпосередньо з загальнодоступного Інтернету та включають можливість легко обмінюватися даними з іншими сторонами через прямі запрошення електронною поштою або шляхом спільного використання загальнодоступного посилання на дані.

Простота обміну даними в хмарі – хоча це головний актив і ключ до співпраці в хмарі – викликає серйозні занепокоєння щодо втрати або витоку даних. Насправді 69% організацій вказують на це як на найбільшу проблему безпеки хмарних технологій. Обмін даними за допомогою загальнодоступних посилань або налаштування хмарного сховища на загальнодоступне робить їх доступними для будь-кого, хто знає про посилання, і існують спеціальні інструменти для пошуку в Інтернеті цих незахищених хмарних розгортань.

Конфіденційність і конфіденційність даних є основною проблемою для багатьох організацій. Положення про захист даних, як-от Загальний регламент ЄС щодо захисту даних (GDPR), Закон про мобільність і доступність медичного страхування (HIPAA), Стандарт безпеки даних індустрії платіжних карток (PCI DSS) та багато інших зобов’язують захистити дані клієнтів і накладають суворі штрафи за збої безпеки. Крім того, організації мають велику кількість внутрішніх даних, необхідних для збереження конкурентної переваги.

Розміщення цих даних у хмарі має свої переваги, але також створює серйозні проблеми з безпекою для 66% організацій. Багато організацій запровадили хмарні обчислення, але їм не вистачає знань, щоб переконатися, що вони та їхні співробітники використовують їх безпечно. У результаті конфіденційні дані знаходяться під загрозою розголошення, про що свідчить величезна кількість порушень хмарних даних.

Фішери зазвичай використовують хмарні програми та середовища як привід для своїх фішингових атак. Зі зростанням використання хмарної електронної пошти (G-Suite, Microsoft 365 тощо) і служб обміну документами (Google Drive, Dropbox, OneDrive) співробітники звикли отримувати електронні листи з посиланнями, які можуть попросити їх підтвердити обліковий запис. облікові дані, перш ніж отримати доступ до певного документа або веб-сайту.

Це дозволяє кіберзлочинцям легко дізнатися облікові дані співробітника для хмарних сервісів. У результаті випадкове відкриття хмарних облікових даних викликає серйозне занепокоєння для 44% організацій, оскільки це потенційно ставить під загрозу конфіденційність і безпеку їхніх хмарних даних та інших ресурсів.

Багато організацій мають стратегії реагування на внутрішні інциденти кібербезпеки. Оскільки організація володіє всією внутрішньою мережевою інфраструктурою, а персонал служби безпеки працює на місці, можна заблокувати інцидент. Крім того, це право власності на їх інфраструктуру означає, що компанія, ймовірно, має видимість, необхідну для визначення масштабу інциденту та виконання відповідних дій з усунення.

Завдяки хмарній інфраструктурі компанія має лише часткову видимість і право власності на свою інфраструктуру, що робить традиційні процеси та інструменти безпеки неефективними. У результаті 44% компаній стурбовані своєю здатністю ефективно реагувати на інциденти в хмарі.

Правила захисту даних, такі як PCI DSS і HIPAA, вимагають від організацій продемонструвати, що вони обмежують доступ до захищеної інформації (даних кредитних карток, медичних записів пацієнтів тощо). Це може вимагати створення фізично або логічно ізольованої частини мережі організації, яка буде доступна лише для працівників, які мають законну потребу в доступі до цих даних.

Під час переміщення даних, захищених цими та подібними правилами, у хмару досягти та продемонструвати відповідність нормативним вимогам може бути складніше. Завдяки хмарному розгортанню організації мають можливість переглядати та контролювати лише деякі рівні своєї інфраструктури. Як наслідок, 42% організацій вважають відповідність законодавству та нормативним вимогам основною проблемою безпеки хмари та потребують спеціалізованих рішень відповідності хмарі.

Більшість хмарних провайдерів мають кілька територіально розподілених центрів обробки даних. Це допомагає підвищити доступність і продуктивність хмарних ресурсів і полегшує для постачальників послуг гарантування того, що вони здатні підтримувати угоди про рівень обслуговування в умовах руйнівних подій, таких як стихійні лиха, відключення електроенергії тощо.

Організації, які зберігають свої дані в хмарі, часто не знають, де насправді зберігаються їхні дані в масиві центрів обробки даних CSP. Це викликає серйозні занепокоєння щодо суверенітету даних, місця розміщення та контролю для 37% організацій. З нормативними актами щодо захисту даних, такими як GDPR, які обмежують, куди можна надсилати дані громадян ЄС, використання хмарної платформи з центрами обробки даних за межами затверджених зон може привести організацію до стану невідповідності нормативним вимогам. Крім того, різні юрисдикції мають різні закони щодо доступу до даних для правоохоронних органів і національної безпеки, що може вплинути на конфіденційність даних і безпеку клієнтів організації.

Хмара надає організаціям ряд переваг; однак вона також має свої власні загрози безпеці та проблеми. Хмарна інфраструктура дуже відрізняється від локального центру обробки даних, і традиційні інструменти та стратегії безпеки не завжди здатні ефективно захистити її.

Література

1. A. Alshammari, S. Alhaidari, A. Alharbi and M. Zohdy, "Security Threats and Challenges in Cloud Computing," 2017 IEEE 4th International Conference on Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud), 2017, pp. 46-51, doi: 10.1109/CSCloud.2017.59.
2. Pavan Muraidhara, "Security issues in cloud computing and its countermeasures", International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 4, no. 10, October 2013.
3. M. Zeller, R. Grossman, C. Lingenfelder, M. Berthold, E. Marcade, R. Pechter, et al., "Open standards and cloud computing: KDD-2009 panel report" in , Paris, France:KDD, pp. 11-18, 2009.
4. Tabrizchi, H., Kuchaki Rafsanjani, M. A survey on security challenges in cloud computing: issues, threats, and solutions. J Supercomput 76, 9493–9532 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03213-1>
5. Subramanian N, Jeyaraj A (2018) Recent security challenges in cloud computing. Comput Electr Eng 71:28–42

УДК 629.762

М.С. Дзюмак, Р.З. Золотий, к.т.н., доцент, О.С. Голотенко, к.т.н., доцент, Т.Е.Рубен
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТРАНСПОРТУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗАЛЕЖНО ВІД НАЯВНИХ ПЕРЕШКОД

M.S. Dziurmak, R.Z. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof., O.S. Holotenko, Ph.D., Assoc. Prof.,
T.E. Ruben

SIMULATION OF THE MOVEMENT OF THE TRANSPORTATION SYSTEM DEPENDING ON PRESENT OBSTACLES

Зі стрімким розвитком комп'ютерів, електроніки та сенсорних технологій настала ера штучного інтелекту. Розумний транспортний засіб може частково або повністю замінити людину для виконання завдань водіння, транспортування, що має велике значення для підвищення безпеки дорожнього руху та ефективності транспортування. Однак складні сценарії водіння все ще є складними для інтелектуальних транспортних засобів, наприклад, сусідні транспортні засоби на суміжних смугах руху перерізають траєкторію транспортного засобу. Коли поруч з'являється перешкода, інтелектуальний транспортний засіб має не лише слідувати своїй власній орієнтовній траєкторії, а й реагувати на перешкоду, наприклад виконувати екстрене гальмування, щоб забезпечити безпеку між сусіднім транспортним засобом і транспортним засобом.

Щоб гарантувати, що інтелектуальний транспортний засіб завжди підтримує безперебійний процес керування, намір автомобіля, що знаходиться поруч, має бути розпізнано заздалегідь, і його прогнозована траєкторія стає частиною еталону для планування траєкторії транспортного засобу.

Метою роботи було запропонувати метод керування відстеженням траєкторії, заснований на прогнозуванні поведінки врізання. Застосовується метод розпізнавання наміру в'їзду, щоб оцінити можливість сусіднього транспортного засобу, а модель попереднього перегляду водія використовується для прогнозування траєкторії врізаного автомобіля.

Було використано три сценарії водіння розділені для керування плануванням траєкторії за різних режимів врізання. Результати моделювання приведені на рис. 1.

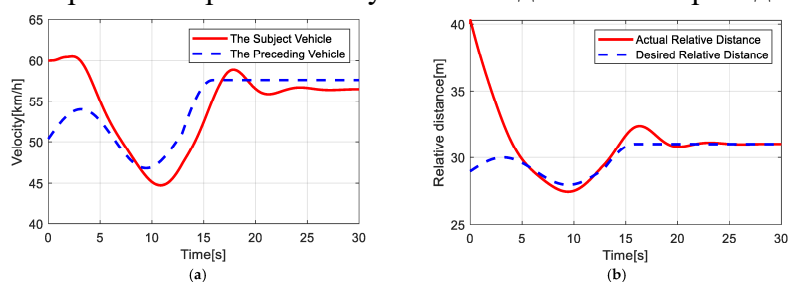


Рисунок 1 - Результати моделювання сценарію водіння: (а) швидкість досліджуваного транспортного засобу та транспортного засобу, що врізався; (б) відносна відстань між транспортними засобами.

Література.

1. Yang, J.; Coughlin, J.F. In-vehicle technology for self-driving cars: Advantages and challenges for aging drivers. *Int. J. Automot. Technol.* **2014**, *15*, 333–340.
2. Trajectory Tracking Control for Intelligent Vehicles Based on Cut-In Behavior Prediction / Chongpu Chen, Jianhua Guo, Chong Guo, Xiaohan Li and Chaoyi Chen // *Electronics* 2021, *10*(23), 2932.

УДК 004.29

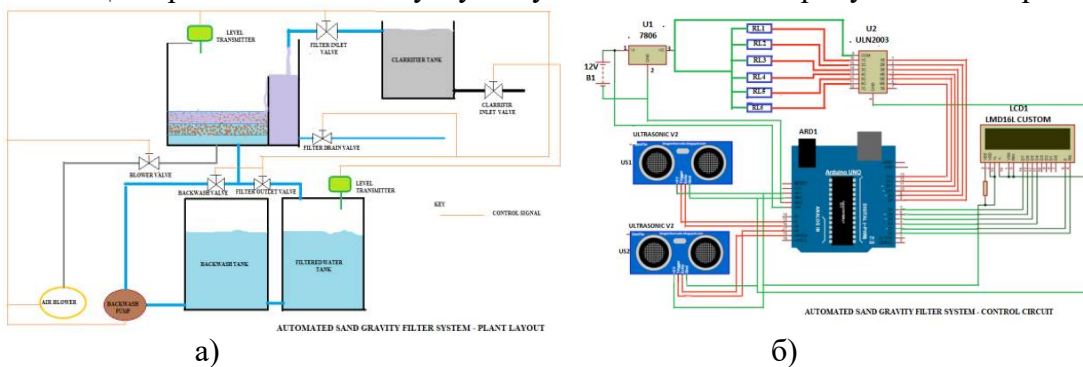
А.Г. Микитишин, к.т.н., доцент, М.С. Погорельцев, М. М. Прокопов,
 О.В. Сасовець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ФІЛЬТРОМ

А.Н. Mykytyshyn, Ph.D., Assoc. Prof., M.S. Pohoreltsev, M.M. Prokopov, O.V. Sasovets
 DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE FILTER CONTROL SYSTEM

У роботі було розглянуто реалізацію системи управління фільтраційною установкою на основі піщаного гравітаційного фільтру. Їх можна автоматизувати відповідно до ваших вимог, будь то промисловий чи побутовий фільтр. Робота в основному зосереджена на автоматизації пісочних гравітаційних фільтрів у галузях з використанням вимірюваних змінних параметрів, таких як потік і рівень. Керування базувалося в основному на моніторингу рівня фільтрувального бака в порівнянні з потоками на виході та на вході. Вхідний і вихідний потік регулювалися з метою підтримання певного рівня, після якого фільтрувальний резервуар вважатиметься затопленим. При контрольованому потоці певні рівні в баці фільтра сигналізують про засмічення фільтрів, які потребують очищення за допомогою процесу зворотного промивання. Цей процес вимагає запуску та зупинки насосів та продування повітрям.



в)

Показання індикатора	Кількість отворів	Швидкість за хвилину (см)
31	10	3
29	20	5
26	30	8
23	40	11
21	50	13
19	55	15

г)

Рисунок 1 – Схема розробленої установки (а), принципова схема системи керування(б), фактичний прототип системи (в) та результати досліджень потоку у фільтрі.

На основі розробленого прототипу було проведено дослідження оптимізації роботи фільтру.

УДК 621.57

Ю.І. Микитів, І.В. Чихіра, к.т.н., доцент, С. З. Кульчицький, О.І. Пиндик
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У БУДІВЕЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

V. I. Mykytiv, I. V. Chihira, Ph.D., Assoc. Prof., S. Z. Kulchytskyi, O. I. Pyndyk
DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR RESEARCH OF MICROCLIMATE
PARAMETERS IN BUILDING PREMISES

Аналіз тепловтрат в приміщеннях показує, що практично завжди існує невідповідність теплотехнічних характеристик в будівлях, які експлуатуються і підлягають реконструкції, тим величинам, які були закладені в проектах.

Вказана невідповідність викликана не тільки відхиленнями від проектних рішень при будівництві, але і внаслідок зміни теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій з плином часу. Особливість підходу полягає в тому, що після монтажу систем опалення та вентиляції необхідно здійснювати коригування проектних рішень на основі результатів натурних обстежень фактичних теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій і параметрів мікроклімату. Актуальним є розробка систем дистанційного контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях з можливістю збору даних на протязі великого періоду часу, що дасть змогу аналізувати зміну мікроклімату приміщень залежно від зміни погодних умов та параметрів будівлі. За основу взятий восьми розрядний AVR мікроконтролер фірми Atmel на 54 цифрових входи-виходи MEGA2560. Даний контролер має тактову частоту 16 МГц. Для економічності конструкції і її простоти використання за еталон було взято платформу Arduino MEGA в якій основою як раз і є цей контроллер.

Також на базі цієї плати є готове рішення Ethernet модуля яке теж полегшує дану задачу в плані ціни-якість-час. FBD дозволяє використовувати блоки які присутні в стандарті і створювати кастомні макроси для полегшення обробки і компіляції програми. Готовий пристрій повинен контролювати температуру, вологість у приміщенні.

На рис. 1 зображена програма керування мікроконтролером та отримані в базі графіки зміни вологості. Програма складається з макросів матричної клавіатури, макросів LCD-I2C дисплея, макроса датчика температури-вологості, лічильників, компараторів порівняння, перетворювачів значень в рядки та основного макроса передачі даних по Ethernet на віртуальний сервер narodmon.ua.

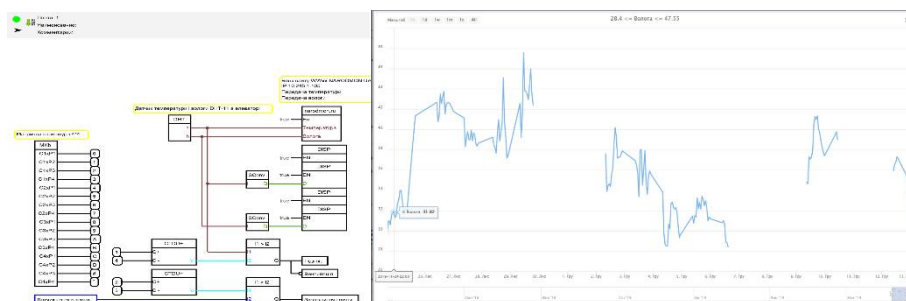


Рисунок 1 - Програма керування мікроконтролером та отримані .графіки зміни вологості

Література.

1. Строкань О.В. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату виробничого приміщення. / О.В. Строкань // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100.

УДК 004.9

І.Я. Харів, В.Д. Тимошук, Р.З. Золотий, к.т.н., доцент, І.С. Дідич, к.т.н.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ 3D ДРУКУ ДЛЯ ВИОГОТОВЛЕННЯ ЯКІСНИХ ВИРОБІВ

I. Y. Khariv, V. D. Tymoshchuk, R. Z. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof., I. S. Didych, Ph.D.
OPTIMIZATION OF 3D PRINTING PARAMETERS FOR PRODUCTION OF QUALITY PRODUCTS

Технологія 3D-друку на основі пошарового наплавлення матеріалу інтенсивно розвивалася з різними якостями. Однак налаштування параметрів процесу друку за замовчуванням, надані виробником, у деяких випадках не гарантують якості (похибка розмірів і міцність) надрукованих виробів, оскільки існує кілька параметрів процесу, які необхідно враховувати. У цьому дослідженні було застосовано 3D-принтер із нитковим матеріалом із пластиком PLA. Стандартний зразок використовувався як тест на міцність на розрив і похибку розмірів для представлення якості надрукованих деталей. Три параметри процесу друку: товщина шару, швидкість шару та щільність заповнення були оптимізовані

Метою роботи було дослідити можливості покращення друку особливо гнучкої нитки. Було проведено огляд модифікацій та їх вплив на найбільш часто використовувані еластичні нитки, запропонувавши пропозиції щодо модифікації звичайних FDM 3D-принтерів.

В результаті проведених досліджень було проведено оптимальні налаштування принтера для забезпечення максимальної адгезії основи до плити столу а також параметри друку для зменшення постобробки виготовлених виробів. Результати оптимальних налаштувань приведено на рис. 1.

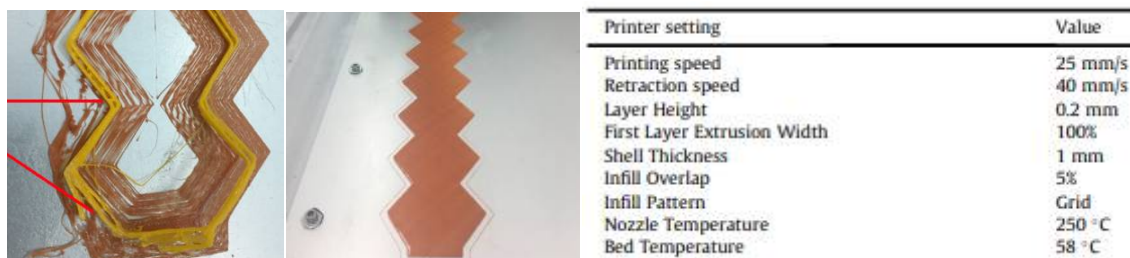


Рисунок 1 – Результати оптимізації налаштувань для забезпечення високоякісної роботи FDM 3D-принтеру

Література.

1. P.K. Nukala, et al., Investigating the application of FDM 3D printing pattern in preparation of patient-tailored dosage forms, J. 3D Print. Med. 3 (1) (2019) 23-37.
2. R. Yi, C.M. Wu, Y.J. Liu, et al., RoboDLP: large object 3D printing using robotic arm, in: SIGGRAPH ASIA 2016 Posters (SA '16), Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2016, pp. 1e2, <https://doi.org/10.1145/3005274.3005284>. Article 23.
3. Development of a large-scale multi-extrusion FDM printer, and its challenges / Md. Hazrat Ali, Syuhei Kurokaw, Essam Shehab, Muslim Mukhtarkhanov // International Journal of Lightweight Materials and Manufacture 6 (2023) 198-213.

УДК 621.867.4

І.В. Луців, д.т.н., професор, Т.С. Дубиняк, к.т.н., доцент, Ю.І Наконечний,
В.А. Соколовський, М.А. Соколовський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАТОЇ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ З МОЖЛИВІСТЮ САМОВІДКЛЮЧЕННЯ

I. Lutsiv, T. Dubynyak, Y. Nakonechny, V. Sokolovsky, M. Sokolovsky
RESEARCH OF A SELF-DISCONNECTING PREVENTIVE COUPLING

Одним з істотних недоліків запобіжних зубчастих муфт є стрибкоподібна зміна крутного моменту в період пробуксовування. Для його усунення бажано позбутись явища пробуксовування повністю, або ж звести до мінімуму тривалість цього процесу, забезпечивши розмикання кінематичного ланцюга при перенавантаженні.

Запропонована зубчаста запобіжна муфта (рис. 1) значною мірою позбавлена вказаних недоліків. Вона виконана у вигляді вільно встановленої на ведучому валу 1

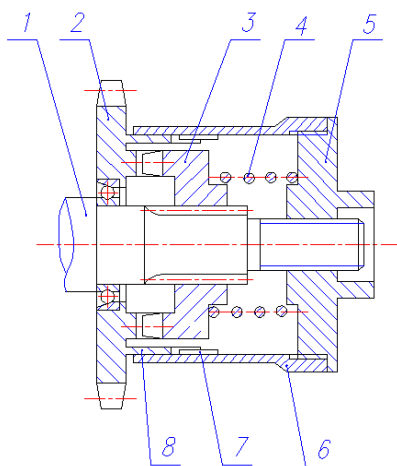


Рисунок 1. Муфта зубчаста запобіжна з можливістю самовідключення

веденої зірочки 2, що знаходиться в зачепленні з ведучою напівмуфтою 3. Остання, в свою чергу, встановлена на валу 1 з допомогою шліцевого з'єднання і притискається до зірочки 2 циліндричною пружиною 4, яка впирається в гайку 5. Ця гайка з'єднана з валом 1 внутрішньою різьбовою нарізкою, а зовнішньою різьбовою нарізкою – з циліндричним корпусом-втулкою 6. Кроки цих різьбових нарізок однакові. На протилежному торці втулки 6 виконані рівномірно по колу внутрішні поздовжні виступи 7, що входять у відповідні заглиблення циліндричного кільця 8, жорстко з'єднаного із зірочкою 2 і співвісного з поздовжньою віссю валу 1.

В штатному режимі роботи ведуча півмуфта 3 знаходиться в зачепленні із веденою зірочкою 2. При цьому виступи 7 входять у заглибини втулки 8 і тим самим фіксують її від обертання.

У випадку перевантаження ведена зірочка 2 зупиняється, а ведучий вал 1 продовжує обертатись. Зубчасте зачеплення між зірочкою 2 і півмуфтою 3 починає пробуксовувати. Оскільки гайка 5 не має можливості обертатись, то обертання вала 1 приводить до її згвинчування з вала до тих пір, поки її виступи 7 не вийдуть із зачеплення з впадинами кільця 8. В подальшому втулка 6 почне обертатись і переміщення гайки 5 вздовж осі вала 1 зупиниться. Таке переміщення гайки вздовж осі вала приводить до зменшення зусилля притискання пружини 4.

Після усунення причин перевантаження втулка 6 згвинчується з гайки 5 і знову встановлюється своїми виступами у відповідні заглибини кільця 8 на задану глибину. Гайка 5 накручується на різьбовий кінець ведучого вала 1. Оскільки кроки різьбових нарізок на гайці однакові, то при її накручуванні на вал вона одночасно буде переміщувати втулку у вихідне положення.

Розрахунки показують, що для початку пробуксовування зубців зубчастого зачеплення між зірочкою 2 і ведучою півмуфтою 3 повинна виконуватись наступна нерівність (проміжні розрахунки тут не приведені):

$$F_t \leq N \frac{\cos \beta + f \sin \beta}{\sin \beta - f \cos \beta} \quad (1)$$

Тут F_t - колове зусилля; N - зусилля стиснутої пружини; f - коефіцієнт тертя між зубцями; β - кут профілю зубців.

В момент початку проковзування зубців величина моменту опору повинна бути більшою деякого значення:

$$T_{c1} = F_{t0} \cdot R = N \cdot R \frac{\cos \beta + f \sin \beta}{\sin \beta - f \cos \beta} = N_0 \cdot R \cdot \eta \quad (2)$$

Тут F_{t0} - колове зусилля; R - середній радіус зубців; η - постійни коефіцієнт; N_0 - початкове зусилля стиску пружини при повному вході в зачеплення зубців, визначається з умови передачі номінального крутного моменту муфтою.

Зусилля N_0 створюється за рахунок попередньої деформації пружини на величину λ_0 . При виході зубців із зачеплення величина крутного моменту на ведучій півмуфті буде зростати внаслідок стискання пружини до величини T_{c1max} . Звідси виходить, що повна пробуксовка зубців можлива тільки в тому випадку, коли момент опору буде більшим T_{c1max} . В подальшому характер зміни моменту буде залишатись таким же, проте внаслідок зменшення деформації пружини, визваної переміщенням гайки 5, величина початкового і граничного моментів будуть зменшуватись як показано на рис.2.

Величина цього зменшення при пробуксовуванні на один зубець $\Delta T = C \cdot R \cdot \eta \frac{t_0}{z \cdot i}$, де C - жорсткість пружини; t_0 - хід різьбової нарізки; z та i - кількість зубців і заходів різьби.

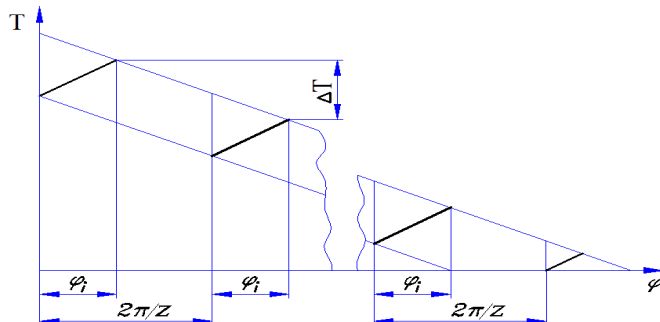


Рисунок 2. Графік зміни початкового і граничного моменту

Крім можливості самовідключення розроблена конструкція муфти має таку корисну властивість, як постійне зменшення зусилля притискання пружини під час пробуксовування. Це сприяє зменшенню зношування зубців та динамічних навантажень в приводі, позитивно впливає на довговічність і надійність роботи приводу в цілому.

Література

- 1 Investigation of dynamical impact loads in screw conveyer drives with safety clutches / I.V. Lutsiv, Iv.B. Nevko, O.L. Lyashuk, T.S. Dubynyak // INMATEH – Agricultural Engineering. Polytechnic University of Bucharest. – Bucharest, 2017. – Vol. 51, № 1. – P. 69 – 76.
- 2 Експериментальне обладнання для дослідження приводів гвинтових конвеєрів / I.B. Луців, Ів.Б. Гевко, В.З. Гудь, Т.С. Дубиняк // «Перспективні технології та прилади». – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – № 10 (1). – С. 115 – 121.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **Я.В. Курко, О.М. Босюк, Н.В. Вальчак**
ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ДІАГНОСТИЧНОЇ ПРОГРАМИ
"REACTION-TEST" ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛАТЕНТНОГО ПЕРІОДУ
ПРОСТОЇ СЛУХОВОЇ РЕАКЦІЇ ПЛАВЦІВ ЗА РІЗНИХ ПОГОДНИХ
УМОВ 5
2. **Я.В. Курко, І.В. Казмірчук, З.Й. Кульчицький**
ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ У СТУДЕНТІВ, ЯКІ
ЗАЙМАЮТЬСЯ ПЛАВАННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ
ПРОГРАМИ "ТЕПІНГ-ТЕСТ" 7

СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

1. **О.П. Конончук, І.Б. Хома, А.С. Чайковський**
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ І ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ КАРКАСУ
БУДІВЛІ ВІД РІЗНОГО РОДУ ЗОВНІШНІХ НАВАНТАЖЕНЬ 9
2. **О.П. Конончук, І.М. Будзінський, А.Я. Данилків, Р.І. Фіцай**
ВИКОРИСТАННЯ НЕРУЙНІВНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПРИ
ДОСЛІДЖЕННІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ 11
3. **І.Ю. Габрусєва, Р.В. Бартошевський**
ОЦІНКА МІЦНОСТІ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЇ ПЛИТИ ПРИ ТИСКУ
НА НЕЇ ЖОРСТКОГО ШТАМПА 13
4. **С.Я. Паробок, О.С. Коваль, Б.Р. Гарасюк, М.О. Козак**
ЗАСТОСУВАННЯ ДРОБОСТРУМЕНЕВОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ З ВИСОКОЛЕГОВАНИХ
АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ 15

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

1. **В.В. Крупа, І.Д. Шапаренко**
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПИНДЕЛЬНОГО
ВУЗЛА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА ЗАСОБАМИ
SOLIDWORKS SIMULATION 17
2. **В.Н. Волошин, І.Г. Лось, Є.М. Штогрін**
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИЛ РАДІАЛЬНОГО ТИСКУ НА
ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРУЖНОЇ ОБОЛОНКИ ГІДРАВЛІЧНОГО ЗАТИСКНОГО
ПАТРОНА 19
3. **І.В. Головатий, А.М. Хічій, А.К. Шманін**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КРУТНОГО МОМЕНТУ РІЗАННЯ
КІНЦЕВОЮ ФРЕЗОЮ 21
4. **О.Б. Дериш, І.П. Домарецький, О.О. Тимошук**
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ГВИНТОВОГО ЕЛЕМЕНТА ЗАТИСКНОГО
ПРИСТРОЮ 22
5. **А.Б. Гупка, Ю.Я. Пальчевський, М.С. Столярчук, Ю.М. Юсько,
Ю.Ю. Заполух**
ТРИБОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ
ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛІВ 23

6. **О.Б. Романюк, Ю.А. Шминдюк, С.М. Закордонець**
РЕАКЦІЇ КОЛЕСА ПРИ КОВЗАННІ ШИН АВТОМОБІЛЯ 25
7. **Т.В. Чорний, О.І. Попович, О.А. Литвин**
ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВЗ ЗА РАХУНОК
ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ 27
8. **М.Г. Левкович, І.О. Цибуленко, Р.Б. Шимків**
ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ДВЗ ЗА РАХУНОК КОЛИВАННЯ
ПАЛИВО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ ПРИ НАГНІТАННІ ПІД ТИСКОМ 29
9. **А.А. Багмет, М.Р. Катола, О.А. Тимчишин, П.М. Федоришин**
ВПРОВАДЖЕННЯ "ВІМ" В УКРАЇНІ 31
10. **Р. Білейчук, І. Дубницький, В. Шумейко, І. Табалюк, В. Мельник**
ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ
ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ 32
11. **І.М. Підгурський, Т.М. Давидяк, Ю.І. Дмитрів, Р.М. Стецик**
СУЧАСНІ ТИПИ ПАЛЬ, ЩО ВИГОТОВЛЯЮТЬСЯ У ҐРУНТІ ТА ОБЛАСТІ
ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ 34
12. **С. Янковий, А. Фіялка, В. Ясній**
ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИ ЧИННИКІВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ
МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ
ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ 35
13. **В.С. Деревляний, Р.Я. Лещук**
АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ НА ОСНОВІ МЕХАНІЗМІВ
З ПАРАЛЕЛЬНОЮ КІНЕМАТИКОЮ 36
14. **М.Р. Лещук**
КЕРУВАННЯ ТОЧНІСТЮ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З
ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ 38
15. **Д.І. Швець, Ю.Г. П'ятківський**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА ПРОЦЕС ФОРМОУТВОРЕННЯ
ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ 40
16. **О.О. Захарія, В.Р. Кобельник**
ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСТАТИЧНИХ
НАПРЯМНИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ 42
17. **І.В. Луців, В.А. Хомяк, Д.П. Щигельський**
ПРИСТРОЇ КЕРУВАННЯ ПЕРЕХІДНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРИ
СВЕРДЛІННІ І ФРЕЗЕРУВАННІ 43
18. **І.В. Луців, В.Н. Волошин, В.М. Буховець, В.О. Гуга**
МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧІ СИЛ У ЦАНГОВІЙ ЗАТИСКНІЙ ОПРАВЦІ ДЛЯ
ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ 45
19. **В. Щепановський, Н. Лебедева-Скочеляс, С. Янковий, В. Ясній**
МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ ПІДСИЛЕНОЇ
СПЛАВОМ ІЗ ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ 47
20. **Ю.І. Горбань**
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЗПОДІЛУ СТРУМУ У ЗОНІ
ЗВАРЮВАННЯ 49
21. **Пасічник А.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО
ЗВАРЮВАННЯ КОРПУСУ КОНТЕЙНЕРА 51
22. **А.П. Кузняк, О.І. Кравець**
МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРЕН КУКУРУДЗИ У ПРОЦЕСІ ЇХ
СОРТУВАННЯ В БАРАБАННОМУ ТРІСРІ 53

23. **М.М. Фік**
СХЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕШІТ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОЇ ДІЛЯНКИ СЕПАРАТОРА 54

СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

1. **В.О. Церковний, Я.В. Литвиненко**
ВЗАЄМОДІЯ СИСТЕМ СТЕЖЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БАГАЖУ 56
2. **О.М. Днись, О.І. Голояд, І.П. Парій**
ЗУПИНОЧНІ ПУНКТИ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ 58
3. **В.О. Церковний, Я.В. Литвиненко**
АНАЛІЗ ПЛАТФОРМ ARDUINO, RASPBERRY PI ТА ESP8266 В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БАГАЖУ 59
4. **Р. Соломка, Я. Литвиненко**
АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ 60
5. **М.Н. Дябло; В.Р. Халуца; О.П. Цьонь**
РОЗРОБЛЕННЯ ГРАФІКІВ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ 61
6. **Р. Соломка, Я. Литвиненко**
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 62

СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

1. **С.М. Бабюк, О.О. Грицюк, І.С. Косткіна**
РАЦІОНАЛЬНЕ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ 63
2. **П.І. Довгань, Е.І. Олашин, А.О. Кукура**
АНАЛІЗ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 65
3. **В. С. Закордонець, С.В. Кріль, Н.А. Пастушак**
РОЗРОБКА ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИСТРОЇВ 67
4. **Ю.Б.Керя, В.П.Коваль**
РОЛЬ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ 68
5. **М.В. Ковальчин, В.П.Коваль**
ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ 69
6. **А.І.Рудик, В.П.Коваль**
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ДВОРОТОРНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ 70
7. **С.С.Стельмах, В.П.Коваль**
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ УСТАНОВОК МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ 71
8. **В.В. Сурмак, В.П.Коваль**
РОЛЬ ОСВІТЛЕННЯ ТА ВИМОГИ ДО НЬОГО ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПТИЦІ 72
9. **Ю.М. Бендюг, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова**
ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ СОНЯЧНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ФАСАДАХ БУДИНКІВ 73
10. **М.В. Гавдера, В.І. Гетманюк, І.В. Белякова**
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБІГРІВУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ 75

11.	О.А. Буняк, В.В. Миколишин ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕЦ	76
12.	О.А. Буняк, Х.Т. Рудько, О.М. Трунова ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	77
13.	І.В. Ковальчук, Н.А. Куземко, І.М. Сисак ВИБІР ГОЛОВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ	78
14.	В.О. Купчик, Т.Т. Сердюк, Г.І. Головачук, Р.Б. Волосинецький, Л.Т. Мовчан, І.М. Сисак ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ	80
15.	Р.В. Бартошевський, Б.Я. Оробчук ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ	82
16.	Б.Я. Оробчук, Н.Я. Кіт ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ МОДЕЛІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В ПАКЕТІ МАТЛАВ	84
17.	Б.Я. Оробчук, М.М. Корягін ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ І АВТОМАТИКИ	86
18.	Б.Я. Оробчук, В.І. Пихач ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ	88
19.	А.М. Лупенко, О.О. Вакуленко, В.І. Вузький АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ХЛИБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	90
20.	А.М. Лупенко, О.О. Вакуленко, В.В. Локотеш МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА З ОБРОБЛЕННЯ КАМЕНЮ	92
21.	А.М. Лупенко, О.О. Вакуленко, С.Ю. Санчела МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ 110 КВ	94
22.	Р.О. Козар, І.О. Присяжнюк, О.М. Рудницька, Т.М. Козак, Я.М.Осадца АПРОКСИМАЦІЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ	96
23.	Я.О. Філюк, В.А. Андрійчук, А.М. Лисий, Д.І. Кваковський СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНОЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ ДЛЯ ВІДДАЛЕНИХ СПОЖИВАЧІВ	97
24.	М.М. Зінь, Ю.Б. Підгайний ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МЕРЕЖЕВИХ МІКРОГЕС В УМОВАХ ТОТАЛЬНОГО АБО ЧАСТКОВОГО БЛЕКАУТУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ	98
25.	Б. О. Качанов, М.С. Наконечний ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	99
26.	В.В. Карманов, Л.М. Костик РОЗРОБКА ЕНЕРГООЩАДНОЇ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ПРИМІЩЕНЬ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ТА КОНТРОЛЬ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ	100

27. **С.Б. Красіцька, М.Г. Тарасенко**
ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ 102
28. **П.В. Білоус, В.П. Коваль**
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕПЛА ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА МІНІ-ТЕС 105
29. **В.П. Волоський, А.М. Паламар, С.А. Лупенко**
МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ОПОРУ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ LI-ION АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ 107
30. **В.В. Желихівський**
МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ НА ПЕРЕМИКАННЯ В СИНХРОННОМУ ПОНИЖУВАЛЬНОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ 108

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

1. **Я.Ю.Хижнюк, Т.О.Лісовська, О.І.Вічко**
РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ 110
2. **М.Р. Леськів, Г.В. Карпик**
ОЦІНКА ЯКОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З *AEGERIODIUM PODAGRARIA L.* 111
3. **Л. Федак**
ЕФЕКТИВНІ МІКРООРГАНІЗМИ В ГАЛУЗІ БДЖІЛЬНИЦТВА 112
4. **О.О. Савчук, М.І. Полевий, Н.М. Зварич**
ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ 113
5. **В.Ю. Головач, В.Я. Ворощук**
ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕКАНТОРА ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ КАЗЕЇНУ 115

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **Т. Базан, Б. Млинко**
АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА 116
2. **Т. Базан, Б. Млинко**
МЕТОДИ ОЦІНКИ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА 117

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

1. **Н. Завацький, Л. Романюк**
ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ СИСТЕМАМИ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ 118
2. **Л.В.Хвостівська, В.В.Казьмірів, А.В.Ремез**
ВЕЙВЛЕТ ОБРОБКА РАДІОСИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ НА ФОНІ ЗАВАД 119
3. **Н.Г.Гонгало, М.О.Хвостівський**
ВЕЙВЛЕТ ОБРОБКА МАГНІТОКАРДІОСИГНАЛІВ В БАЗИСІ ХААРА 121
4. **А.А. Станько, А.Г. Микитишин, О.С. Голотенко**
КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ 122
5. **Р.О. Ніколайчук**
РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖЕВИХ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATMEGA 124

6.	В.А. Готович, І.Р. Ралік ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ ОБЛІКУ РЕАЛІЗАЦІЇ ТОВАРІВ В ТОРГІВЛІ	126
7.	В.В. Ковальчук, І.В. Чихіра, О.В. Тотосько КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ ПРИ ЗГІНІ	127
8.	А. Хом'як МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕКУРЕНТНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	128
9.	Р.С. Гром'як, С.С. Серкіз ВЗАЄМОДІЯ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ З КЛІЄНТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ CRM- СИСТЕМ	129
10.	Р.С. Гром'як, С.С. Серкіз CRM-СИСТЕМА ЯК ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОВІДНОСИН З КЛІЄНТАМИ	130
11.	В.А. Готович, А.В. Мачужак ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СІ/СД ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕСТУВАННЯ ТА РОЗГОРТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	131
12.	І.В. Струтинська, В.О. Мельник РОЛЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ	133
13.	Є.Б. Яворська, А.С. Каплунова АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕННЯ ЗАВАД В ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛАХ	135
14.	Є.Б. Яворська, А.О. Карнов ЗАСОБИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я	136
15.	О.М. Петрик, В.О. Суховерша, С.В. Марценко ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АРХІТЕКТУР ДЛЯ КРИТИЧНИХ ІНФРАСТРУКТУР	137
16.	О.М. Петрик, В.О. Суховерша, С.В. Марценко ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ	138
17.	І.В. Воробець ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ ЧАСОВИХ РЯДІВ НА ВИБІР МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ	139
18.	О.О. Кузьо, В.К. Крилов, Н.Л. Мацюк ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OSINT ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОРТРЕТУ КОРИСТУВАЧА	140
19.	А.К. Карнаухов, О.О. Кузьо КОНСОЛІДАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СТРУКТУР BIG DATA	141
20.	І.Г. Купратий, А.М. Паламар КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ПАЦІЄНТІВ	142
21.	В. Лісовський, А. Зелінський, О. Сороківський АНАЛІЗ ЗАДАЧ МАШИННОГО АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕННЯ ТА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ	143
22.	А. Зелінський, В. Лісовський ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОТОКОВИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ AWS KINESIS	145

23.	А.М. Паламар, Ю.А. Гук КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	147
24.	Д.Р. Колісник, Д.В. Мидлик, І.Ю. Дедів, Л.Є. Дедів ЗАДАЧА ОЦІНЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ У ВІДКРИТОМУ ПРОСТОРИ	148
25.	С.Р. Пискальний, Б.В. Сарняк, І.Ю. Дедів ЗАДАЧА УЩІЛЬНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	149
26.	М.П. Мотелюк, С.Т. Боїло, І.Ю. Дедів, В.Г. Дозорський МЕТОДИ ОБРОБКИ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ БЕЗПЕКОВИХ СИСТЕМ	150
27.	Б.Є Томс, Г.П. Химич ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТОВОЛОКОННИХ ЛІНІЙ У МІСЬКИХ УМОВАХ	151
28.	А.О. Naida, L.V. Moroz DATAFICATION: THE PROBLEM BENEATH THE SURFACE	153
29.	О.В. Палка МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА РОЗУМНОГО МІСТА	155
30.	О.В. Палка ІНТЕГРОВАНА АРХІТЕКТУРА РОЗУМНОГО МІСТА З БЛОКЧЕЙНОМ ТА ІОТ	157
31.	І. Гунчак, Г. Химич ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ З СУПУТНИКОВИМИ СИСТЕМАМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ДРОНІВ	158
32.	А.В. Атаманчук, І.Ю. Дедів МЕТОД ВІЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БПЛА З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	160
33.	В.Л. Дунець, Н.І. Шилівський, О.Ю. Щирба, Д.О. Гуменюк, Т.В. Чирський АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ	162
34.	В.В. Никитюк, к.т.н., О.Ф. Дозорська, к.т.н., А.К. Карнаухов МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТЕНТИФІКОВАНОГО ВХОДУ КОРИСТУВАЧІВ	163
35.	С.В. Уніят, М.О. Хвостівський АКТУАЛЬНІСТЬ ОБРОБКИ ПУЛЬСОВИХ СИГНАЛІВ ПРИ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ У КАРДІОДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ	164
36.	Ю.Б. Капаціла, С.Р. Дідур ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ	165
37.	Н.А. Гарматюк, П.О. Скалецький, В.О. Дуда ХМАРНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПЛАТФОРМИ ТА MICROSOFT AZURE	167
38.	Н.В. Лісовий, А.Р. Ставицька, А.В. Гіжовський ХМАРНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ	168
39.	П.О. Скалецький, Н.А. Гарматюк, В.О. Дуда ПЕРЕНЕСЕННЯ ДАНИХ УСТАНОВ ТА ОРГАНІЗАЦІЙ З ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ	169
40.	Р. Новчук, Р. Трач, Р. Трембач АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗБОРУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	171

41. **Г.І. Франчевська, М.О. Хвостівський, В.Г. Дозорський**
ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛУ ПЛОДУ НА ФОНІ ЗАВАД 172
42. **І. Слюз, Р. Жаровський**
КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ 174
43. **Y.I. Rudakevych, L.V. Moroz**
VIRTUAL REALITY: A BRIEF OVERVIEW 175
44. **Р.В. Ясінський, Г.М. Осухівська, А.М. Паламар, Д.В. Величко**
КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ 177
45. **П.С. Панчишин, М.І. Паламар**
МЕТОДИ І ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АНТЕННИХ КОМПЛЕКСІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ 178
46. **А.О. Сачковський, М.І. Паламар**
ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ NECHAROD ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕЦИЗІЙНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЇЇ РОБОТИ 180
47. **В.С. Шкурін, Л.Є. Дедів, В.Г. Дозорський**
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ДОЗИ ГЕМОДІАЛІЗУ 182
48. **О.В. Куц, М.О. Мартиняк, В.Б. Савків**
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА МОНИТОРИНГУ ЗБЕРІГАННЯ РІДКОЇ ПРОДУКЦІЇ 183
49. **В.Р. Медвідь, О.І. Драбик**
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СЕРВОПРИВОДАМИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА 184
50. **Р.П. Навозняк**
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ 185
51. **В. Ліщина, Н. Луцик**
ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ LTE 186
52. **Г.В. Шимчук, О.С. Голотенко, Р.З. Золотий**
ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ХМАРНИХ СЕРЕДОВИЩ 187
53. **М.С. Дзюмак, Р.З. Золотий, О.С. Голотенко, Т.Е. Рубен**
МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТРАНСПОРТУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗАЛЕЖНО ВІД НАЯВНИХ ПЕРЕШКОД 189
54. **А.Г. Микитишин, М.С. Погорельцев, М. М. Прокопов, О.В. Сасовець**
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ФІЛЬТРОМ 190
55. **Ю.І. Микитів, І.В. Чихіра, С. З. Кульчицький, О.І. Пиндик**
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У БУДІВЕЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ 191
56. **І.Я. Харів, В.Д. Тимошук, Р.З. Золотий, І.С. Дідич**
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЗД ДРУКУ ДЛЯ ВИОГOTOВЛЕННЯ ЯКІСНИХ ВИРОБІВ 192
57. **І.В. Луців, д.т.н., професор, Т.С. Дубиняк, к.т.н., доцент, Ю.І. Наконечний, В.А. Соколовський, М.А. Соколовський**
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАСТОЇ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ З МОЖЛИВІСТЮ САМОВІДКЛЮЧЕННЯ 193

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Збірник
тез доповідей**

**XI Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
7-8 грудня 2022 року**

ISBN 978-617-7875-49-8

Підписано до друку 18.12.2022. Формат 60×90, 1/16.
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Умовно-друк. арк. 12,65. Наклад – 100 прим.
Замовлення № 18122022

Друк ФОП Паляниця В. А.
Свідоцтво ДК №4870 від 20.03.2015 р.
м. Тернопіль, вул. Б. Хмельницького, 9а, оф.38.
тел. (0352) 528–777.