



Czech Technical University in Prague

International scientific and practical conference

**SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY:
GLOBAL TRENDS, PROBLEMS
AND SOLUTIONS**

March 12–13, 2021

**Prague, Czech Republic
2021**

International scientific and practical conference «Science, engineering and technology: global trends, problems and solutions» : Conference proceedings, March 12–13, 2021. Prague: Izdevniecība «Baltija Publishing», 2021. 244 pages.

Head of the Organizing Committee – Rector, doc. RNDr.
Vojtěch Petráček, CSc, Czech Technical University in Prague.

Each author is responsible for content and formation of his/her materials.
The reference is mandatory in case of republishing or citation.

CONTENTS

INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Методики обґрунтування вибору розвідувально-вогневих систем з урахуванням умов ведення військових (бойових) операцій Адаменко М. В., Ліцман А. М., Грохольський Я. М.	9
Використання інформації геоінформаційних систем для оцінки стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях Бутко І. М., Худов Г. В., Хижняк І. А.	13
Методи рішення завдань планування поведінки агентів в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень Волков І. Д., Дяченка С. А., Сова О. Я.	17
Information – analytical system of nature protection territories management Zagorodnya S. A., Sheviakina N. A., Radchuk I. V.	21
Обґрунтування напрямків застосування технологій штучного інтелекту у військовій кібернетиці Івахненко Т. О.	25
Organization of distance learning system at Kharkiv Medical University in an emergency situation Kocharova T. R., Popov M. Y.	29
Статистичні методи контролю якості молочної продукції Криворучко О. В., Костюк Ю. В., Самойленко Ю. О.	33
До питання розвитку систем підтримки прийняття рішення на основі інформаційних технологій військового прогнозування Кубявка М. Б., Охромович М. М., Коваль М. О.	36
Перспективи використання БПЛА в інформаційно-телекомунікаційних мережах критичного призначення Лаврут О. О., Лаврут Т. В., Опалинський В. Б.	40
Виготовлення для навчального процесу 3D моделі зрізу приміщення з безприв'язним боксовим утриманням корів Нагорний С. А., Чалая О. С., Криворучко Ю. І.	44
Multifunctional radar capacity while using adaptive control of tracking mode parameters Nakonechnyi O. A., Smirnov O. L., Voinov V. V.	48

Peculiarities of IT-Project Management from the Point of View of Innovation Science Nos M. M., Revenko D. S., Filipkovska L. O.	52
--	-----------

Кібернетичний підхід до моделювання навчальних систем Сікора Я. Б.	54
---	-----------

Аналіз завдань і методів оцінки та вибору альтернатив рішень Троцько О. О., Симоненко О. А., Лазута Р. Р.	58
--	-----------

Застосування ДЗЗ/ГІС-технологій для моніторингу місць захоронення відходів Шевчук О. В., Азімов О. Т.	62
--	-----------

APPLIED MECHANICS

Конструювання конгруентних центроїд у полярній системі координат за допомогою узагальнених рівнянь групи кривих Кресан Т. А., Пилипака С. Ф., Петрик А. М.	67
---	-----------

MATERIALS SCIENCE

Фізико-механічні властивості консолідованих титаноматричних композитів, що містять різну кількість карбіду титану, синтезованого при електричному розряді у вуглеводневій рідині Липнян Є. В., Присташ М. С., Торпаков А. С.	71
---	-----------

Властивості дифузійних захисних покриттів на основі хрому та кремнію на вуглецевих сталях Янцевич К. В.	76
--	-----------

INDUSTRIAL ENGINEERING

Інверсійний метод керування надійністю на етапах проектування Алфьоров О. І., Савченко В. Б., Понаморенко В. В.	80
--	-----------

Технічне діагностування в системі технічної експлуатації автомобілів Блезнюк О. В., Іванов В. І.	83
---	-----------

Розробка плуга-картоплекопача з активним робочим органом Головатюк А. А., Кравченко В. В., Петриченко Є. А.	87
--	-----------

Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Dovbush T. A., Nevko R. B., Tson H. B.	91
--	-----------

Підвищення енергоефективності ковшових робочих органів
землерийних машин застосуванням гнучких гумотканинних елементів
Карпушин С. О., Пантелесенко В. І., Червоноштан А. Л.96

Regular thermal regime of a system of bodies
Peretiaka N. O.100

Simulation of processing with abrasive substance
of angular rectangular waveguide channel
Tryshyn P. R., Lahovskyi O. V.103

ELECTRIC POWER ENGINEERING, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

Method of disinfection and purification of water using pulsed electric
discharges of nanosecond duration in gas bubbles in it
Boyko M. I., Makogon A. V.....107

Method of calibration of electrical measuring devices
of alternating current by square wave signals
Mosharenkov V. V., Velychko V. A., Koval O. V.....111

Optimization of searching for moving targets
of a multifunctional radar station
Piskunov S. M., Romenskyi D. S., Budur M. I.....117

Analysis of methods of protection
of radioelectronic equipment against electromagnetic influence
Iasechko Maksym, Kozyr Anton, Bashynskyi Kyrylo121

High-temperature superconductors (htsc)
as protective materials against the effects of electromagnetic radiation
Iasechko Maksym, Mehelbei Viacheslav, Bologov Andrii.....126

POWER ENGINEERING

Переведення існуючих енергоблоків ТЕЦ у ПГУ скидного типу
Сенецький О. В., Шубенко О. Л., Сенецька Д. О.130

CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING

Характеристика продуктів піролізу гуми
Головенко В. О.....135

Thin-layer organosilicon coatings for
the protection of cellulose-containing materials
Komakha V. O., Komakha O. S.....137

FOOD TECHNOLOGIES

Нові функціональні харчові продукти з використанням нетрадиційної сировини Голуб Л. С., Левченко Є. П.	141
Стабілізація структури фаршів з м'яса птиці Олійник Л. Б., Михайлик Т. О., Лелюх В. О.	145
Використання гідролізату рибного колагену у виробництві кулінарної продукції Олійник М. І., Дзюба Н. А.	149
Вплив рецептурного складу пісочного печива на фізико-хімічні властивості готових виробів Олійник Н. В., Наконечна Ю. Г., Гузевська І. І.	153
Воскоподібні компоненти рослинного походження як функціональні добавки косметичних продуктів Руднєва Л. Л., Андріянова М. В., Бухкало С. І.	158
Інноваційні методи збагачення березового соку Суткович Т. Ю., Палвашова Г. І., Положишникова Л. О.	161
Використання рисового борошна в технології бісквітного печива Шелудько В. М., Фахурі М.	166

TECHNOLOGIES OF CONSUMER GOODS INDUSTRY

Особливості технологічних процесів нанесення зображень на текстильні матеріали Прибега Д. В., Смутко С. В., Онофрійчук В. І.	169
---	-----

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

Видалення СО з газів за допомогою каталізаторів на основі феритних матеріалів Довголап С. Д., Іваненко О. І.	174
Вдосконалення технологічної схеми очистки шахтних вод на основі їхнього доочищення в швидких зернистих фільтрах Кулікова Д. В.	177
Methods of ensuring the environmental safety of areas with a territory network of roads Sheludchenko L. S., Polishchuk D. V., Nosko V. L.	182

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Використання конструктивних рішень будівель і споруд, умов експлуатацій при влаштуванні електрохімічного захисту арматури залізобетонних конструкцій	
Бондар Л. В., Бондар В. О., Попович Н. М.	187
Сучасні вимоги до планувальних рішень торгового простору автозаправних комплексів	
Зигун А. Ю., Авраменко Ю. О.	191
Інформаційні технології моделювання життєвого циклу будівель та споруд	
Іванова Л. С.	193
Пропозиції щодо проектування та будівництва житлових будинків у складних інженерногеологічних умовах у міській забудові	
Трофимович Н. В.	197

TRANSPORT

Úspora energie železničního vozidla	
Biloshytskyi E. V., Zhyzhko K. V.	203
Разработка конструкции автономных тяговых модулей для перспективных условий эксплуатации на железнодорожном транспорте	
Франтишек Буреш	207
Використання сталезалізобетонних прогонових будов для постконфліктного відновлення зруйнованої транспортної інфраструктури	
Гернич М. В., Ключник С. В.	209
Оцінка руху автомобільного колеса в складних умовах експлуатації	
Петров Л. М., Петрик Ю. М., Борисенко Т. М.	213
Принцип SMART в логістиці водного транспорту	
Слатвінська В. М.	218
Дослідження динамічної навантаженості та міцності несучої конструкції критого вагона з пружно-фрикційною хребтовою балкою	
Фомін О. В., Ловська А. О., Рибін А. В.	220

GENERAL ISSUES OF ENGINEERING SCIENCES

Теоретичне дослідження впливу середовища на роботу НКТ Василишин В. Я., Чорна Ю. В.	224
Statistical aspects of occupational injuries in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations Yevtushenko O. V., Siryk A. O., Okhmakevych A. M.	228
Науково-технічна діяльність у реаліях сьогодення: досягнення, актуальні питання та перспективи Кривулькін І. М., Гребцова І. А.	233
Огляд сучасної техніки для механізації технологічних процесів у садівництві Кутковецька Т. О., Дідур В. В.	236

INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

DOI

МЕТОДИКИ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ СИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ УМОВ ВЕДЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ (БОЙОВИХ) ОПЕРАЦІЙ

Адаменко М. В.

*кандидат військових наук,
начальник науково-дослідної лабораторії кафедри розвідки
Національний університет оборони України
імені Івана Черняховського
м. Київ, Україна*

Ліцман А. М.

*кандидат технічних наук,
начальник науково-дослідного відділу
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії
м. Суми, Україна*

Грохольський Я. М.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизованих систем управління
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут
м. Київ, Україна*

Вступ. Результати аналізу воєнних конфліктів останніх десятиліть переконливо свідчать про зростаючу роль розвідувально-вогневих систем (РВС). Так починаючи з операції «Буря в пустелі» 1991 року [1] до АТО (ООС) на Сході України [2, 3] частка виконання завдань щодо ураження цілей зросла із 10–30 % до 50–90 %. Однак, із зростанням залучення РВС до виконання завдань було виявлено низку проблем, які впливають на ефективність їх застосування.

Так, однією з проблем є комплектування РВС елементами з різними можливостями. Включення до РВС засобів польової артилерії (ракетних військ і артилерії), які можуть виконувати завдання із інте-

нсивністю та імовірністю виконання значно більшою ніж можливості засобів розвідки [4]. Або залучення такої кількості засобів розвідки, які значно переважають по пропускній спроможності засоби управління та передачі даних [4].

Наступною суттєвою, на думку авторів, проблемою є неврахування (не достатнє врахування) стійкості функціонування РВС [4]. Так доволі часто при плануванні військових (бойових) операцій враховується лише статична протидія противника, тобто така, яка залежить лише від можливостей самого противника без врахування дій [1, 3].

Означені проблеми при виникненні одночасно можуть повністю нівелювати позитивний ефект від застосування РВС і, загалом, призведуть до організаційних проблем. Такими проблемами можуть бути: складність вибору найбільш важливих властивостей РВС, неможливість визначити обґрунтовану перевагу певної РВС перед іншою. Тому, розроблення методики такого обґрунтування, зважаючи на зростаючу роль РВС у проведенні військових (бойових) операцій, є актуальним.

Виклад основного матеріалу дослідження. Загалом методика вибору РВС базується на методові аналізу. Відповідно до суті методу проведено попарне порівняння визначених критеріїв за усіченим варіантом шкали Сааті. Надалі проведено визначення оцінки компоненти власного вектору за відомою формулою знаходження середнього геометричного значення.

Далі проводиться нормалізацію оцінки вектору пріоритету за розрахунковою залежністю

В подальшому, для перевірки правильності суджень експертів, проводиться визначення параметрів індексу узгодженості та відношення узгодженості за розрахунковими залежностями. Причому відношення узгодженості не повинно перевищувати межу 10 %, в іншому випадку необхідно переглянути судження експертів.

В подальшому проводиться попарне порівняння РВС відносно кожного з критеріїв.

Надалі проводиться визначення глобальних пріоритетів РВС відносно кожного з критеріїв відбору шляхом внесення в таблицю значень нормалізованих оцінок векторів пріоритетів по РВС відносно кожного з критеріїв та нормалізованих оцінок векторів пріоритетів критеріїв. Розрахунок глобальних пріоритетів проводиться за відомою розрахунковою залежністю.

Результати аналізу отриманих даних свідчить, що апаратно-програмний комплекс автоматизованого управління вогнем артиле-

рійського підрозділу ArtOS має суттєву перевагу порівняно з іншими аналогічними засобами від 17 до 22 %.

Загалом результати проведеного дослідження можливо розділити на три частини. Першим результатом є обґрунтування критеріїв вибору РВС на підставі кластерного аналізу вимог до них обумовлених особливостями проведення військових (бойових) операцій. Другим результатом є розроблення методики обґрунтування вибору РВС з урахуванням умов ведення військових (бойових) операцій.

Зрозуміло, що означений підхід до обґрунтування вибору РВС для умов військових (бойових) операцій не позбавлений недоліків.

По-перше, це суб'єктивізм. Адже за основу в цій методиці приймається досвід експертів. Хоча зважаючи на значну кількість військових конфліктів у світі, можна вважати, що досвід у військових фахівців є достатнім для використання означеної методики.

До того ж, особливість метода щодо перевірки узгодженості оцінок підвищує адекватність означеної методики.

Стосовно переваг цього підходу можна зазначити відносну його простоту. Також беззаперечною перевагою цієї методики є її модульність. Тобто здатність замінювати певні блоки іншими більш доцільними для умов певної операції.

Висновки:

1. Визначено, що особливостями проведення військових (бойових) операцій на сучасному етапі розвитку воєнного мистецтва є: швидка зміна обстановки, змагання із противником за вигравш у часі, точності, маневреності, скритності. Також до особливостей відносяться: великий обсяг даних якими необхідно оперувати під час прийняття рішення на бойове застосування (бойові дії). Ще особливостями сучасних військових (бойових) операцій є: узгодженість дій та чітка структура підпорядкованості; автономність щодо забезпечення та місцеположення.

2. Визначено вимоги до РВС обумовлених специфікою проведення військових (бойових) операцій та на підставі їх аналізу сформульовано критеріїв відбору РВС, зокрема: оперативність, точність, скритність, стійкість.

3. Проаналізовано існуючі РВС тактичного рівня (C2-C2SR), які були створені за останні роки, та які мають відкриту інформацію про їх характеристики. Зокрема, проаналізовані такі системи: бойова система управління тактичної ланки «Кропива» (Україна), апаратно-програмний комплекс автоматизованого управління вогнем артилерійського підрозділу «ArtOS» (Україна), автоматизована система

управління «Оболонь-А» (Україна), ударно-розвідувальний комплекс «Сокіл» (Україна, Польща).

4. Розроблено методику обґрунтування вибору РВС з урахуванням умов ведення військових (бойових) операцій, яка ґрунтується на методах аналізу ієрархій, кластерного аналізу та експертного оцінювання. Означена методика дозволяє узгодити особливості проведення військових (бойових) операцій, досвід експертів та вимоги до РВС.

5. Визначено, під час розрахунку прикладу вибору РВС, що апаратно-програмний комплекс автоматизованого управління вогнем артилерійського підрозділу ArtOS має перевагу порівняно з іншими аналогічними засобами від 17 до 22 %.

Література:

1. Lingamfelter, L. Desert Redleg: Artillery Warfare in the First Gulf War. 2020. Lexington, Kentucky: University Press of Kentucky. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctvx0786x>.

2. Загорка, О. М., Колесников, В. О., Коваль, В. В., Загорка І. О. До питання застосування розвідувально-ударних і розвідувально-вогневих комплексів у мережецентричній війні. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2012, 3(9), С. 8-13.

3. Zahorka, A., Shchypanskyi, P., Pavlikovskyi, A., Koretskyi, A., Bychenkov, V. Devising methodological provisions for the comparative evaluation of variants for an armament sample in terms of military-technical level, 2019, 4(3 (100)), pp. 63-72. doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176411>.

4. Катулев А.Н., Северцев Н.А. Математические методы в системах поддержки выбора решений: учеб. пособие. Москва. Высшая школа. 2005. 311 с.

5. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки выбора решений: современное состояние и перспективы развития. Итоги науки и техники. Москва. Высшая школа. т. 21. 1987. 323 с.

6. Ларичев О.И., Мошкевич Е.М. Качественные методы принятия решений. Москва. Наука, 1996. 401с

7. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А., Соколов В.Б. Теория выбора и принятия решений. Москва. Наука, 1982. 330 с.

DOI

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДУ НА ТИМЧАСОВО ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Бутко І. М.

*кандидат технічних наук, доцент,
заступник генерального директора
Державне підприємство «Центр Державного земельного кадастру»
м. Київ, Україна*

Худов Г. В.

*доктор технічних наук, професор,
начальник кафедри тактики радіотехнічних військ
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба
м. Харків, Україна*

Хижняк І. А.

*кандидат технічних наук,
викладач кафедри тактики радіотехнічних військ
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба
м. Харків, Україна*

На сьогоднішній день для оцінки стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях найбільш затребуваною є інформація геоінформаційних систем (ГІС). Це зумовлено безперешкодним отримання видової інформації щодо районів й об'єктів інтересу та ліній розмежування на окупованих територіях і той факт, що необхідна інформація отримується дистанційно.

Наявність інформації ГІС у вільному доступі високої розрізненості дає можливість проводити виконання наступних заходів для вирішення задачі оцінки стану земельного фонду: формувати каталоги (бази даних) щодо територій та підприємств; проводити моніторинг поточного стану територій та об'єктів; аналізувати та прогнозувати можливі наслідки «господарювання»; заздалегідь розробляти комплексні реінтеграційні плани та рішення тощо.

Використання геопросторової інформації в даному контексті доцільно буде поділити на чотири напрямки, а саме, інвентаризаційний, моніторинговий, оперативний та дослідницький. Зрозуміло, що для кожного типу задач необхідно використовувати свій набір вхідних даних, різний за своїми просторовими, часовими та спектральними характеристиками. Також слід враховувати, що необхідно використовувати не «разову» зйомку об'єктів та районів інтересу, а проводити аналіз ансамбля знімків, які наповнюють відповідні каталоги (бази даних), що надасть змогу оцінити події в динаміці.

На сьогоднішній день в плануванні та управлінні земельними ресурсами використовуються сучасні інформаційні технології (ІТ). Вони є необхідним інструментом при розробці систем підтримки прийняття рішень (СППР) у стабільному управлінні земельними ресурсами та розробці політики їх виконання [1]. В Україні на даний час актуальним і перспективним завданням є завдання систематизації та приведення земельних відносин до європейських стандартів, в основі яких лежить інформатизація та автоматизація [1].

Аналіз даної предметної області [2-3] показав, що створення високопродуктивних систем інформатизації та автоматизації має здійснюватися на базі інтелектуальних ІТ, основу яких складають СППР. Дані СППР мають різні математичні базиси та дозволяють на етапі обробки і структурування вихідних даних замінити людські ресурси [3]. Відомо, що будь-яка СППР розробляється при наявності бази даних (БД) та бази знань (БЗ). При оцінці стану земельних фондів БД представляє собою набір даних моніторингу, розрахунків та досліджень, а БЗ – правила виводу, інформацію про людський досвід і знання в даній області, які дозволять виконувати операції над даними БД. При заповненні БЗ в СППР важливу роль відіграють моделі формалізації права, так як землеустрій базується на земельному законодавстві [1, 4]. Особливістю правових формальних моделей є те, що вони повинні бути строгими і не допускати неоднозначного тлумачення. Застосування моделей формалізації в правознавстві сприяє повному та правильному сприйняттю інформації й забезпеченню строгих правових приписів [4]. Використання цих моделей дозволить чітко визначати усі базові поняття і сформулювати аксіоми відносин при оцінці стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях у вигляді відповідних математичних конструкцій, дозволить вирішувати конкретні задачі у сфері земельних відносин за допомогою програмних засобів, розробляти програмне забезпечення з використанням математичних моделей формалізації тощо [1, с. 4].

СППР при виробленні рекомендацій та рішень для оцінки стану земельного фонду використовує інформацію з центрального сховища

даних, яке включає до свого складу БД і БЗ і є частиною ієрархічної структури СППР [3]. В даному випадку БД повинна містити атрибутивну інформацію про земельні фонди тимчасово окупованих територій, власників і відносини між ними, а БЗ повинна складатися з моделей формалізації права.

При розробці СППР необхідно враховувати представлення знань у БЗ онтологічними моделями. Тому, для формального представлення даних в БЗ обрані методи теорії категорій [2]. Дані методи дозволяють у вигляді об'єктів категорії використовувати такі математичні конструкції, як предикати, висловлювання тощо. Така особливість теорії категорій дозволяє комбінувати математичні моделі, які описують відносини для оцінки стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях.

Позначимо вміст БЗ у вигляді багаторівневої моделі – категорії малих категорій, які поєднані між собою функторами. Особливістю даної категорії є те, що її об'єкти це малі категорії. Виділена категорія складається з двох малих категорій: сукупності законів у сфері земельних відносин (K_1) та сукупності схем вирішення задач в сфері землеустрою (K_2), які можуть бути обрані відповідно до заданих правил (критеріїв).

Представлені в БЗ об'єкти категорій K_1 і K_2 дозволяють здійснити послідовний відбір закону і моделі, а потім поставити їх у задану відповідність. Взаємодія між об'єктами категорій K_1 та K_2 є представленням реальних відносин при оцінці стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях.

На основі моделей знань об'єктів та суб'єктів відносин при оцінці стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях здійснюються процес підтримки прийняття рішення, який представлено у вигляді узагальненого методу, послідовність етапів якого наступна:

I. Початок роботи алгоритму, на якому визначається необхідність і доцільність використання СППР для вирішення поставленої задачі. При їх наявності процес переходить на наступний етап методу.

II. Постановка задачі, визначення критеріїв вирішення типових задач. Формування запиту користувача відповідно до атрибутивних даних, наявних у БД.

III. Перевірка відповідності даних запиту критеріям їх обробки і можливості їх використання моделлю БЗ. У разі виявлення невідповідності формується повідомлення та здійснюється перехід на етап II для коригування вихідного запиту.

IV. Пошук модуля або конфігурації модулів вирішення задачі.

V. Підбір модулів (конфігурації модулів) для вирішення задачі. Це забезпечується на основі онтологічних моделей, представлених в БЗ.

VI. Обробка вхідних даних з використанням програмного забезпечення, яке представлено модулем (конфігурацією модулів) в СППР.

VII. Представлення результатів у вигляді та форматі, зручному для їх аналізу користувачем.

VIII. Здійснення контролю запропонованого рішення. При необхідності рішення коригується.

IX. Закінчення роботи, результатом якої є сформований остаточний набір результуючих даних за рішенням задачі, яка була задана користувачем.

СППР, яка реалізує запропонований метод, видає кінцеву множину рекомендацій щодо рішення поставленої задачі і критеріїв її рішення. У свою чергу, користувач має можливість використовувати таку систему в якості засобу автоматизації складного процесу впорядкування відносин при оцінці стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях. Це дозволить: впорядкувати і розвантажити роботу служб, пов'язаних з оцінкою стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях, послабити і в перспективі виключити повну залежність вирішення земельних питань від людського фактору, підвищити ступінь об'єктивності прийнятих рішень.

Наведено приклад вирішення задачі аналізу деградованості земельних фондів з метою їх моніторингу для виявлення якості ґрунту. Для цього були введені відповідні обмеження. Будемо вважати, що мала категорія K_1 складається з 10 об'єктів (земельної ділянки, двох суб'єкти конфлікту, органу державної влади, який приймає рішення з приводу конфлікту і шести відносин між ними) і категорія K_2 складається з одного об'єкту, який описує схему рішення задачі.

Для більш детальнішої розробки СППР кожен морфізм категорії в цій БЗ повинен являти собою конкретний процес, який буде ефективно розпізнаватися програмним кодом на комп'ютері. Для цього морфізми можна представити за допомогою логіки числення предикатів.

Таким чином, отримано метод підтримки прийняття рішення, який покроково описує використання інформації ГІС для оцінки стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях. У перспективі, удосконалюючи і деталізуючи запропонований метод, можливо сформувати більш ефективну СППР для оцінки стану земельного фонду на тимчасово окупованих територіях.

Література:

1. Шипулін В. Д. Система земельного адміністрування: основи сучасної теорії : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 220 с.

2. Лубко Д. В., Шаров С. В. Методи та системи штучного інтелекту : навч. посіб. Мелітополь, 2019. 264 с.
3. Кушлик-Дивульська О. І., Кушлик Б. Р. Основи теорії прийняття рішень : Київ, 2014. 94 с.
4. Радейко Р. І. Теоретико-правові аспекти вирішення проблеми формалізації права. *Право і суспільство*. 2013. Вип. 6(2). С. 42–46.

DOI

**МЕТОДИ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПЛАНУВАННЯ
ПОВЕДІНКИ АГЕНТІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ
ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Волков І. Д.

*кандидат військових наук,
заступник начальника науково-дослідного центру з наукової роботи
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії
м. Суми, Україна*

Дяченка С. А.

*ад'юнкт
Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
м. Київ, Україна*

Сова О. Я.

*доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
начальник кафедри автоматизованих систем управління
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут
м. Київ, Україна*

Вступ. Необхідність проектування інтелектуальних систем прийняття/підтримки прийняття рішень (СППР) при управлінні складними об'єктами і процесами різної природи обумовлюється безперервним зростанням їх складності з одночасним скороченням часу, що відводиться людині, яка приймає рішення (ЛПР) на аналіз проблемної ситуації, ідентифікацію виниклого відхилення від нормального

(штатного) режиму функціонування об'єкту, пошук можливих коригувальних рішень по впливу на об'єкт (процес), оцінку наслідків прийнятих рішень і, нарешті, видачу команд на відпрацьовування необхідних впливів.

Реалізувати СППР у повному обсязі можна лише з використанням сучасних технологій проектування інтелектуальних систем, заснованих на концепціях розподіленого штучного інтелекту, мультиагентності, динамічних баз знань, нейронних мереж, хмарних обчислень. Мультиагентні системи (МАС) мають великий теоретичний і практичний потенціал по створенню інтелектуальних агентів, у тому числі по створенню моделей, заснованих на реактивній поведінці, на основі планування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз існуючих методів планування дозволяє класифікувати підходи, що використовуються, за способами взаємодії із середовищем [1-3]:

а) автономне планування – агент отримує інформацію про стан системи в деякий момент часу і на цій основі будує план, тобто весь етап планування завершується до початку виконання плану;

б) інтерактивне планування – агент використовує інформацію про поточний стан середовища в процесі складання плану, тобто можливе чергування планування і виконання плану.

Також розрізняють [3-5]: а) відкрите планування – агент не використовує інформацію про стан середовища у процесі виконання плану; б) закрите планування – у процесі виконання використовується інформація про стан середовища.

По відношенню до підцілей: а) лінійне планування – при незалежності підцілей; б) нелінійне планування – якщо між підцілями існує деяка залежність.

Існування залежностей у нелінійному плануванні приводить до необхідності організації чергування дій, спрямованих на досягнення різних підцілей. Існують наступні способи рішення даної задачі: а) відкладене підтвердження – упорядкування дій відкладається до виникнення конфлікту цілей; б) лінеаризація – перетворення цілей для досягнення лінійності; в) розподіленість – виконання плану декількома агентами.

Крім того, використовується поділ на: а) неієрархічне планування – пошук ланцюжка дій для досягнення мети (основна проблема полягає в тому, що підцілі не розрізняються по важливості – планувальник може витратити ресурси на досягнення другорядних цілей); б) ієрархічне планування – має на увазі створення планувавльником

ієрархії абстракцій (підцилей). Це спрощує процедуру планування – спочатку створюється план загалом, потім виконується деталізація – спуск по ієрархії. Виділяють два способи створення ієрархій – у просторі задач (розщеплення плану) і в просторі станів (виділення станів у класи еквівалентності). План поведінки інтелектуального агенту може бути формалізовано за допомогою графу, у якому в якості зв'язків (дуг) між вершинами виступають відношення типу «ціль – підціль», «мета – дія», «дія – результат». Шлях у графі, що веде від вершини, яка відповідає поточній ситуації, у кожному з цільових вершин, визначає план дій.

Усі задачі побудови плану дій можна розділити на два типи, яким відповідають різні методи: а) планування в просторі станів (SS-проблема); б) планування в просторі задач (PR-проблема).

Опис ситуацій включає стан зовнішнього світу і стан середовища СППР, що характеризується множиною параметрів. Ситуації утворюють деякі узагальнені стани, а дії в СППР або зміни в зовнішньому середовищі призводять до зміни актуалізованих у даний момент станів. Серед узагальнених станів виділені початкові стани (як правило один) і кінцеві (цільові) стани. SS-проблема складається в пошуку шляху, що веде з початкового стану в один з кінцевих. Початковий стан – початковий рівень компетенцій. Узагальненими станами можлива послідовність розвитку компетенцій.

Простір утвориться в результаті введення на множині задач відношень типу «частина – ціле», «задача – підзадача», «загальний випадок – частковий випадок» і т.п. Іншими словами, простір задач відображає декомпозицію задач на підзадачі (цілі на підцілі). PR-проблема для середовища СППР складається в пошуку декомпозиції вихідної задачі підготовки на підзадачі, що приводить до задач, рішення яких для ЛПР відомо.

Проведемо аналіз основних методів рішення SS – проблем. Представлення задачі в просторі станів допускає задавання ряду моделей: станів, множини операторів і їх впливів на переходи між станами, цільовими станами. Описи станів можуть представляти собою рядки символів, вектори, двомірні масиви, дерева, списки. Оператори переводять один стан в інше. Таким чином, вихідна задача розбивається на впорядковану сукупність підзадач, кожна з яких розв'язується методом планування в просторі станів (рішення SS – проблеми). Слід зауважити, що можливі альтернативи по вибору ключових операторів, так що загальному випадку буде отримано «ТА/АБО» – графа. Проведемо аналіз основних методів рішення PR-проблем.

Планування в просторі задач полягає в послідовному зведенні вихідної задачі до усе більш простих, доти, поки не будуть отримані тільки елементарні задачі. Частково упорядкована сукупність таких задач складе рішення вихідної задачі. Розчленовування задачі на альтернативні множини підзадач формалізується у вигляді «ТА/АБО» графа. У такому графі усяка вершина, крім кінцевої, має або кон'юнктивно зв'язані дочірні вершини («ТА» – вершина), або диз'юнктивно зв'язані («АБО» – вершина). В окремому випадку, при відсутності «ТА»-вершин, має місце граф простору станів. Кінцеві вершини є або заключними (їм відповідають елементарні задачі), або тупиковими. Початкова вершина (корінь «ТА/АБО» графа) представляє вихідну задачу. Ціль пошуку на «ТА/АБО» – графі показати, що початкова вершина розв'язана.

Розв'язними є заключні вершини («ТА» – вершини), у яких розв'язні всі дочірні вершини, і «АБО» – вершини, у яких розв'язна хоча б одна дочірня вершина. Розв'язний граф, складається з розв'язних вершин і вказує на спосіб можливості розв'язання початкової вершини. Наявність тупикових вершин приводить до нерозв'язних вершин. Нерозв'язними є тупикові «ТА» – вершини, у яких нерозв'язна хоча б одна дочірня вершина, а також «АБО» – вершина, у яких нерозв'язна кожна дочірня вершина.

Висновки. Задачі планування поведінки агентів в середовищі СППР, що характеризується високим динамізмом, вимагають особливої гнучкості методів інтелектуального агента. У таких системах неможливо або недостатньо знайти тільки статичний план, потрібно проводити динамічну адаптацію деякого початкового плану до динамічного середовища і, можливо, динамічної мети безпосередньо по надходженню нової інформації, тобто розвиток вказаних в підрозділі методів лежить в площині побудови методів динамічного та адаптивного планування. Таким чином, досліджено поточний стан методів в області МАС та виділений ряд актуальних задач, що вимагають подальших досліджень, до яких відносять: розробку моделей агентів, що самонавчаються, розробка методів колективного навчання, розробка методів нечіткого виводу в моделях спілкування і поведінки агентів.

Література:

1. Luck M., Gomez-Sanz J. Agent-oriented Software Engineering IX. *9th International Seminar, AOSE 2008, Estoril, Portugal, May 12-13, 2008.* 287 p.

2. DeLoach S.A. Moving multi-agent systems from research to practice. *International Journal Agent Oriented Software Engineering*. 2009. No. 4(3). Pp. 378–382.

3. P. Zuiev, R. Zhyvotovskiy, O. Zvieriev, S. Hatsenko, V. Kuprii, O. Nakonechnyi, M. Adamenko, A. Shyshatskyi, Y. Neroznak, V. Velychko. Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. 2020, Vol. 4, No. 9 (106), Pp. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>.

4. A. Shyshatskyi, O. Zvieriev, O. Salnikova, Ye. Demchenko, O. Trotsko, Ye. Neroznak. Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Vol. 9, No. 4. Pp. 5583–5590 DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>.

DOI

INFORMATION – ANALYTICAL SYSTEM OF NATURE PROTECTION TERRITORIES MANAGEMENT

Zagorodnya S. A.

*Candidate of Technological Sciences, Senior Research
Institute of Telecommunications and Global Information Space
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

Sheviakina N. A.

*Ph.D., Senior Research
Institute of Telecommunications and Global Information Space
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

Radchuk I. V.

*Ph.D., Senior Research
Institute of Telecommunications and Global Information Space
of the National Academy of Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

One of the key tasks of environmental management is to create national information system for environmental protection. This system should provide access to environmental information, in particular, it will contribute to

the creation of a national system of nature reserve areas and their status. The issue of protected areas monitoring is pressing in any part of our planet. To increase and preserve biological and landscape diversity, it is necessary to have comprehensive information on the state and dynamics of the research object change which is a certain local ecosystem.

Environmental objects assessment should be carried out on the basis of the entire complex of available information, namely: location data, land use category, borders and total area of nature reserve areas; information from authorized executive bodies in the sphere of creation and preservation of protected areas; organization and previous use of the area; data from area creation design project, nature records materials, monitoring data and special works of settlements and growth of valuable species of fauna and flora; development of infrastructure, transport connection routes including environmental impact aspects [1].

To address the above issues it is reasonable to use a complex of methods for assessing of environmental status of protected areas and forecasting of an anthropogenic impact on the ecosystem. For informational support of decisions making as for implementation of tasks regarding biodiversity loss termination, the formation of an environmental network, nature conservation development it is necessary to create State geoinformation system of environmental objects network.

The main aspect of geoinformation system functioning should be spatially oriented data representation, that is the ability of the system to model environmental situation in a specific natural reserve area by analyzing geographically bound empirical data relating to the environmental status of the area and possible factors of anthropogenic impact inside and outside the selected site as well [2]. Despite active development of information technologies, the issues of nature reserve areas environmental monitoring are paid relatively little attention. During assessment of protected areas as complex ecosystems, the specifics of genetically united, interconnected biocenoses, valuable landscape complexes, and transboundary territories should be taken into account. The involvement of information technologies for the study of nature reserve areas, their morphology and components at the modern scientific and technical level is an important task for addressing the issues related to nature conservation and recreational and economic functions of nature reserves and adjoining territories.

GIS structure for nature reserve fund should be the result of joint development of several functional groups of users – environmental scientists, modeling specialists, specialists in automated control systems, IT specialists. The main functions of environmental GIS of nature reserve areas are:

- Visualization and mapping of environmental assessment results;
- statistical analysis of the results;
- issue of recommendations for adoption of management decisions.

Recommendations is making by using methods of study of natural objects that are under conservation status and carry the function of natural environment stabilization and namely remote sensing methods, mathematical modeling of anthropogenic load processes and environmental reactions to this process and GIS technologies.

The use of geoinformation technologies will significantly increase the efficiency of decision-making that will increase the effectiveness of environmental management of protected areas. GIS should include tools for obtaining statistics, both in the form of a database and interactive maps as well, convenient simulation tools including input and output tools, further interpretation of simulation results, analysis tools, conclusions and issuance of recommendations for use of system approach methodology by the expert.

It is proved that such a system should be technologically organized as follows:

- input data and indicators, data sources (needs and availability);
- estimated parameters of ecosystems state and anthropogenic load;
- a set of estimated indicators, criteria and scale, algorithms of calculation;
- system of evaluation maps and tables (according to the estimated indicators);
- requirements as for software for workplaces and personnel;
- methodical scheme and operations sequence during monitoring.

For effective decision-making in the sphere of nature reserve areas preservation and environmental safety ensuring, it is necessary to develop a geoinformation system, the core of which should be the environmental and mapping model of the nature reserve area, which reflects current environmental situation and assessment results. On the basis of the above GIS it is necessary to develop a scheme of the state information and analytical system for protected areas management which will function as an environmental decision making support system. Information technologies and systems are based on the GIS technologies and analysis of protected areas space images, for environmental status assessment and changes dynamics within studied ecosystems, as well as for reserve areas ecosystem management tasks solving. The descriptive and analytical part of the geoinformation system of nature reserve area assessment should contain data on:

- geographical location, region surrounding;

- natural resource potential;
- landscape features of relief, soil characteristics and hydrology;
- climate conditions (temperature regime, precipitation, humidity, wind, etc.);
- materials from scientific research concerning the natural reserve object;
- the environmental situation in the region.

The control system is an open information system, priorities of important environmental public interests, natural ecosystems preservation, reproduction of crisis changes in the state of environment and prevention of emergency ecological situations [3]. Creation and functioning of the control system for integration of environmental information systems covering natural protected areas is based on the following principles:

- consistency of regulatory and organisational and methodical support, compatibility of technical and software support of its components;
- systematic monitoring of environmental state and affecting it anthropogenic objects;
- early obtaining, the complexity of the processing and use of environmental information that is received and stored within the monitoring system;
- the objectivity of primary, analytical and forecast environmental information and the efficiency of its transmission to the state authorities, local self-government bodies, public organizations, mass media, and population.
- patterns that can not be detected by other methods.

GIS integrate not only information resources but also advanced information technologies: database technologies, automated cartography technologies, digital processing technologies for positioning and Earth remote sensing, Web services technologies in open Internet environments, etc. GIS technologies combine traditional operations with databases such as inquiry and statistical analysis with the benefits of full-fledged visualization and geographic (spatial) analysis provided by the map. That is, with the help of GIS, an effective user interaction with distributed information resources containing data on the geographic binding of real objects can be arranged, as it ensures the integration of diverse spatial information and the most natural representation for a person in the form of a map [4]. However, existing methods for representation and analysis of spatial information from small and homogeneous data sources, to which the latest geographic information systems are oriented, require improvement and development of fundamentally new methods of interaction of users with distributed

information resources, systems and between themselves in the process of using digital geographic data, the volume of which is constantly increasing, and types, formats and sources of income are diversified.

References:

1. Korchenko O., Pohrebennyk V., Gancarczyk J., Sheviakina N., Zagorodnia S. Use of modern information technologies for and management of nature reserve areas/ *International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2019*. Albena, Bulgaria. 2019. P. 697–703.
2. Trofymchuk O., Yakovliev Y., Klymenko V., Anpilova Y. Geo-modeling and monitoring of pollution of waters and soils by the earth remote sensing. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference – SGEM*. 2019. № 1-4. Pp 197-204.
3. Lukianova, V., Trofymchuk, O., Anpilova, Y. Environmental safety of motor transport enterprises within the urban areas. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21(4). Pp 231–236.
4. Trofymchuk O., Zahorodnya S., Sheviakina N., Radchuk I., Tomchenko O. Remote Sensing Monitoring of Biotopes Distribution within Nature Reserve Area. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*. 2020. Vol. 76. No. 3. Pp. 109–120.

DOI

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВІЙ КІБЕРНЕТИЦІ

Івахненко Т. О.

кандидат технічних наук,
провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку
Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна

Вступ. Зразки озброєння та військової техніки (ОВТ), побудовані відповідно до традиційних принципів дії та фізичної (поелементної) побудови, невпинно приближуються до своїх граничних можливостей, що зумовлює необхідність пошуку та застосування нетрадицій-

них підходів при подальшому розвитку ОВТ та інших принципів побудови і використання засобів протидії та збройної боротьби [1-3].

Головна архітектурна особливість, яка відрізняє інтелектуальну систему від системи, побудованої за традиційною схемою, пов'язана із впровадженням механізмів зберігання та обробки знань для реалізації здібності з виконання покладених на неї функцій, у невизначених умовах та при випадковому характері зовнішнього впливу.

До них можливо віднести непередбачувану зміну цілі, експлуатаційних характеристик системи та об'єкта управління, параметрів зовнішнього середовища та ін. Таким чином, визначення основних напрямків використання технологій із застосуванням методів та технологій штучного інтелекту в оборонній сфері має актуальний характер.

Виклад основного матеріалу дослідження. Штучний інтелект є одним із нових напрямків розвитку прикладної науки. Властивості цього напрямку можливо визначити як напрям діяльності, що проявляється в здібності за допомогою інформаційних (не обов'язково комп'ютерних, а в майбутньому можливо біоінформаційних) систем застосовувати практичні додатки раціональних рішень у наперед необмеженому числі різноманітних ситуацій, в тому числі (можливо перед усім) в умовах невизначеності (слабкої структурованості інформації).

Штучний інтелект вже в найближчий час забезпечить приріст ефективності діяльності в таких областях військової справи як:

- моделювання, ведення бойових дій та обґрунтування складу сил та засобів, що застосовуються;

- функціонування інтегрованих систем розвідки та управління, дистанційно-керованих, розвідувально-ударних бойових комплексів, робототехнічних систем військового призначення та ін.;

- управління мобільними розподіленими системами бойової охорони заданих кордонів та об'єктів;

- використання тренажерів, навчаючих систем та ін.

Іншим напрямком використання штучного інтелекту в військовій справі можуть бути системи ОВТ, такі як:

- комп'ютерні системи, що здатні до самонавчання, придатні до обробки не структурованої інформації за сучасними та перспективними матеріалами, електронно-елементної бази, промисловими технологіями, окремими деталями, вузлами та агрегатами, здійснення їх поєднання та сполучення (енергетичного, матеріального, інформаційного та ін.) в зразках ОВТ; високопродуктивні обчислювальні

інтелектуальні системи для пришвидшеної розробки зразків ОВТ із врахуванням інформації про можливості застосування нових, невідомих раніше засобів атаки противника в загрозовий період; інтелектуальні програмно-технічні комплекси створення засобів захисту, адаптації до нестабільних параметрів обстановки, що змінюють властивості під впливом вражаючих факторів сучасної зброї та інші.

Особливу значимість у військовій справі набудуть системи прийняття рішень по відсічі нападу противника – системи аналізу факту та способу нападу противника, яка спроможна до самонавчання, оцінки складу та характеристик зброї, що застосовується, параметрів точок ураження, втрати сил та засобів, визначення способу ефективної протидії.

Не менш важливими будуть інтелектуальні технології оперативно-го аналізу факторів ураження термічного, баричного, біохімічного та іншого характеру, пришвидшене виготовлення ліків та препаратів з врахуванням характеру ушкоджень та стану потерпілого, конструювання антидотів та білків, нейтралізуючих джерела ураження токсичними речовинами та новими патогенними мікроорганізмами.

Важливим аспектом також є удосконалення методів оцінки фізичного, психофізіологічного та психічного стану військовослужбовців при проведенні бойових дій, уточнення їм задач та корекції дій із врахуванням їх стану.

Наступний напрямок пов'язаний із вдосконаленням ергономічних характеристик ОВТ шляхом створення біокібернетичних кабін операторів з повною інтеграцією системи життєзабезпечення військовослужбовців, із засобами інтелектуальної та психофізіологічної підтримки, адаптивних та здатних до перебудови у відповідності із вирішуваними бойовими задачами, індивідуальними характеристиками операторів та їх фізичним станом на даний момент.

На цей час активно продовжуються дослідження і в області створення інтелектуальних тренажерів для навчання операторів, водіїв, льотчиків основним правилам керування ОВТ в складній обстановці, імітації бойових дій, оцінки психофізичного стану осіб, що навчаються, їх можливостей дій в аварійних та інших ситуаціях.

Особливу роль в найближчому майбутньому будуть відігравати інтелектуальні технології розвідки, засновані на методах «розумного» компонування, прив'язки, дешифрування матеріалів розвідки, інтелектуальної обробки інформації, що отримана від органів розвідки, в тому числі кібер-розвідки, підготовки рекомендацій, розвідувально-інформаційного забезпечення застосування зброї.

Стосовно штучного інтелекту в цілому, можливими причинами виникнення ризиків буде наступне: недоліки та обмеженість методів штучного інтелекту, що пов'язані, наприклад, з неповним обліком етичних норм; недостатній розвиток теорії співпраці когнітивних систем, що призводить до неадекватної комунікації в системі «людина-штучний інтелект», проблеми штучного інтелекту військового призначення.

При розгляді граничних можливостей штучного інтелекту виникає питання про те, чи зможуть дані методи (наприклад, нейронні мережі) «змодельовати» рішення командира на полі бою.

На сьогодні технології штучного інтелекту дозволяють підвищити бойову ефективність зразків ОВТ, зменшити витрати на їх експлуатацію, зменшити ризик поранень та загибелі людей. В цілому розвиток науково-технічного прогресу буде сприяти все більшому застосуванню штучного інтелекту у військовій справі.

Висновки. Інноваційний розвиток збройних сил держави обумовлює необхідність планомірної інтеграції в їх систему озброєння, поряд із традиційними видами ОВТ, принципово нових нетрадиційних зразків, в тому числі і тих, котрі містять засоби, що використовують вбудовані елементи штучного інтелекту. Хоча це і потребує суттєвих фінансових затрат та інших ресурсів, проте, дотримуючись тенденцій розвитку збройних сил провідних країн світу, необхідно послідовно переходити на впровадження подібних інновацій, котрі передбачають використання наведених сучасних засобів.

Це, в свою чергу, потребує подальшого розвитку науково-технічної, проектно-конструкторської та виробничо-технологічної бази обороннопромислового комплексу. Без неї стає неможливим створення наукомістких та високотехнологічних зразків ОВТ для потреб збройних сил країни.

Стосовно основних напрямків застосування технологій, що містять елементи та методи штучного інтелекту в оборонній сфері, то такими слід вважати наступні: моделювання, ведення бойових дій та обґрунтування складу сил та засобів, що застосовуються в них; організації функціонування інтегрованих систем розвідки та управління, дистанційно-керованих, розвідувально-ударних бойових комплексів, різних робото-технічних систем військового призначення та інш.

Даний матеріал, з практичної точки зору, буде доцільним використовувати при визначенні заходів щодо визначення шляхів вдосконалення системи ОВТ як на середньострокову, так і довгострокову перспективу їх розвитку, особливо в частині подальшого розвитку систем управління, силами та засобами збройної боротьби.

Література:

1. Величко О. Ф., Гриб Д. А., Демідов Б. О., Луханін М. І. Проблемні аспекти інтеграції нетрадиційних видів озброєння до складу перспективної системи озброєння збройних сил держави. Озброєння та військова техніка. 2017. № 3(15). С. 77–83.
2. Cummings M.L. Research Paper Artificial Intelligence and the Future of Warfare [Electronic resource]. International Security Department and US and the Americas Programme, London 2017. 18 p. Режим доступу: <https://www.chathamhouse.org/publication/artificial-intelligence-and-future-warfare> (дата звернення 25.01.2021).
3. UK Essays. Artificial Intelligence In Military Application Information Technology Essay. November 2013. [Electronic resource]. Режим доступу: <https://www.ukessays.com/essays/information-technology/artificial-intelligence-in-militaryapplication-information-technology-essay.php?vref=1> (дата звернення 25.01.2021).

DOI

**ORGANIZATION OF DISTANCE LEARNING SYSTEM
AT KHARKIV MEDICAL UNIVERSITY
IN AN EMERGENCY SITUATION**

Kocharova T. R.

*Senior Lecturer at the Department of Medical and Biological Physics and
Medical Informatics
Kharkiv National Medical University*

Popov M. Y.

*Student at the III Medical Faculty
Kharkiv National Medical University
Kharkiv, Ukraine*

This problem has been relevant in nowadays quarantine measures. In addition, we can evaluate objectively on the example of our university, highlighting the benefits. The history of distance learning began in the 18th century with the development of postal communication between cities in the form of «correspondence».

The development of radio and television was accompanied by the creation of popular science and educational programs. In the 1950s, television courses were developed, in particular, the University of Wisconsin in 1965 introduced an educational program for doctors in the telephone format. Later, Coastline Community College was established to offer educational films to universities, and in 1976 the first «virtual college» was opened.

The number of people interested in science and seeking education has grown. In 1960, Donald Bitzer of the University of Illinois created a prototype of the first e-learning system – PLATO, which was designed for students who are in distance learning or living very far away. With the advent of Internet technology, distance education has been given the opportunity to teach online.

During the 1980s and 1990s, educational institutions implemented various programs, such as VSS and CALCampus.[1]

Distance learning, like any other learning system, consists of several parts: substantive and organizational. Thus, a distance learning system is a set of software products and solutions that integrates and automates all or most of the learning processes. To properly organize the learning process, the system must automate the actual functions. For example, to provide teaching materials, to organize interactive interactions of the student with the teacher, to provide control and to form reports.

To properly organize the learning process, the system must automate the actual functions. For example, to provide teaching materials, to organize interactive interactions of the student with the teacher, to provide control and to form reports. The distance learning system should provide the following opportunities:

- Management of all types of education (electronic, full-time and part-time).
- Test of knowledge and skills.
- Analysis of training and evaluation of results.
- Providing content and programs.
- Archive of educational materials.

The system consists of many software modules for simultaneous stay of students, teachers, applicants, programmers, employees of various services and departments of the university. Distance learning is conducted through the University portal.

The teacher upload manuals and a list of recommended references in his personal office. Students are enrolled with login and password issued for access to the teaching materials of the course: texts of textbooks, tasks for

independent and control works, recommendations for their implementation, the schedule of studying the material, etc.

As the discipline is studied, the student takes tests and exams, which take the form of tests. Teachers, methodologists and specialists of the technical support service by telephone or video, as well as e-mail and communication on the forum of the University give students advice on issues that arose during the educational process.

Consider the specific organization of distance learning on the example of Kharkiv National Medical University.

- Moodle distance learning system. The learning platform is designed to unite teachers, administrators and students in one reliable, secure and integrated system to create a personalized learning environment. It focuses primarily on the organization of interaction between teacher and students, although it is suitable for the organization of traditional distance learning courses, as well as support for face-to-face learning [2]. Moodle has been translated into dozens of languages, including Ukrainian. The system was used in 2014 – in 197, in 2019 – 229 countries, more than 90 thousand officially registered sites running on Moodle.

In the adapted Moodle system of KhNMU there are departments of all faculties and all courses with disciplines. The functionality includes such features as searching for literature sources, communicating with the teacher in web rooms (using the BigBlueButton application, where you can show a presentation and include webcams), download instructions and lecture materials, organization of modular tests with limited access.

- Google Meet and Zoom video services. Provides lectures with a screen demonstration, conference planning, a system of raising hands, chatting, solving various examples using the board.

- The ACS system of KhNMU – the organization of the electronic magazine, the schedule of students and teachers, auditoriums, departments, a possibility of working off, and also there is an informant, the document flow, the working plan and the private page of the student.

- KhNMU repository is an open electronic archive of academic texts, materials of scientific and educational purpose, created by scientists, teachers, other university staff and students.

The repository provides easy and open access to all types of digital content, including text, images, animations, MPEG, textbooks, research papers and more. – Corporate mail system – a system implemented by GMAIL (Google Mail), which creates mail for a separate domain, which provides automatic distribution of invitations to classes, conferences, meetings and other events.

– The main site of KhNMU and the official telegrams of the Trade Union and KhNMU channels, where important news are posted.

Based on a comprehensive study of distance learning at KhNMU, it can be concluded that it is arranged at a sufficient level and equipped with all special programs. But it is obvious that the relations of participants in distance learning are quite different from the classic interactive model of a modern university teacher – student. And the process of adaptation of students and teachers to distance learning inevitably involved difficulties associated with technical problems of Internet connection, transmission of sound and images, as well as psychological – the lack of face-to-face contact with the teacher and the perception of information in electronic form.

References:

1. Петькова Ю.Р. История развития дистанционного образования. положительные и отрицательные стороны МООС. *Успехи современного естествознания*. 2015. № 3. с. 199-204. URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34763> (date access: 20.02.2021).

2. Moodle // Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Moodle> (date access: 19.02.2021).

DOI

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Криворучко О. В.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Київський національний торговельно-економічний університет
м. Київ, Україна*

Костюк Ю. В.

*асистент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Київський національний торговельно-економічний університет
м. Київ, Україна*

Самойленко Ю.О.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління
Національний університет харчових технологій
м. Київ, Україна*

В умовах сьогодення економічного розвитку харчової промисловості на перший план висуюються проблеми збільшення ефективності функціонування підприємств за рахунок підвищення якості випущеної продукції. Задля вирішення даних питань виникає необхідність у використанні новітніх підходів, що пов'язані у забезпеченні ліній виробництва сучасними засобами неперервного автоматичного контролю, регулювання і керування на основі ефективних інформаційно-інтелектуальних технологій.

Складність технологічних процесів у харчовій промисловості зумовлена тим, що більшість сировини для виробництва є складними і неоднорідними багатокомпонентними сумішами (наприклад, молочна промисловість), які залежать від багатьох факторів, починаючи від самого складу сировини до фізико-хімічних властивостей продукції на проміжних та кінцевих стадіях виробництва і т.п. Все це призводить

до коливань параметрів самого технологічного процесу і якості кінцевого продукту [1-3].

Фактори варіативності технологічного процесу можна поділити на дві групи. Першу групу формують загальні причини, які можуть бути пов'язані безпосередньо із виробничим процесом, а саме: обладнанням, персоналом чи сировиною. Такі варіативності усуваються лише за допомогою керівництва. Другу групу формують спеціальні причини, які можуть бути пов'язані із помилками оператора-технолога, порушеннями технологічного режиму або змінами налаштувань. Такі порушення вирішуються за допомогою спеціалістів, які беруть безпосередню участь у цьому процесі. Всі ці фактори впливають на управлінські рішення, які ґрунтуються на моніторингу та діагностиці ситуацій: збору, обробки та аналізу інформації з використанням статистичних методів [4].

Основним завданням статистичних методів контролю є забезпечення виробництвом, придатної до вживання продукції і надання корисних послуг з найменшими витратами за рахунок вимірювання та аналізу коливань параметрів процесу, що в подальшому дозволяє їх зменшити та знизити появу дефектів.

Два основних поняття контролю якості – це вимірювання контрольованих параметрів і їх розподіл, який засновано на тому, що немає двох абсолютно однакових за величиною параметрів в одних і тих же виробів; в міру того, як вимірювання стають все більш точними, в результатах вимірювань параметра виявляються невеликі розбіжності.

Серед статистичних методів контролю якості найбільш поширені так звані сім інструментів контролю якості [4]:

1) діаграма Парето (Pareto Diagram) – графічний метод ранжування факторів;

2) причинно-наслідкова діаграма Ісікави (Cause and Effect Diagram);

3) контрольна карта (Contrat Chait);

4) гістограма (Histogram);

5) діаграма розкиду (Scatter Diagram);

6) метод розшарування (Stratification);

7) контрольні листки.

У своїй сукупності ці методи утворюють ефективну систему методів контролю та аналізу якості. Дані методи можуть застосовуватися у будь-якій послідовності, в будь-якому поєднанні, їх можна розглядати і як цілісну систему, і як окремі інструменти аналізу.

Отже, статистичний контроль якості – це застосування статистичних принципів, методів і прийомів на всіх стадіях виробництва, направлене на своєчасне виявлення порушень технологічного процесу до того часу, коли може виникнути дефект продукції. За допомогою статистичних методів можливо встановити також і причини таких порушень.

Література:

1. Криворучко О.В, Костюк Ю.О., Самойленко Ю. О. Система підтримки прийняття рішень з управління якістю. *The driving force of science and trends in its development: I International Scientific and Theoretical Conference*. (Coventry, United Kingdom, 29 January 2021). Coventry, 2021. Vol. 3. Pp. 22-23.
2. Федюкин В.К., Дурнев В.Д., Лебедев В.Г. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции. Учебник. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: ИИД «Филинь», Рилант, 2001. 328 с.
3. Безродна С. М. Управління якістю: навч. посіб. Чернівці: ПВКФ «Технодрук», 2017. 174 с.
4. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2009. 304с.

DOI

**ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ВІЙСЬКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ**

Кубявка М. Б.

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Військовий інститут
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Охрамович М. М.

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Військовий інститут
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Коваль М. О.

*молодший науковий співробітник
Військовий інститут
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
м. Київ, Україна*

Ефективність дій військ у бою буде високою лише за умови чіткого визначення мети і завдань, які є наслідком аналізу реальних умов ведення бою, чіткому визначенні сил, засобів і способів дій військ (сил) щодо досягнення цієї мети, матеріально-технічним забезпеченням.

Відповідно прийняття командирами ефективних і своєчасних рішень під час підготовки та ведення бойових дій в умовах невизначених і постійно змінних способів ведення війни на фоні основного удару інформаційної політики країни-агресора, який спрямований на маніпуляцію свідомістю та дестабілізацію країни зсередини [1], стає актуальною задачею, яку найскоріше потрібно вирішувати.

Саме системи підтримки прийняття рішень (СППР) і є тими інформаційними технологіями, які, на сьогоднішній день, забезпечують прийняття раціональних рішень командирами в умовах жорсткого дефіциту часу та високого рівня відповідальності за можливі помилки.

А як оцінити той вплив, який несуть системи підтримки прийняття рішення на раціональну реакцію командира щодо ситуації, яка складається? Як спрогнозувати найбільш можливу реакцію щодо прийняття рішення командиром після отримання ним інформації від системи підтримки прийняття рішення?

У результаті аналізу джерел [2-8], та враховуючи специфіку ведення війни в Україні виділяється раніше невирішена частина загальної проблеми, яка полягає в прогнозуванні розвитку подій після впливу системи підтримки прийняття рішення на командира щодо прийняття ним раціональних рішень. На думку авторів, використання нижче запропонованого способу дасть можливість більш досконало передбачати ймовірні прийняття рішень.

Будь-який інформаційний вплив на отримувача інформації призводить до змін ймовірностей його реакцій [9]. Система підтримки прийняття рішень надає командиру (начальнику) відповідну «підказку» в результаті якої формується саме те, найбільш оптимальне, його рішення. Відповідно оцінку впливу результату такого повідомлення можна представити як різницю між початковими (до впливу на командира) та кінцевими (після впливу) ймовірностями. Виходячи з цього запропоновано оцінити вплив на командира (начальника), через різницю в умовних та безумовних ймовірностях його реакцій на ці впливи.

Для вирішення поставленого завдання застосуємо результати отримані в попередніх роботах авторів щодо оцінки впливу на контрагентів взаємодії та автоматичному адресуванні повідомлень з урахуванням їх інформаційного впливу на адресатів, але з урахуванням специфіки задачі [10].

Так, рішення будь якого командира (начальника) можна, з певною ймовірністю, передбачити за рахунок тих впливів, які на нього здійснюються.

Тобто, вироблення раціонального чи оптимального рішення командиром буде напряму залежати від тієї інформації яка надходитиме йому від СППР.

Виходячи з позиції, що будь який інформаційний вплив призводить до збільшення чи зменшення ймовірності прийняття людиною якогось рішення

$$p(R_i) \neq p(R_i / A_j), \quad (1)$$

де $p(R_i)$ – безумовна ймовірність прийняття рішення R_i командира (визначена його початковою інформованістю);

Тоді, якщо після такого інформаційного наповнення командир приймає раціональні чи оптимальні рішення, то, відповідно, чим більш релевантна інформація надається йому, тоді і ймовірність прийняття ним необхідних рішень збільшується. Зрозуміло що існують підмножини впливу

$$A^+ = \{A_{j_k}\}, k = \overline{1, n^+};$$

$$A^- = \{A_{j_l}\}, l = \overline{1, n^-},$$

де $p(R_i / A_{j_k}) > p(R_i)$; $p(R_i / A_{j_l}) \leq p(R_i)$;

n^+ – кількість «позитивних» впливів;

n^- – кількість «негативних» впливів,

і, незважаючи на те, що інформація що надходить від СППР має вектор лише «позитивного» впливу, а нерелевантне уже відкинуте, залишається певна вірогідність, що надана «допомога» в прийнятті рішення буде розцінена командиром в супереч нашим сподіванням.

Вплив на командира запропоновано вимірювати величиною (зростання) ймовірності безумовної події прийняття ним відповідного рішення та визначати через відхилення умовної ймовірності, від безумовної. Представимо таку оцінку формулою

$$w(R_i / A_{j_k}) = \frac{p(R_i / A_{j_k}) \cdot (1 - p(R_i))}{(1 - p(R_i / A_{j_k})) \cdot p(R_i)}, \quad (2)$$

де $w(R_i / A_{j_k})$ – оцінка величини впливу A_{j_k} на прийняття рішення R_i .

Перейдемо від величини впливу до ймовірності прийняття рішення R_i при багатогранності «підказки» СППР. Для цього пропонується застосувати наступну формулу

$$w(R_i / A^+) = \sum_{k=1}^{n^+} [w(R_i / A_{j_k}) - 1] + 1, \quad (3)$$

де $w(R_i / A^+)$ – оцінка величини всіх позитивних впливів на прийняття рішення R_i .

Тепер використовуючи формули (2) і (3) можна перейти до нової ймовірності прийняття командиром відповідного рішення:

$$p(R_i / A^+) = \frac{w(R_i / A^+) \cdot p(R_i)}{1 + p(R_i) \cdot (w(R_i / A^+) - 1)}, \quad (4)$$

де $p(R_i / A^+)$ – ймовірності прийняття відповідного рішення R_i після всіх позитивних впливів A^+ на командира (начальника).

Висновки. У роботі авторами висвітлено один із варіантів застосування теорії несилової взаємодії, а саме в цілях військового прогнозування, як засобу оцінки прийняття ефективних командирських рішень. Базуючись на проведених попередніх дослідженнях, авторами вирішено задачу оцінки впливу системи на прийняття рішення командира (начальника) на основі представлення такої оцінки як різниці між початковими (до впливу на командира) та кінцевими (після впливу) ймовірностями.

Використання запропонованої моделі, на думку авторів, наближає нашу країну до створення ефективних інформаційних технологій підтримки прийняття рішень та військового прогнозування, що стане одним із вирішальних важелів щодо отримання інформаційної військової переваги над ворогами нашої Батьківщини.

Література:

1. Реалії інформаційної війни в Україні. URL: <http://www.milnavigator.com/uk/realii-informacijnoi-vijni-v-ukraini>. (дата звернення: 09.01.2021).
2. Антонов В.М., Пермяков О.Ю. Комп'ютерні мережі військового призначення. К: «МК-Прес», 2005. – 320 с.
3. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416с.
4. Братушка С.М., Новак С.М., Хайлук С.О. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посібник. Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2010. – 265 с.
5. Колмогоров А.Н. Проблемы теории вероятностей и математической статистики// *Вестник АН СССР*. 1965. Вип. 5. С. 95
6. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: *Логос*, 2002. – 392 с.
7. Демиденко М.А. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. Нац. гірн. ун-т. Д.: 2016. 104 с. – URL: <http://nmu.org.ua> (дата звернення: 09.01.2021).
8. Тесля Ю.М., Кубявка Л.Б., Миколенко А.О., Кубявка М.Б. Використання технологій інформаційного впливу під час підготовки та ведення бойових дій. *СІТСБО*. К: 2014. Вип. 2 (20)/2014. С.147-152.

9. Тесля Ю.Н. Несиловое взаимодействие. – К: Кондор, 2005. – 196 с.

10. Кубявка М.Б. Моделі та методи управління інформаційним супроводженням в умовах гібридної війни: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06, Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ, 2017. – 24 с.

DOI

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ КРИТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Лаврут О. О.

*доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри тактики
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Лаврут Т. В.

*кандидат географічних наук, доцент,
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу (систем
управління військами) Наукового центру Сухопутних військ
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Опалинський В. Б.

*викладач кафедри тактики
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного
м. Львів, Україна*

Сьогодні у світовій науці активно розвивається напрям досліджень, пов'язаний з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Використання БПЛА забезпечує вирішення різноманітних задач, наприклад, при картографування підстилаючої поверхні землі, забезпеченні повітряного моніторингу наземної території під час розвідувальних та пошуково-дослідних робіт, під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) техногенного або природного походження, вимірювання та передачі в реальному режимі часу різноманітних

параметрів: рівня магнітного поля землі, рівня забруднення повітря, температури, вологості тощо [7, с. 61]. Останнім часом через глобальні зміни клімату кількість та масштаби надзвичайних ситуацій в світі постійно збільшуються. Через це професійні аварійно-рятувальні служби часто змушені залучати для ліквідації наслідків НС частини та підрозділи Збройних Сил України, інших військових формувань, утворених відповідно до законодавства України. В таких критичних умовах ключове значення має швидке та ефективне управління всіма залученими підрозділами [5, с. 52-53].

Під час ліквідації НС окремі підрозділи можуть виконувати роботи на значних територіях, в умовах обмеженої видимості та природних перешкод (наприклад, в горах). Всі ці фактори впливають на організацію системи зв'язку та управління, і, тим самим, вимагають пошуку нових підходів та методів до організації цієї системи [1, с. 42-48; 3, с. 91-94].

Сьогодні одним з нових найбільш перспективних напрямів розвитку у сфері інформаційно-телекомунікаційних мереж зв'язку є застосування мобільних радіомереж (МР), що відносяться до класу Mobile Ad-hoc Networks (MANET). В свою чергу розширення можливостей щодо передачі інформації (МР) можна досягати шляхом використання мобільних вузлів на базі БПЛА (рис. 1). Безпілотні літальні апарати можуть застосовуватись для створення безпроводових самоорганізованих мереж Flying Ad-hoc networks (FANET) [6, с. 62; 7, с. 45].

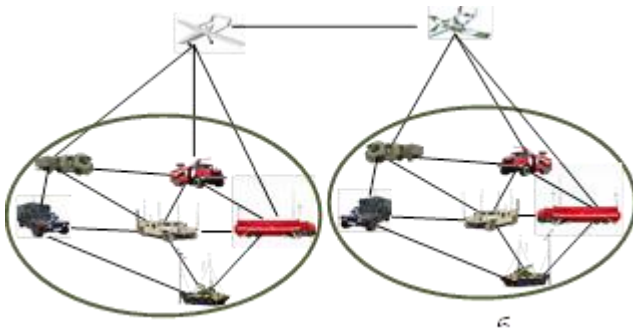


Рис. 1. Варіант побудови інформаційно-телекомунікаційної мережі критичного призначення з використанням БПЛА в якості ретрансляторів

В таких складних системах широкий спектр пристроїв та обладнання може об'єднуватись в мережі шляхом мережевої архітектури бездротових динамічних децентралізованих мереж. Особливістю таких мереж є те, що їх топологія та маршрути передачі даних від вузла-джерела (відеокамера або датчика на борту БПЛА) до вузла-отримувача (комп'ютера наземної станції або рухомого об'єкта) піддається швидким та частим змінам.

Переваги застосування мережі БПЛА наступні:

1. Забезпечується зв'язність між географічно розділеними аварійно-рятувальними підрозділами (групами).
2. Підвищується надійність зв'язку між окремими групами чи підрозділами у межах однієї зони за рахунок появи альтернативних незалежних маршрутів передачі.
3. Зростає продуктивність мережі за рахунок використання радіоканалів між БПЛА з більшою пропускну здатністю; підвищується ефективність керування мобільним компонентом; скорочується в декілька разів довжина маршрутів передачі інформації тощо.
4. Забезпечується задана якість обслуговування абонентів (QoS) тощо.

Особливістю таких безпроводових самоорганізованих мереж (як MANET, так і FANET) є швидка зміна їх топології, і, як наслідок, зміна маршрутів передачі даних від вузла-джерела до вузла-отримувача. Тому важливою задачею є пошук нових методів та підходів до управління мережевими ресурсами в безпроводових самоорганізованих мережах та інформаційною взаємодією між виділеними в них сегментами [2, с. 159; 4, с. 131].

Одним з таких альтернативних методів може бути тензорний підхід до моделювання безпроводових самоорганізованих мереж як складних систем. Він дозволяє вирішувати питання, що стосуються урахування взаємопов'язаних і одночасно суперечливих вимог. Тензорний аналіз дозволяє забезпечити цілісність мережі під час її математичного опису і дослідження, що досягається завдяки багатоаспектній природі математичних моделей, які отримуються на її основі. Системні властивості мережі можна дослідити, спираючись на тензорну модель системи, незалежно від можливих координатних систем її розгляду [1, с. 42].

Нові підходи, методи та технології, розвиток інфокомунікацій взагалі, призвели до появи такої концепції як інтернет речей. Інтернет речей (англ. *Internet of Things, IoT*) – концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані датчи-

ки, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами в автоматичному режимі, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Окрім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі. Саме розвиток у цьому напрямку безпроводових самоорганізованих мереж (як MANET, так і FANET), на думку авторів, вбачається перспективним.

Література:

1. Lavrut O.O., Lavrut T.V. Модель та метод управління трафіком в мережах зв'язку критичного призначення. *Prospects and priorities of research in science and technology: Collective monograph*. Vol. 2. Riga, Latvia: «Baltija Publishing». 2020. P. 36-60. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-008-7.2-3>.
2. Лаврут О.О. Метод динамічного управління потоками інформації з контролем якості передачі у телекомунікаційній мережі військового призначення. *Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем*. 2015. Вип 10. С. 158–169.
3. Лаврут О.О. Новітні технології та засоби зв'язку у Збройних Силах України: шлях трансформації та перспективи розвитку / О.О. Лаврут, Т.В. Лаврут, О.К. Климович, Ю.М. Здоренко. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2019. Вип. 1 (34). С. 91–101. DOI: 10.30748/nips.2019.34.13.
4. Лаврут О.О. Тензор – можлива модель опису системи супутникового зв'язку як складного динамічного об'єкту / О.О. Лаврут, О.Ю. Стрюк, К.О. Польщиков. *Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал*. 2009. Вип. 4(20). С. 131–134.
5. Лаврут Т.В. Інформаційна технологія управління інформаційним обміном в телекомунікаційній мережі критичного призначення / Т.В. Лаврут, В.А. Ожаревський. *International scientific and practical conference «Science, engineering and technology: global trends, problems and solutions»*: Conference proceedings, September 25–26, 2020. Prague: Izdevnieciba «Baltija Publishing». 2020. P. 52-55. DOI: 10.30525/978-9934-588-79-2-1.12.
6. Міночкін А.І. Аналіз використання безпілотних літальних апаратів у якості ретрансляторів тактичних мобільних радіомереж / А.І. Міночкін, О.Я. Сова, О.О. Марилів, О.О. Троцько. *Збірник наукових праць ВІПІ*. Вип. № 1. 2017. С. 61–70.

7. Павлов А.А. Исследование влияния различных параметров на характеристики передачи данных беспроводных многошаговых сетей / А.А. Павлов, И.О. Датъев *Труды Кольского научного центра. Информационные технологии.* 6/2016(40). Вып. 7. 2016. С. 45–55. URL: <https://www.iimm.ru/publikatsii/sbornik-nauchnyh-trudov-2016/> (дата звернення 09.03.2021).

DOI

**ВИГОТОВЛЕННЯ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ
3D МОДЕЛІ ЗРІЗУ ПРИМІЩЕННЯ З БЕЗПРИВ'ЯЗНИМ
БОКСОВИМ УТРИМАННЯМ КОРІВ**

Нагорний С. А.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технічних систем і технологій тваринництва
Харківський національний технічний університет сільського госпо-
дарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна*

Чалая О. С.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агротехнологій та екології
Харківський національний технічний університет сільського госпо-
дарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна*

Криворучко Ю. І.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій тваринництва та птахівництва
Харківська державна зооветеринарна академія
м. Харків, Україна*

Стрімкий розвиток інформаційних технологій є характерною складовою сучасності, яка призводить до значної перебудови інформаційного середовища сучасного суспільства, відкриваючи нові можливості його прогресу, що знаходить своє відображення, перш за все, в сфері освіти [1, с. 95].

Для вивчення питань сучасних технологій виробництва молока було розроблено і виготовлено фрагмент зрізу приміщення для безприв'язного боксового утримання корів у масштабі 1:36 (рис. 1), з повною візуалізацією внутрішнього (колони, огорожа кормового столу, комплекти боксового обладнання для відпочинку тварин, гноє – та кормогноєві канали, скрепери для видалення гною, групові автонапувалки тощо) та зовнішнього (опорна решітка та зовнішній утримувач бокових штор, світлоаераційний коньок) технологічного устаткування.

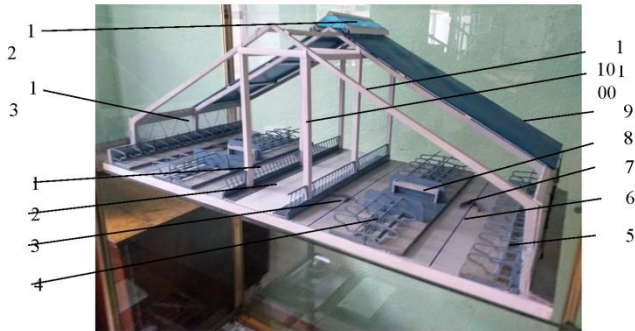


Рис. 1. Загальний вигляд зрізу приміщення для безприв'язного боксового утримання корів

1 – огорожа кормового столу; 2 –кормовий стіл; 3 – кормогноєвий канал; 4 – комплект здвоєних боксів для відпочинку тварин; 5 – комплект пристінних (одинарних) боксів для відпочинку тварин; 6 – гноєвий канал; 7 – скреперна установка для видалення гною; 8 – групова автонапувалка; 9 – кріівля; 10 – колони; 11 – напіврами; 12 – світлоаераційний коньок ; 13 – опорна решітка та зовнішній утримувач бокових штор.

Графічне виконання основних технологічних елементів виконувалося у програмі КОМПАС 3D після чого на 3D принтері Malyan M180 окремо роздруковувалися найбільш складні деталі комплекту боксів (здвоєні та одинарні бугеля, верхні та бокові обмежувачі, грудний упір, платформи під бокси та решітки кормового столу) (рис. 2), не з'єднуючи їх між собою, оскільки можливості даного принтера у цьому напрямку обмежені і друк відбувається лише в одній площині, послідовно нарощуючи шари матеріалу за допомогою екструдера, який під високою температурою розплавляє пластикову нитку. В подальшому всі елементи з'єднувалися між собою вручну за допомогою суперклея.

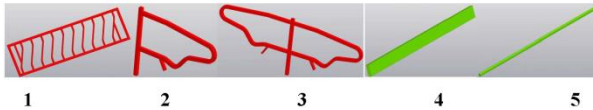


Рис. 2. Елементи моделі, роздруковані на 3D принтері

1 – огорожа кормового стола; 2 – пристінний одинарний бугель; 3 – міжрядний здвоєний бугель; 4 – грудний упір; 5 – верхні та бокові обмежувачі.

Усі інші конструктивні елементи моделі (напіврами, колони, огорожуючі конструкції) виготовлялися із ПВХ панелей, товщиною 2 мм., а також підручних пластикових будівельних матеріалів (вуголки, коробки закріплення дротів тощо) вирізалися, клеювалися, відповідно до масштабу вручну, після чого фарбувалися під реалістичні кольори матеріалів, що використовуються безпосередньо в справжніх корівниках.

Використання 3D моделі зрізу приміщення для безприв'язного боксового утримання корів, при вивченні сучасних технологій виробництва молока, довело його перевагу і доцільність його використання у порівнянні з його відображенням в 2D форматі [2, с. 84; 3, с. 174]. Також візуалізована демонстрація зразка приміщення дозволяє більш широко охопити вивчення будови і принципів роботи усіх технологічних елементів у сучасному промисловому скотарстві, а саме:

- розрізняти варіанти боксового та комбібоксового технологій безприв'язного утримання корів;
- порівнювати раціональність використання корисної робочої площі приміщень;
- аналізувати використання різних конструкцій огорож кормового столу (діагональні решітки, самофіксуючі типу «Хедлок» та просто у вигляді надходкового обмежувача), а також обґрунтувати параметри фронту годівлі та напування за різних систем і способах утримання;
- рекомендувати можливість використання тієї чи іншої скреперної установки для видалення гною, залежно від прийнятої технології утримання (з використанням підстилки у зоні відпочинку чи гумових матів для комфорту тварин);
- розрахувати освітленість природну та необхідну штучну у різних зонах розміщення тварин;
- обґрунтувати роботу системи вентиляції, залежно від періоду року;

– досліджувати відповідність різних технологічних елементів (висоту, ширину та глибину боксів, залежно від живої маси тварин і їх кількість в одному ряду, ширину гноє- та гноєкормового каналів тощо) до норм технологічного пректування з урахуванням комфорту тварин;

– визначати особливості монтажу окремих технологічних елементів.

Література:

1. Вакулюк В.М., Семенова Н.Г. Использование мультимедиа технологий в лекционном курсе . *Современные наукоемкие технологии*. 2004. Вип. 2. С. 95–97.

2. Кульбаба С.В., Нагорный С.А., Чигрин А.А./Мультимедиа технологии графики в образовательном процессе. *Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка «Технічні системи і технології тваринництва»*. 2014. Вип. 144. Харків. С. 83–88.

3. Нагорний С. А., Чалая О. С., Чалий О. І. Розробка і використання 3d моделей у навчальному процесі. *Актуальні питання технологій тваринництва та ветеринарної медицини*. 2020. Харків: РВВ ХДЗВА. С. 172–176.

DOI

MULTIFUNCTIONAL RADAR CAPACITY WHILE USING ADAPTIVE CONTROL OF TRACKING MODE PARAMETERS

Nakonechnyi O. A.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine*

Smirnov O. L.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine*

Voinov V. V.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine*

Control of parameters of the multifunctional radar (MF) tracking mode consists in calculating the cycle duration of coordinates measurement of each target τ and its clock cycle (period for updating information) [1, p. 72]. The relationship between the specified parameters is described by the following expression [2, p. 98]:

$$T_{\text{udi}} = N \cdot \tau, \quad (1)$$

where N is the number of simultaneously tracked targets.

To ensure the required tracking accuracy of targets intensively maneuvering throughout the MF radar scanned area, in work [1, p. 74] it is proposed to use the mode control under consideration, which is adaptive to changes in noise levels in the radar measurement channel as well as in the model of the aerial target service dynamics. In this case, the measurement cycle duration (when tracking buddy-type targets) can be expressed as follows

$$\tau = \tau_0 + GH \left[\frac{\Sigma_{\text{rm}}^2}{T_{\text{udi}}} - \Sigma_{\text{tp}} G \right]^{-1}, \quad (2)$$

where τ_0 is the unproductive loss of time in the measurement cycle duration, s;

G is the noise intensity of the target dynamics model, m^2/s ;

H is the measurement noise intensity, m^2/s ;

Σ_{rm} is the required magnitude of the variance of the tracked target coordinates estimate, m^2 .

Simultaneous solution of equations (1) and (2) shows that the measurement cycle duration depends both on the above characteristics of the tracking process as well as on the number of targets served:

$$\tau = A \left[\sqrt{1 - \frac{4\Sigma_{\text{rm}}^3 G \tau_0}{A^2 N}} - 1 \right] (2\Sigma_{\text{rm}} G)^{-1}, \quad (3)$$

where the auxiliary function is

$$A = GH - \Sigma_{\text{rm}} G \tau_0 - \frac{\Sigma_{\text{rm}}^2}{N}.$$

Analysis of expression (3) from the point of view of the physical feasibility of such duration measurement leads to the conclusion that the MF radar capacity under consideration, expressed by the maximum number of simultaneously tracked targets N_{max} , is equal to:

$$N_{\text{max}} = \left[\frac{\sqrt{\Sigma_{\text{rm}}^3 G \tau_0 - \sqrt{D/4}}}{GH - \Sigma_{\text{rm}} G \tau_0} \right]^2, \quad (4)$$

where the auxiliary function is

$$D = 4\Sigma_{\text{rm}}^3 G \tau_0 + 4(GH - \Sigma_{\text{rm}} G \tau_0)\Sigma_{\text{rm}}^2.$$

Let's consider a number of illustrative examples that make it possible to quantitatively estimate the MF radar capacity while using adaptive control of its tracking mode parameters. We will accept the characteristics of the investigated MF radar and targets located in the area of its coverage similar to work [1, p. 75].

Let the required target tracking accuracy at a distance of 100 km be achieved with a signal-to-noise ratio equal to 20 dB [3, p. 281]. Fig. 1 gives the dependence of the maximum number of targets simultaneously served by the MF radar on the specified value of the variance of their coordinates estimate:

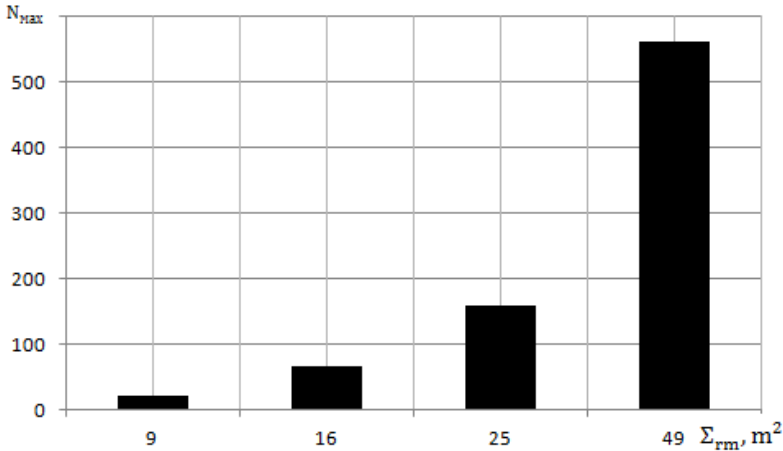


Fig. 1. Dependence of the MF radar capacity on the required target tracking accuracy

Fig. 2 shows the relationship between the MF radar capacity and the amount of available target overload n (for a given tracking accuracy $\Sigma_{rm} = 25 m^2$):

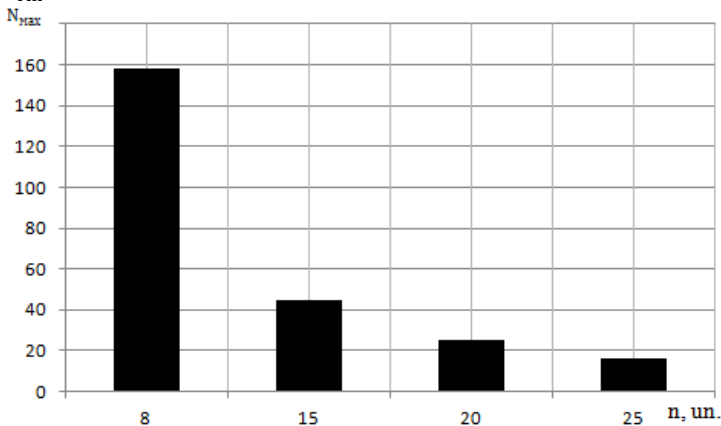


Fig. 2. Dependence of the MF radar capacity on the tracked target maneuvering characteristics

The analysis of the findings presented here shows that adaptive control can provide a significant increase in the MF radar capacity with 50

a corresponding change in the requirements for the accuracy of the information output or the characteristics of the trajectories of tracked targets.

In other words, for a given tracking accuracy of specific type targets, expressions (1) and (3) describe the parameters of the considered mode of the MF radar subject to this proviso

$$N \leq N_{\max}, \quad (5)$$

otherwise, it is necessary to reduce the number of simultaneously serviced objects in accordance, for instance, with the priority range of dangerous targets adopted in the radar control algorithm [4, p. 179].

A similar process for the fulfillment of inequation (5) occurs with an increase in the intensity of the tracked targets maneuver.

References:

1. Адаптивное управление параметрами режима сопровождения многофункциональной РЛС / О.Л. Смирнов, О.Н. Ставицкий, А.А. Наконечный // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – №. 1(26). – С. 71–77.
2. Синтез многофункционального радиолокатора / Ю.М. Бабкин, В.А. Балагуровский. – М.: МЭИ, 2006. – 108 с.
3. Динамическое проектирование систем управления автоматических манёвренных летательных аппаратов: Учеб. Пособие для студентов втузов / Е.А. Федосов, В.Т. Бобронников, М.Н. Красильщиков, В.И. Кухтенко и др.; Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Машиностроение, 1997. – 336 с.
4. Система автоматизированного формирования облика зенитных ракетных комплексов / Л.В. Вишнякова, В.И. Кухтенко // Техническая кибернетика. – 1993. – № 6. – С. 137–185.

DOI

PECULIARITIES OF IT-PROJECT MANAGEMENT FROM THE POINT OF VIEW OF INNOVATION SCIENCE

Nos M. M.

Postgraduate Student

National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Revenko D. S.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Filipkovska L. O.

Ph.D. (Engineering Sciences), Associate Professor

National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Kharkiv, Ukraine

The innovative model of economic growth, being aspired to by the majority of the world countries, demands establishing brand new development mechanisms among which the main part is played by information and communication technologies that, in their turn, are a «locomotive» of the world economy development [2]. Progress in the information technology market demonstrates a highly dynamic nature. First of all, this is caused by their being implemented in all fields of human life and activity, and secondly, by their growing in terms of significance and a multiple-aspect character, which requires the development and implementation of new management methods for IT-projects that are mostly innovative by their nature; the factors stated above make the research topic timely and up-to-date.

A significant contribution to the investigation of IT-project management problems has been made by the following scientists: V. Nikolaenko, V. Grekul, N. Korovkina, Ye. Zaramenskyi, A. Katrenko, V. Morozov, S. Dotsenko. At the same time, the methodological approaches mentioned above do not provide us with the systematization of methods of IT-project management effectiveness estimation, which are based on considering those projects as innovations and establishing their impact on the results of the work of companies [3]. Hence, the aim of the research is formulated as the generalization of modern approaches to management of IT-projects as innovative developments.

An IT-project is a special project. Unlike traditional ones, it has a post-implementation stage which incorporates maintenance, support, improvement, training, etc. All these processes demand extra expenditures. Most IT-projects are a combination of investment and innovation projects. The most important feature of an innovative project is carrying out a complex estimation of the influence of the predicted project results on strategic, environmental, organizational and technological aspects of a company [1].

Distinctive features of IT-projects in terms of the innovative approach are as follows:

- an individual and innovative character of work being conducted within an IT-project;
- IT service peculiarity from the point of view of the subject area;
- intellectual complexity of an IT-project;
- a functional variety of activities in IT-projects, which demands participation of different experts specializing in certain IT areas;
- continuous correction of work within the framework of an IT-project completion .

One of the ways to improve the IT-project management, taking into account innovation science, is the development of an integral approach to the IT-project management, where innovation management stages would play an important role. This will allow solving the following problems: better justification of IT-project selection, elimination of equal risks, more effective control of project cost and quality, effective distribution of human and financial resources.

Conclusions. The work outlines peculiarities of IT-project management from the point of view of innovation science, takes into account peculiarities of IT-projects and formulates the way of solving the problem on the basis of developing an integral approach. Further research will be dedicated to an attempt of developing and implementing an integral approach to management of IT-projects as innovative ones.

References:

1. Філіпковська Л. О., Нос М. М. Дослідження підходів до управління вартістю інноваційних проектів / Л. О. Філіпковська, М. М. Нос. *Управління проектами та розвиток виробництва*: Зб. наук. пр. Луцьк: вид-во ЧНУ ім. В. Даля, 2018 №4(68). С. 5–15.
2. Соолятэ А. Ю. Управление проектами в компании: методология, технологии, практика. *Учебник*. М.: Синергия, 2016. 816 с.
3. Стилмен Э., Грин Д. Head First Agile. Гибкое управление проектами. *Учебник*. Санкт-Петербург, Питер, 2019. 464 с.

DOI

КІБЕРНЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

Сікора Я. Б.

*кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир, Україна*

В період адаптивного карантину широкого поширення набули системи навчання із застосуванням комп'ютерних технологій. Для підтримки дистанційного навчання створюються різні інформаційні системи. У той же час, освітні системи з використанням комп'ютерних технологій відрізняються ступенем розподілу функцій управління між системою і користувачем, ступенем поєднання теоретичного і практичного аспектів освітнього процесу, наявності засобів контролю навчання.

Актуальність кібернетичного підходу обумовлена необхідністю ефективного управління навчальним процесом [1, 2]. Він заснований на застосуванні принципів теорії управління і передбачає виявлення інформаційних потоків, прямих і зворотних зв'язків, аналіз способів управління, представлення різних компонентів системи у вигляді сірих і чорних ящиків [3]. Одним із завдань при проектуванні подібної системи є побудова математичної моделі навчальної системи.

Аналіз літератури [4, 5] дозволив визначити, що до дидактичних (навчальних) систем застосовні основні принципи кібернетики:

- принцип різноманітності: керуюча система повинна мати більшу різноманітність (складність), ніж різноманітність керованої системи;
- принцип цілісності (або ємерджентності): властивості дидактичної системи не зводяться до суми властивостей її окремих елементів, а залежать від її структури, тому при її вивченні слід враховувати взаємозв'язок між елементами;
- принцип зовнішнього доповнення: управління процесом навчання вимагає коригування керуючих сигналів, які йдуть з теоретичної моделі;
- принцип зворотного зв'язку: в процесі навчання зворотний зв'язок реалізується при спілкуванні викладача зі студентами, спосте-

реження за їх діяльністю на занятті, аналізі результатів усного або письмового опитування, тестування, самостійних, контрольних робіт та ін.; все це дозволяє викладачу адаптуватися до змін стану студента;

- принцип декомпозиції і ієрархії управління: система освіти складається з відносно незалежних один від одного підсистем, між якими існує певна субординація;

- принцип активного саморуху: при навчанні зменшується невідомість знань студентів, тобто система в цілому переходить в більш впорядкований стан з меншою ентропією за рахунок енергії зовнішнього середовища;

- принцип цілепокладання: в процесі навчання викладач прагне збільшити кількість знань студентів при фіксованій тривалості занять так, щоб воно відповідало вимогам, що пред'являються.

З точки зору кібернетики в моделюванні складних систем використовують кілька підходів [6]:

- модель типу «чорний ящик», яка передбачає опис вхідних параметрів системи і цілей її роботи, при цьому невідомо, яким чином вхідні сигнали перетворюються у вихідні цілі. Дану модель доцільно реалізовувати на першому етапі моделюванні складних систем, щоб визначитися з найбільш суттєвими вхідними даними системи, а також визначити основні цілі і результати роботи системи;

- модель складових системи, яка описує всі блоки і підсистеми, що входять в систему, але не описує їх взаємодію; поділ системи на складові частини завжди визначається цілями моделювання і може бути виконано з різним ступенем деталізації. Дану модель необхідно розглядати, якщо система одночасно повинна реалізовувати кілька цілей або за реалізацію однієї мети повинні відповідати кілька різних за функціоналом блоків;

- модель структури, яка відображає взаємозв'язки між блоками або елементами системи і вказує, яким чином з вхідних даних виходять вихідні, тобто яким чином реалізуються цілі в даній системі. Дана модель передбачає наявність вже відомих вхідних і вихідних даних, а також блоків системи, які виконують певні функції.

Послідовне використання цих підходів дозволяє побудувати модель будь-якої складної системи.

Було розроблено математична модель навчальної системи, яка може бути описана наступним чином.

Математичну модель навчальної системи можна представити таким чином:

$$MNS = \langle OK, C, PR, PV, PS \rangle, \quad (1)$$

де OK – множина освітніх компонентів навчальної системи, C – множина компетентностей, що формуються у студентів у результаті освоєння освітніх компонентів системи, PR – множина програмних результатів навчання, сформованих у студентів в результаті освоєння освітніх компонентів системи, PV – множина профілів викладачів, PS – множина профілів студентів у системі.

Нехай множина освітніх компонентів:

$$OK = \{OK_i\}, i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

де OK_i – освітній компонент, який представлений кортежем

$$OK_i = \langle C_i, PR_i, NK_i, T_i \rangle, i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

де C_i – множина компетентностей, що формуються в результаті вивчення освітнього компоненту, PR_i – множина програмних результатів навчання, сформованих в результаті вивчення освітнього компоненту, NK_i – навчальний контент, T_i – засоби оцінювання.

Множина компетентностей:

$$C_i = \{c_{ij}\}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m, \quad (4)$$

формується в результаті вивчення i -го освітнього компоненту, є підмножиною множини C компетентностей і включає c_{ij} – компетентності, що формуються в процесі вивчення i -го освітнього компоненту, n – кількість освітніх компонентів в системі, m – кількість компетентностей, що формуються в процесі вивчення освітнього компоненту з номером i .

Множина програмних результатів навчання:

$$PR_i = \{pr_{ij}\}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m, \quad (5)$$

формується в результаті вивчення i -го освітнього компоненту, є підмножиною множини PR програмних результатів і включає pr_{ij} – програмні результати, що формуються в процесі вивчення i -го освітнього компоненту, n – кількість освітніх компонентів в системі, m – кількість програмних результатів, що формуються в процесі вивчення освітнього компоненту з номером i . Множини компетентностей і програмних результатів навчання формуються при проектуванні навчального процесу, що реалізується навчальною системою.

У ході дослідження було розглянуто принципи кібернетичного підходу, що можуть бути застосовані для моделювання навчальної

системи. Запропоновано математичну модель навчальної системи, що містить множину освітніх компонентів навчальної системи, множину компетентностей, що формуються у студентів у результаті освоєння освітніх компонентів системи, множину програмних результатів навчання, сформованих у студентів в результаті освоєння освітніх компонентів системи, множину профілів викладачів та множину профілів студентів у системі. Отримана структура допоможе визначити як та якими елементами системи можна управляти в процесі освітньої діяльності.

Література:

1. Colbeck C.L., Weaver L.D., Burkum K.R. & Bjorklund, S.A. A cybernetic systems model of teaching and research production. *International Colloquium on Research and Teaching: Closing the Divide?* Winchester, Hampshire, UK. March 17–19, 2004.
2. Grover V.K. Classroom Cybernetics: an Approach for Effective and Efficient Classroom Teaching. *International Journal of Research in Advent Technology*. 2016. Vol. 4, № 1. P. 45–52.
3. Scott B., Shurville S., Maclean P. and Cong C. Cybernetic principles for learning design. *Kybernetes*. 2007. Vol. 36. № 9/10. P. 1497–1514. DOI: 10.1108/03684920710827445.
4. Розанова Л.В. Основы кибернетики: конспект лекций. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. 60 с.
5. Майер Р.В. Кибернетическая педагогика: имитационное моделирование процесса обучения: монография. Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2014. 141 с.
6. Рыжкова М.Н. Моделирование при построении информационно-образовательных систем. *Методы и устройства передачи и обработки информации*. 2014. № 16. С. 84–89.

DOI

АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ І МЕТОДІВ ОЦІНКИ ТА ВИБОРУ АЛЬТЕРНАТИВ РІШЕНЬ

Троцько О. О.

*доцент кафедри автоматизованих систем управління
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Геро-
їв Крут*

Симоненко О. А.

*старший викладач кафедри автоматизованих систем управління
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Геро-
їв Крут*

Лазуга Р. Р.

*старший науковий співробітник Наукового центру
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Геро-
їв Крут
м. Київ, Україна*

Вступ. Процес прийняття рішень складається з ряду стадій (етапів). На початковому етапі необхідно виявити проблему, проблемну ситуацію або певну предметну область, в яких потрібне прийняття рішень.

Термін «рішення» має багато смислових значень. Це можуть бути дії щодо вирішення проблем, що призводять до якогось результату, наслідки яких необхідно оцінити. Під рішенням розуміють також деякі об'єкти, системи, що вимагають оцінювання. Рішення це також різні варіанти, альтернативи, можливості щодо дій і об'єктів.

На наступному етапі необхідно змістовно описати предметну область, виявити цілі прийняття рішень і обмеження.

Далі потрібно здійснити збір та аналіз детальної інформації про предметну область. У ряді випадків необхідно побудувати модель, визначити область альтернатив (варіантів) рішень, виконати генерацію рішень, сформулювати завдання прийняття рішень.

На наступному етапі здійснюється прийняття рішень на основі обраних (розроблених) методів. Виконується оцінка варіантів рішення, їх порівняння, класифікація, ранжування, вибір найкращого.

І, нарешті, заключна фаза пов'язана з реалізацією рішення і оцінки його наслідків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Залежно від повноти і вихідних даних завдання вибору рішень можуть бути добре структурованими, слабо структурованими і неструктурованими [1-4]. Для добре структурованих задач дані формуються в кількісному вигляді, для слабо структурованих задач вони містять кількісні опису з домінуванням якісних і невизначених факторів, для неструктурованих завдань дані представляються у вигляді якісного опису вихідних факторів і взаємозалежностей між ними.

Вибір рішень може здійснюватися в умовах визначеності, ризику або невизначеності [3, 4]. В умовах визначеності відомі вихідні дані і наслідки кожної альтернативи рішень.

Умови ризику мають місце, якщо відомі ймовірності альтернатив рішень або відомий закон розподілу їх ймовірностей. Тоді задача зводиться до вибору статистичних рішень. У свою чергу, умови ризику можна визначити як умови стохастичною невизначеності, породжені випадковими факторами, які при їх масовій появі мають властивість статистичної стійкості і описуються будь-яким законом розподілу ймовірності.

Умови невизначеності, при яких закон розподілу ймовірностей для невизначених факторів невідомий, визначаються як умови статистичної невизначеності. Умови статистичної невизначеності, в свою чергу, діляться на два види: по-перше, з відомими параметрами розподілу (математичне очікування, дисперсія та інші характеристики випадкової величини); по-друге, з невідомими параметрами розподілу.

До основних завдань оцінки і вибору альтернатив рішень можна віднести такі: оцінка альтернатив рішень; порівняльна оцінка і ранжування безлічі альтернатив рішень; визначення стратегій оцінювання альтернатив рішень; визначення значень часткових показників рішень по заданих значенням узагальненого показника; пошук значень часткових показників, що забезпечують необхідні значення узагальненого показника; пошук найкращих рішень (значень часткових показників), що забезпечують необхідні значення узагальненого показника.

Можна виділити одно– і багатокритеріальні методи оцінки і вибору альтернатив рішень.

В однокритеріальному випадку вважаються відомими: безліч альтернатив рішень (об'єктів, варіантів дій); оцінка альтернатив за обраним критерієм (показником) та правило вибору найкращого варіанту.

Іншим випадком завдання вибору є ранжування варіантів рішень відповідно до безлічі оцінок альтернатив. Найбільш значним для практичного використання є випадок оцінки і вибору альтернатив за багатьма критеріями.

У багатокритеріальному випадку кожному варіанту можна поставити в відповідність вектор, що представляє оцінки варіанту за критеріями (показниками).

Далі підходи до порівняння і вибору варіантів рішень можуть бути розділені на дві великі групи: зведення і не зведення багатьох критеріїв до одного.

Методи, засновані на незведенні багатокритеріальних задач оцінки і вибору варіантів рішень до одного критерію, ставлять своїм завданням порівняння варіантів на основі векторів оцінки за всіма критеріями. Серед важливих факторів, що враховуються при вирішенні цього завдання, можна вказати вагу (важливість) критеріїв. Часто ці методи використовуються в іншій постановці: пошук оптимальних рішень на безлічі параметрів, що визначають умови прийняття рішень.

Серед методів цієї групи можна виділити: метод домінування, метод на основі глобальних критеріїв, лексикографічне упорядкування, методи математичного програмування, методи порогів, методи теорії мультимножин [1-6] та інші.

Застосування цих методів обумовлено, як правило, незалежністю критеріїв, їх повною визначеністю.

У разі використання методів, заснованих на зведенні багатокритеріальних завдань оцінки і вибору варіантів рішень до одного критерію, завдання вибору вирішується на основі побудови інтегрального (узагальненого) критерію.

Для цього використовуються різноманітні способи агрегування, «згортки» показників, тобто побудови різних узагальнюючих показників, перш за все, адитивних і мультиплікативних.

Адитивний узагальнюючий критерій (показник) виходить як зважена сума оцінок за частковими критеріями (показниками).

Однак наведені методи не завжди адекватно відображають особливості завдань оцінки і вибору, зокрема, взаємозалежність, суперечливості окремих показників.

Підхід, заснований на згортці багатьох критеріїв в один, використовується у багатьох методах теорії прийняття рішень, серед яких можна виділити наступні: методи, засновані на теорії цінності, корисності, методи аналізу ієрархій, методи нелінійної згортки, методи теорії нечітких множин та інші.

Висновки. Підхід до багатокритеріальної оцінювання складних об'єктів, заснований на зведенні багатьох критеріїв до одного, привабливий тим, що він знижує трудомісткість таких процедур теорії прийняття рішень, як порівняння, ранжування, класифікація і вибір варіантів (альтернатив).

Аналіз існуючих методів дозволяє зробити висновок про те, що вони не в повній мірі відображають особливості предметної області, які полягають в невизначеності, розвиненої системи сильно взаємодіючих різноякісних показників, складності оцінюваних об'єктів.

Загальним обмеженням використання розглянутих методів багатокритеріального оцінювання альтернатив є складність формування багаторівневої структури оцінювання, а також вибору і налаштування операцій згортки показників.

Література:

1. Катулев А.Н., Северцев Н.А. Математические методы в системах поддержки выбора решений: учеб. пособие. Москва. Высшая школа. 2005. 311 с.
2. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки выбора решений: современное состояние и перспективы развития. Итоги науки и техники. Москва. Высшая школа. т. 21. 1987. 323 с.
3. Ларичев О.И., Мошкевич Е.М. Качественные методы принятия решений. Москва. Наука, 1996. 401с
4. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А., Соколов В.Б. Теория выбора и принятия решений. Москва. Наука, 1982. 330 с.
5. Dudnyk V., Sinenko Yu., Matsyk M., Demchenko Ye., Zhyvotovskyi R., Repilo Iu., Zabolotnyi O., Simonenko A., Pozdniakov P., Shyshatskyi A (2020). Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. Eastern-

European Journal of Enterprise Technologies. 3, 2 (105), 37–47.
DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>.

6. Pievtsov H., Turinskyi O., Zhyvotovskiy R., Sova O., Zvieriev O., Lanetskii B., and Shyshatskyi A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. EUREKA: Physics and Engineering, (4), 78-89. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>

DOI

ЗАСТОСУВАННЯ ДЗЗ/ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МІСЦЬ ЗАХОРОНЕННЯ ВІДХОДІВ

Шевчук О. В.

аспірант

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України
м. Київ, Україна*

Азімов О. Т.

*доктор геологічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник*

*Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук Національної академії наук України
м. Київ, Україна*

У наш час у переважній більшості країн світу, зокрема, й в Україні, проблема забруднення навколишнього природного середовища різноманітними відходами стоїть дуже гостро, а отже є **актуальною**. В останні роки спостерігається значне зростання обсягів накопичення побутових відходів різних типів (наприклад, твердих) на сміттєзвалищах та полігонах.

Полігони захоронення та сміттєзвалища твердих побутових відходів (ТПВ) належать до екологічно небезпечних об'єктів. Їх експлуатація призводить до забруднення практично всіх компонентів навколишнього середовища – ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, рослинності тощо.

Використання космічних знімків і цифрових карт місцевості дозволяє проаналізувати просторове розміщення полігонів побутових та промислових відходів, причому не тільки стосовно населених пунктів, але й враховуючи також особливості геосистем у зонах розташування об'єктів захоронення. Ці особливості визначають ландшафтні умови, в яких відбувається накопичення відходів. Космічні знімки також дають змогу вивчати процеси, що відбуваються у геосистемах – умови міграції забруднюючих речовин, які утворюються у процесі експлуатації звалищ, а також ті умови, що необхідні для підтримання штатного технологічного режиму складування і переробки відходів [1, с. 77–79; 3, с. 70; 4, с. 4–5; 5, с. 7–8].

Основна **мета** публікації співзвучна з однією з важливих проблем у галузі поводження з ТПВ. Ця проблема полягає у формуванні загальних принципів створення й у визначенні основних складових інформаційної системи геомоніторингу районів впливу полігонів захоронення ТПВ, як частини інформаційно-аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, спрямованої для забезпечення сталого регіонального розвитку України [1, с. 71; 4, с. 2; 5, с. 5]. Отож, частиною проблеми є дослідження можливостей використання геоінформаційних технологій та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для аналізу розміщення полігонів захоронення побутових та промислових відходів із врахуванням геодинамічних особливостей територій їх розташування. У цьому аспекті було поставлено основне **завдання** досліджень: оцінювання зміни у часі геометричних параметрів і стану карт одного з узятих для прикладу сміттєзвалищ ТПВ у Рівненській області України – Здолбунівського.

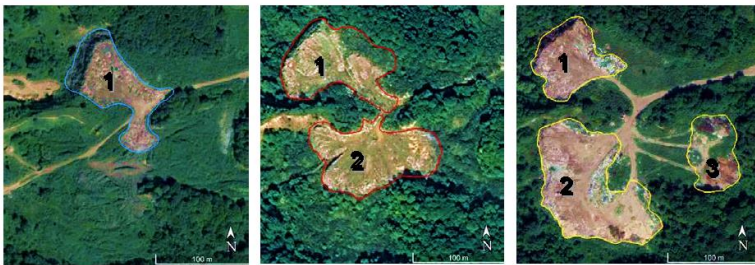
З метою моніторингової оцінки просторово-часових змін Здолбунівського звалища застосовувалися **методи** комп'ютеризованого дешифрування даних ДЗЗ різних років і технології геоінформаційних систем (ГІС).

Методика дистанційного моніторингу полігонів ТПВ включає підбір космічних знімків із необхідними показниками просторового розрізнення та періодичності зйомок заданих ділянок місцевості, подальше їхнє тематичне дешифрування й інтерпретацію [1, с. 74; 2, с. 30; 3, с. 63–64; 4, с. 3; 5, с. 6–7].

Дослідження сміттєзвалища доцільно проводити у два етапи: виділення об'єкта на дистанційному зображенні та розпізнавання його класу. На етапі його виділення, як апіорна інформація, що просторо-

во поєднана із зображенням на космічному знімку, використовуються карти місцевості. У результаті формується вектор ознак об'єкта для кожного пікселя зображення. На етапі розпізнавання класу того чи іншого об'єкта передусім формується вектор ознак для кожного з наявних на місцевості класів об'єктів та безпосередньо виконується розпізнавання (класифікація) на зображенні кожного з досліджуваних об'єктів [2, с. 30–32; 3, с. 65].

Вивчення динаміки зміни площі Здолбунівського сміттєзвалища за період 2003–2019 рр. виконано за спектрометричними характеристиками і текстурою земних утворень, які отримані за наявними космічними знімками (рис. 1). **У результаті** виділено карти звалища, що експлуатувалися у різний час, виявлені зміни рослинного покриву на прилеглих до нього ділянках, також вдалося дешифрувати шляхи під'їзду до об'єкта захоронення відходів та в його межах, що були задіяні у різні роки. На космічному знімку за серпень 2019 р. добре розрізняється поточний стан звалища, насамперед його внутрішня «структура»: відпрацьовані ділянки, що покриті шаром ґрунту; ділянки, де в даний час складаються відходи; різноманітні під'їзні шляхи, що використовувалися у різний період функціонування об'єкта захоронення відходів, тощо.



Серпень 2003 р.

Вересень 2014 р.

Серпень 2019 р.

Рис. 1. Контури черг Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ, що виділені на космічних знімках різних років

У процесі дешифрування було виявлено поступове збільшення площі сміттєзвалища ТПВ поблизу м. Здолбунів. Аналіз космічних знімків території показав, що порівняно з 2003 р. станом на 2019 р. його загальна площа збільшилася приблизно у 3,13 раза (рис. 1, 2, табл. 1). Так, у 2003 р. на звалищі експлуатувалася лише одна карта площею 6 521 м², що мала периметр по контуру 438 м. У 2019 р. на

сміттєзвалищі вже задіяно три карти загальною площею 20 438 м² з сумарним периметром по їхніх контурах 1 083 м. Тобто периметр карт звалища збільшився більш ніж у 2,47 раза.

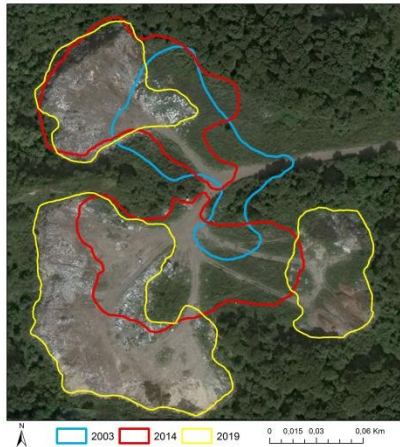


Рис. 2. Картохема зміни геометричних параметрів черг Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ за даними космічних знімків різних років (вектори меж черг звалища станом на 2003, 2014 та 2019 рр. показано різними кольорами).

Таблиця 1

**Оцінка динаміки зміни геометричних параметрів черг
Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ
за даними космічних знімків різних років**

Дата космічної зйомки, місяць/рік	Кількість окремих частин (черг, карт) сміттєзвалища, одиниць	Площа черги, м ²	Загальна площа сміттєзвалища, м ²	Периметр черги, м
08/2003	1	6521	6521	438
09/2014	1	8103		432
	2	8357	16460	438
08/2019	1	5179		319
	2	11497	20438	514
	3	3762		250

Висновок. Отже, на прикладі Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ (Рівненська область, Україна) показано інформативність

дешифрування його карт і прилеглих ділянок за спектрометричними характеристиками і текстурою земних покривів (прямими дешифрувальними ознаками), які отримані за космічними знімками різних років. Продemonстровано також інформативність вивчення динаміки зміни геометричних параметрів (площа, периметр) звалища, зміни його внутрішньої «структури», функціональні зміни в оточуючих його кварталах лісових масивів.

Література:

1. Азімов О.Т., Шевчук О.В., Азімова К.О. Геоінформаційні системи в дослідженнях чинників забруднення довкілля територій сміттєзвалищ: стан та перспективи. *Геоінформатика*. 2020. № 2 (74). С. 69–88. URL: <http://www.geology.com.ua/> (дата звернення: 05.03.2020).
2. Кохан С.С., Москаленко А.А. Оцінка можливості ідентифікації звалищ за багатоспектральними космічними знімками. *Вісн. геодезії та картографії*. 2009. № 6 (63). С. 29–34.
3. Шевякіна Н.А., Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Клименко В.І. Методи і моделі космічного моніторингу зон впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля. *Косм. наука і технол.* 2019. Т. 25, № 1 (116). С. 62–72. URL: <https://doi.org/10.15407/knit2019.01> (дата звернення: 05.03.2020).
4. Azimov O.T., Shevchuk O.V. Geoinformation systems in monitoring studies of environmental pollution factors in the areas of municipal solid waste landfills. *Theoretical and Applied Aspects: Proc. 19th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics (11-14 May 2020, Kyiv, Ukraine)*. Kyiv, 2020. P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo111> (дата звернення: 05.03.2020).
5. Azimov O.T., Shevchuk O.V., Azimova K.O., Dorofey Ye.M., Tomchenko O.V. Integration of GIS and RSE aiming to the effective monitoring of the surroundings of landfills. *Укр. журн. дистанційного зондування Землі*. 2020. Вип. 27. С. 4–12. URL: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2020.27.183> (дата звернення: 05.03.2020).

APPLIED MECHANICS

DOI

КОНСТРУЮВАННЯ КОНГРУЕНТНИХ ЦЕНТРОЇД У ПОЛЯРНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ УЗАГАЛЬНЕНИХ РІВНЯНЬ ГРУПИ КРИВИХ

Кресан Т. А.

*кандидат технічних наук,
докторантка кафедри нарисної геометрії,
комп'ютерної графіки та дизайну
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
м. Київ, Україна*

Пилипака С. Ф.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри нарисної геометрії,
комп'ютерної графіки та дизайну
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
м. Київ, Україна*

Петрик А. М.

*викладач
ВСП «Ніжинський фаховий коледж Національного університету
біоресурсів і природокористування України»
м. Ніжин, Чернігівська область, Україна*

Центроїди є вихідними кривими для проектуванні на їх основі зубчастого зацеплення. Виготовлення некруглих зубчастих коліс є складнішим процесом в порівнянні із круглими колесами, в яких центроїдою завжди є коло. Якщо центроїди конгруентні, то це суттєво знижує трудомісткість виготовлення некруглих зубчастих коліс, оскільки обидва колеса виготовляються за однаковою схемою. В праці [1, с. 298] сказано, що конгруентні центроїди у парних некруглих

коліс можна отримати в порівняно рідких випадках. Деякі пари конгруентних центрів некруглих коліс отримано в праці [2, с. 7].

Дослідження показали, що частковий випадок кочення конгруентних еліпсів можна поширити на всі криві, що описуються полярним рівнянням (1):

$$\rho = \frac{p}{1 - e \cos(n\alpha)}, \quad (1)$$

Доведемо це. Підставимо міжцентрову відстань $r = 2p/(1 - e^2)$ у вираз кута:

$$\begin{aligned} \varphi &= \int \frac{\rho}{r + \rho} d\alpha = \int \frac{p}{r - e r \cos(n\alpha) - p} d\alpha = \\ &= \frac{2p}{n\sqrt{r^2(e^2 - 1)} + 2pr - p^2} \operatorname{Arc tanh} \frac{(p - r - er) \operatorname{tg} \frac{n\alpha}{2}}{\sqrt{r^2(e^2 - 1)} + 2pr - p^2}, \end{aligned} \quad (2)$$

і після спрощень отримаємо:

$$\varphi = \frac{2}{n} \operatorname{Arctg} \left(\frac{1 + e}{1 - e} \operatorname{tg} \frac{n\alpha}{2} \right). \quad (3)$$

Розглянемо дві конгруентні криві при $n=3$ (рис. 1) із спільною точкою дотику T . При обертанні навколо нерухомих точок O і O_1 і після повороту на кути α і φ точки T_1 і T_2 повинні збігтися. Про те, що дуги TT_1 і TT_2 мають рівну довжину і так зрозуміло, оскільки це однакові дуги конгруентних кривих. Важливо, щоб при повороті кривих на відповідні кути α і φ міжцентрова відстань була сталою. Формулою (3) це вже враховано, оскільки вона отримана при підстановці у (2) виразу $r = 2p/(1 - e^2)$. При повороті кривих у межах виділених дуг точки контакту відповідають різні значення кутів α і φ , але в положенні, коли точки T_1 і T_2 будуть збігатися, кути α і φ мають бути рівними і мати значення 60° для нашого випадку. Неважко переконатися, що в загальному випадку при повороті однієї кривої на кут $\alpha = \pi/n$ друга повинна повернутися на цей же кут, тобто $\varphi = \pi/n$. Перевіримо це за допомо-

гою формули (3). Підставимо в неї $\alpha=\pi/n$ і отримаємо: $\varphi=\pi/n$. Отже, наше припущення доведене.

При $n=1$ ми маємо частковий випадок – центроїди у вигляді конгруентних еліпсів. При $n=2$ маємо випадок центроїд, які є основою для проектування зубчастих коліс для відомих приладів обліку витрат рідини. Візуально ці конгруентні криві подібні до еліпса, однак це не так. На рис. 2 видно, як змінюється форма кривих при зміні сталої e .

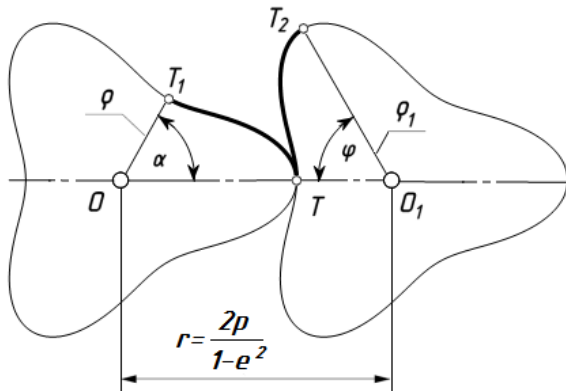


Рис. 1. Графічна ілюстрація для доведення, що конгруентні криві, описані полярним рівнянням (1), утворюють пару криволінійних центроїд

Точка дотику кривих на рис. 2 визначена при різних кутах α і φ згідно формули (18). Оскільки до неї не входить стала p , то різні форми пар центроїд одержано тільки зміною сталої e .

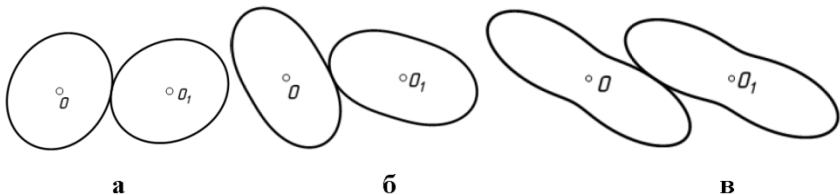


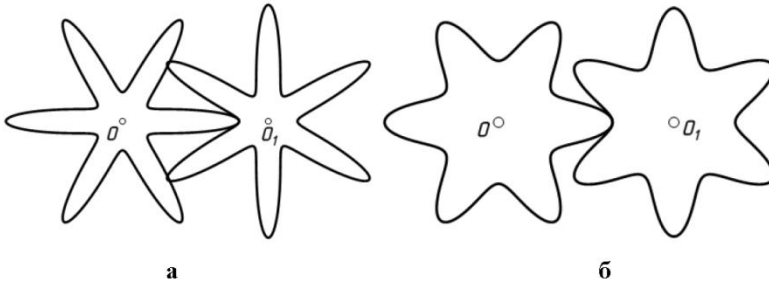
Рис. 2. Конгруентні центроїди, побудовані за полярним рівнянням (13) при $n=2$ і $p=3,2$:

а) $e=0,2$;

б) $e=0,3$;

в) $e=0,6$

При зростанні числа n може виникнути ситуація, коли центроїди не зможуть вільно перекочуватися одна по одній. Це показано на рис. 3,а. Зміною сталої e цю проблему можна усунути (рис. 3,б).



**Рис. 3. Конгруентні центроїди,
побудовані за полярним рівнянням (1) при $n=6$ і $p=3,2$:**

а) $e=0,6$;

б) $e=0,3$

Пара циклоїд, зображених на рис. 3,б, може виконувати функцію зубчастого зацеплення, у якого перекочування однієї поверхні по другій здійснюється без ковзання. Така передача не потребує змащення, однак вимагає надзвичайної точності міжцентрової відстані і не може передавати крутний момент великої потужності.

Література:

1. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. Москва, 1968. 584 с.
2. T. Hasse. Über die vielfältigen Möglichkeiten, unrunde Zahnräder für typische Getriebeaufgaben der Technik optimal auszulegen. [Електронний ресурс] http://www.optimasimula.de/downloads/moeglichkeiten_unrundraeder.pdf

MATERIALS SCIENCE

DOI

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСОЛІДОВАНИХ ТИТАНОМАТРИЧНИХ КОМПОЗИТІВ, ЩО МІСТЯТЬ РІЗНУ КІЛЬКІСТЬ КАРБІДУ ТИТАНУ, СИНТЕЗОВАНОГО ПРИ ЕЛЕКТРИЧНОМУ РОЗРЯДІ У ВУГЛЕВОДНЕВІЙ РІДИНІ

Липян Є. В.

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут імпульсних процесів і технологій
Національної академії наук України*

Присташ М. С.

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут імпульсних процесів і технологій
Національної академії наук України*

Торпаков А. С.

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут імпульсних процесів і технологій
Національної академії наук України
м. Миколаїв, Україна*

Властивості металоматричних композиційних матеріалів (ММК) значною мірою залежать як від його складу, так і від технології отримання. Переважна більшість ММК наразі виготовляється методами порошкової металургії [1, 2]. Наразі багато дослідників вважають перспективним створення нових ММК із підвищеними властивостями на основі порошкової системи Ti–TiC, оскільки такий матеріал відрізняється невисокою собівартістю та хімічною сумісністю матриці та дисперснозмінюючих частинок [1–3]. В Інституті імпульсних процесів і технологій НАН України (ІПТ НАНУ) створено енергоефективну технологію підготовки вихідних порошків металів та надтвердих матеріалів шляхом обробки високовольтним електричним розрядом (ВЕР) у вуглеводневій рідині [4–5]. При такій обробці частинки

оброблюваного порошку зазнають комбінованого впливу механічних (ударна хвиля, гідропотоки, кавітація) та термоелектричних (плазма каналу розряду, мікроплазмові утворення між частинками, струм розряду, що протікає безпосередньо через частинки) факторів, що призводить до їх диспергування. Під впливом низькотемпературної плазми вуглеводнева рідина зазнає піролізу, що призводить до утворення частинок вільного нановуглецю. Ці частинки вступають в реакції карбідизації з обробленим порошком, завдяки чому дисперсні зміцнювачі не додаються окремо до складу шихти, а утворюються під час її ВЕР обробки

На жаль, вплив режиму ВЕР обробки на такі важливі властивості ММК системи Ti–TiC, як твердість та зносостійкість, наразі не досліджено. Тому встановлення зв'язку між параметрами електророзрядної підготовки шихти та особливостями структуроутворення ММК системи Ti–TiC є актуальною науковою задачею.

Мета роботи – дослідження впливу режиму ВЕР обробки вихідної порошкової шихти на властивості ММК системи Ti–TiC, консолідованих методом іскро-плазмового спікання (ІПС).

Дослідження та відпрацювання оптимальних режимів відбувалося шляхом експериментальної консолідації зразків ММК та визначення їх складу, та основних фізико-механічних та експлуатаційних характеристик згідно з методиками, наведених у [4–5]. Консолідація оброблених зразків виконували на розробленому в ІПТ НАНУ комплексі «Гефест-10», який дозволяє консолідувати порошки у графітових матрицях шляхом механічного навантаження у вакуумі шляхом пропускання через порошкову засипку суперпозиції постійного та змінного (10 кГц) струмів сумарною амплітудою 1,1 кА при механічному навантаженні до 50 МПа [6].

Відповідно до отриманих значень дисперсності та концентрації карбіду титану, для відпрацювання режимів ІПС було обрано шихту отриману ВЕР обробкою порошку титану в гасі та в спирті з питомою енергією $W_{\text{шт}} = 10$ МДж/кг та 20 МДж/кг при одиничній енергії $W_1 = 1$ кДж з різними типами електродних систем: «вістря – площа» (В–П) та «три вістря – площа» (ЗВ–П) та середовища (гас або спирт) (див. табл. 1).

Встановлено, що кількість карбіду титану у консолідованих зразках залежить від режиму обробки (див. табл. 1 та рис. 1), а саме від кількості вуглецю, який утворився під час ВЕР. Твердість консолідованих зразків за Віккерсом наведено на рис. 2. Найбільші показники

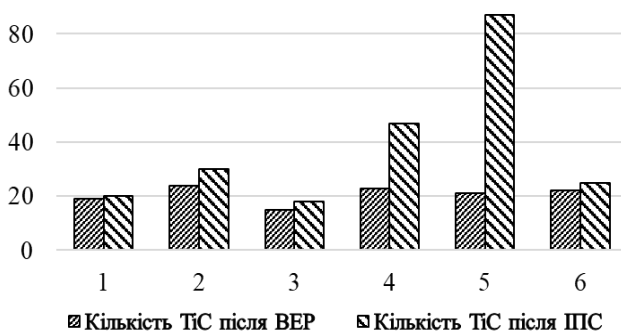
твердості мали зразки отримані з шихти після обробки з $W_{\text{пнт}} = 10$ МДж/кг з системою В–П у гасі.

Таблиця 1

**Перелік порошків, синтезованих при ВЕР обробці,
які консолідовані ППС**

№ ре- жиму	Поро- шок	Середо- вище	Тип ЕС	W_1 , кДж	$W_{\text{пнт}}$, МДж/кг	TiC, %	Режим ППС
1	Ti	спирт	В – П	1	10	19	$T = 1100$ $^{\circ}\text{C}$, $\tau =$ 180 с
2		гас	В – П			24	
3		гас	ЗВ – П			15	
4		спирт	В – П		20	23	
5		гас	В – П			21	
6		гас	ЗВ – П			22	

TiC, %



**Рисунок 1. Кількість карбіду титану, синтезованого ВЕР
та після ППС шихти відповідно до таблиці 1.**



Рисунок 2. Твердість за Віккерсом матеріалу Ti–TiC, отриманого ІПС відповідно до таблиці 1

Втрата ваги отриманих ММК при зношуванні наведена у табл. 2. Методика випробування характеристик абразивного зношування полягає у вимірюванні масового зносу зразків для заданого шляху тертя (кількості циклів N) при постійних заданих динамічному режимі та умовах тертя: нормальне навантаження, швидкість ковзання, тип абразиву, розміри зразка.

Таблиця 2

Зносостійкість консолюдованих зразків

№ режиму	Режим обробки	Втрата ваги, мг	Швидкість зношування, мг/м	Зносостійкість, м/мг
1	Спирт, ЕС В – П, $W_{\text{пит}}=10$ МДж/кг	4,2	0,10	10
2	Гас, ЕС В – П, $W_{\text{пит}}=10$ МДж/кг	29,3	0,68	1,46
3	Гас, ЕС 3В – П, $W_{\text{пит}}=10$ МДж/кг	30,7	0,72	1,39
4	Спирт, ЕС В – П, $W_{\text{пит}}=20$ МДж/кг	24,2	0,56	1,77
5	Гас, ЕС В – П, $W_{\text{пит}}=20$ МДж/кг	28,7	0,67	1,49
6	Гас, ЕС 3В – П, $W_{\text{пит}}=20$ МДж/кг	25,2	0,59	1,7

Висновки:

1. Встановлено, що консолідація суміші Ti–TiC після ВЕР обробки у гасі типом електроду В–П дозволяє збільшити вміст TiC у компактi з 24 % до 30 % при консолідації суміші Ti–TiC, обробленої з питомою енергією 10 МДж/кг, та з 21 % до 87 % при консолідації суміші, обробленої з питомою енергією 20 МДж/кг, що свідчить про реакцію карбідизації залишкового вуглецю, кількість якого залежить від питомої енергії обробки.

2. Використання електродної системи 3В–П при обробці порошку Ti у гасі не показало тенденції до збільшення вмісту TiC після консолідації, що свідчить про відсутність залишкового вуглецю після ВЕР обробки, але дозволяє збільшити зносостійкість з 1,39 м/мг до 1,7 м/мг, твердість за Віккерсом з 3,6 ГПа до 4,8 ГПа для ММК, синтезованого ІПС з шихти, отриманої ВЕР синтезом із питомою енергією обробки 10 МДж/кг та 20 МДж/кг відповідно.

3. Консолідація суміші Ti–TiC після ВЕР обробки в етиловому спирті типом електроду В–П не призводить до зміни вмісту TiC при консолідації суміші, обробленої з питомою енергією 10 МДж/кг, однак після використання суміші, обробленої з $W_{\text{пит}} = 20$ МДж/кг, кількість TiC зростає майже у два рази, що свідчить про наявність залишкового вуглецю у складі шихти після ВЕР обробки.

Література:

1. Sharma D. K., Mahant D., Upadhyay G. Manufacturing of metal matrix composites: A state of review. *Materials Today: Proceedings*. 2020. Vol. 26, Part 2. P. 506–519.
2. Roger J., Gardiola B., Andrieux J. et al. Synthesis of Ti matrix composites reinforced with TiC particles: thermodynamic equilibrium and change in microstructure. *Journal of Materials Science*. 2017. Vol. 52. P. 4129–4141.
3. Miracle D. B. Metal matrix composites – From science to technological significance. *Composites Science and Technology*. 2005. Vol. 65. No. 15/16. P. 2526–2540.
4. Sizonenko O. N., Grigoryev E. G., Pristash N. S. et al. Plasma methods of obtainment of multifunctional composite materials, dispersion-hardened by nanoparticles. *High Temperature Materials and Processes*. 2017. Vol. 36, No. 9. P. 891–896.
5. Syzonenko O. M., Loboda P. I., Zaichenko A. D. et al. The influence of high-voltage electrical discharge on dispersion and structure of B₄C powder. *Journal of Superhard Materials*. 2017. Vol. 39, No. 4. P. 243–250.

6. Sizonenko O., Zaichenko A., Torpakov A. et al. Pulsed-discharged technology of metal-matrix composite materials obtainment. *Materials Science. Non-equilibrium phase transformations*. 2015. Vol. 1, No. 1. P. 15–18.

DOI

ВЛАСТИВОСТІ ДИФУЗІЙНИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ХРОМУ ТА КРЕМНІЮ НА ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЯХ

Янцевич К. В.

*молодший науковий співробітник
Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона
Національної академії наук України
м. Київ*

Відомо, що нанесення на поверхню сталей та сплавів дифузійних покриттів призводить до підвищення їх твердості, міцності зносостійкості, жаростійкості та корозійної стійкості у різних агресивних середовищах[1-5]. Фізико – хімічні властивості та корозійна стійкість таких покриттів залежить від складу дифузійних шарів, способу та режиму отримання, марки оброблюваної сталі, природи агресивного середовища. Комплексне насичення хромом та кремнієм дозволяє формувати на поверхні вуглецевих сталей двокомпонентні дифузійні шари, які володіють поліпшеними захисними властивостями в порівнянні з однокомпонентними кремнієвими та хромовими покриттями.

В роботі представлені результати фізико-хімічних властивостей хромосиліцидних покриттів та вплив їх на корозійну стійкість у деяких агресивних середовищах.

Для нанесення покриттів використовували спеціальну установку, яка була виготовлена на базі шахтної печі СШОЛ 1.1.6/12. Процес проводили при температурі 1200-1400К при парціальному тиску в реакційній камері 10^2 Па з використанням порошків феросиліцію марки ФС – 90, хрому марки Х-2, чотирехлористого вуглецю та графіту. В конструкцію робочої камери при нанесенні хромосиліцидного покриття вперше було застосовано реакційний стакан з графітовим дном [6], що дало можливість підвищити активність газової фази та

пришвидшити процес формування дифузійних шарів. Дослідження мікроструктури покриттів проводили на оптичному мікроскопі «Neophot 21». Рентгеноструктурний аналіз проводили на установці ДРОН 3-М у монохроматичному CuK_α випромінюванні. Хімічний склад покриттів визначали мікрорентгеноспектральним аналізом з використанням енергодисперсійної приставки Energy 200 до скануючого електронного мікроскопу CamScan 4D з програмою обробки результатів INCA 200, похибка вимірювань $\pm 0,3 \%$. Корозійні випробування проводили у 10% сульфатній, соляній, оцтовій, нітратній кислотах. Час корозійних випробувань складав 24 – 196 години при 18 °C.

Встановлено, що комплексні покриття за участю хрому та кремнію, нанесенні на поверхню сталі 45, згідно даним мікроструктурного аналізу (рис.1), складаються з двох зон, які розташовані паралельно поверхні насичення.

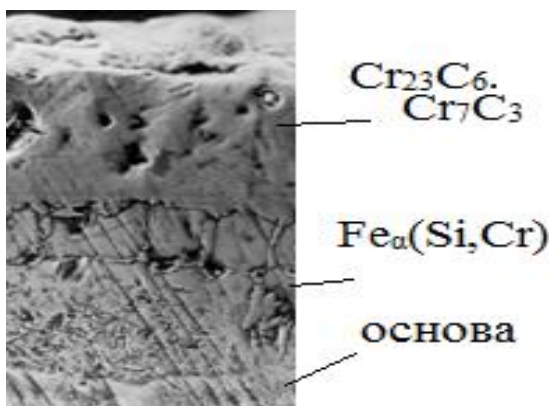


Рисунок 1. Мікроструктура сталі 45 з комплексним покриттям на онові хрому та кремнію (x500)

Рентгеноструктурним пошаровим аналізом встановлено, що на поверхні зразків, отриманих покриттів утворюється карбід хрому Cr_{23}C_6 ($a=1,0627 \text{ nm}$).

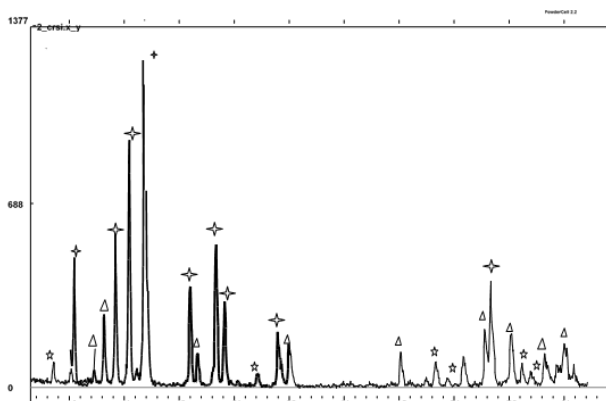


Рисунок 2. Фрагмент дифрактограми покриття на основі хрому та кремнію на сталі 45. Cu-K α -випромінювання. (Δ Cr $_7$ C $_3$, ✱ Cr $_{23}$ C $_6$, ☆ – Fea(Cr,Si))

Після зняття з поверхні 10,0-12,0 мкм додатково з'являються піки, що належать ОЦК ґратці α -Fe ($a=0,2866$ нм). Подальше зняття шарів покриття (до 15 мкм) супроводжується посиленням дифракційних максимумів, що належать ОЦК ґратці α -Fe і поступовим зникненням піків, що належать карбїду хрому Cr $_{23}$ C $_6$. При цьому, на дифрактограмах фіксуються слабкі піки, що належать карбїду хрому Cr $_7$ C $_3$ ($a=0,6999$ нм, $b=1,2185$ нм, $c=0,4514$ нм). Деякі відхилення для одержаних покриттів значень параметрів кристалічної ґратки карбїдів Cr $_7$ C $_3$, Cr $_{23}$ C $_6$ від характерних для полікристалічних карбїдів можливо пов'язані з легуванням карбїдних фаз кремнієм та залізом, α -Fe – кремнієм та хромом.

Мікрорентгеноспектральним аналізом встановлено, що на зовнішній зоні покриття, на основі карбїдів хрому Cr $_{23}$ C $_6$, міститься до 52,87 % ат. хрому, крім того в ній розчиняється невелика кількість кремнію (до 0,15 % ат.) та залізо (до 15,73 % ат.). Безпосередньо під нею розташовується зона на основі α -заліза, яка містить 9,87 – 5,55 % ат. хрому, 8,15 – 3,89 % ат. кремнію, 72,47 – 84,69 % ат. заліза. Товщина покриттів на сталі 45 сягала $120 \cdot 10^{-6}$ м, мікротвердість – 19,5 ГПа

Проведені в роботі корозійні дослідження та отримані раніше [7] показали, що менш стійкими виявилися дифузійні покриття у розчинах сульфатної та соляної кислот, а найбільш стійкими – у розчинах нітратної кислоти. Так, у 10 % розчинах сульфатної, соляної, оцтової,

нітратної кислоти покриття гальмує швидкість корозії сталі 45, відповідно, у 4,5; 4; 17 та 9090 раз. Тривала витримка зразків у кислотах (більше 196 годин для соляної кислоти) призводить до відшарування дифузійних шарів та пришвидшенню корозії внаслідок утворення гальванічної пари метал – покриття.

Додатково підвищити корозійну стійкість дифузійних покриттів, нанесених на вуглецеві сталі можливо за рахунок високотемпературного окислення. Проведені корозійні іспити показали, що окислені на протязі 3 годин при температурі 1023K покриття, зменшують швидкість корозії сталі 45 у 10% H_2SO_4 у 1510 раз, відповідно.

Висновки. Показано, що хромосилицидні покриття складаються з дифузійних шарів, в склад яких входять карбіди хрому Cr_{23}C_6 та Cr_7C_3 (зовнішній) та твердий розчин кремнію і хрому в $\alpha\text{-Fe}$ (перехідний) зоні. Товщина покриттів на сталі 45 сягала $120 \cdot 10^{-6}$ м, мікротвердість – 19,5 ГПа.

Встановлено, що високу корозійну стійкість хромосилицидні покриття мають у розчинах азотної кислоти. Додатково підвищити корозійну стійкість покриттів можливо за рахунок високотемпературного окислення.

Література:

1. Земсков Г. В., Коган Р. А. Многокомпонентное диффузионное насыщение металлов и сплавов. М. Металлургия, 1978. 208 с.
2. Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Погребова І.С., Горбатюк Р.М., Бочар І.Й. Карбідні покриття на сталях і твердих сплавах. Тернопіль, 1998. 144 с.
3. Мельник П.И. Диффузионное насыщение железа и твердофазные превращения в сплавах. М.Металлургия, 1993. 128 с.
4. Ворошнин Л.Г., Менделеева О.Л., Сметкин В.А. Теория и технология химико-термической обработки. Минск, 2010. 304 с.
5. Похмурский В.И., Мокрова Л.М., Далисов В.Б. Распределение элементов в диффузионных слоях при хромосилицировании. *Защитные покрытия на металлах*. 1973. № 7. С.144–146.
6. Спосіб нанесення карбідних покриттів. Пат. на винахід 50193А України: МПК (2002) C23C12/00, власник НТУУ «КПІ»; заявл. 16.11.2001; опубл. 15.10.2002, Бюл. № 10. 4с.
7. Погребова І.С., Янцевич К.В., Гарбуз В.М., Корниенко В.В. Влияние легированных хромом силицидных покрытий на кислотную коррозию углеродистых стали 08 КП. *Фізико-хімічна механіка матеріалів. Спеціальний випуск*. 2001. № 2. С. 108–113.

INDUSTRIAL ENGINEERING

DOI

ІНВЕРСІЙНИЙ МЕТОД КЕРУВАННЯ НАДІЙНІСТЮ НА ЕТАПАХ ПРОЕКТУВАННЯ

Алфьоров О. І.

*доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри експлуатації, надійності, міцності
та будівництва імені В. Я. Аніловича*

Савченко В. Б.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри експлуатації, надійності, міцності
та будівництва імені В. Я. Аніловича*

Понаморенко В. В.

*аспірант кафедри експлуатації, надійності, міцності
та будівництва імені В. Я. Аніловича
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна*

Особливу увагу слід приділяти раптовим механічним відмовам тому, що їх виникнення практично неможливо діагностувати і відповідно передбачати моменти відмов. Тому під час проектування необхідно таким чином обирати конструктивні і технологічні параметри, щоб вони забезпечували достатній рівень його безвідмовності, що гарантується впродовж заданого періоду експлуатації.

В роботах [1, 2] розроблені стохастичні моделі, використання яких дозволяє прогнозувати зміну імовірності безвідмовної роботи в залежності від наробітку у випадку раптових механічних відмов.

Перспективним напрямком удосконалення інженерного прогнозування та забезпечення механічної надійності є використання інверсійного методу та інвертуємих стохастичних моделей надійності [1, 2]. Статистичне оцінювання залежності імовірності безвідмовної роботи

від наробітку у випадку механічних відмов зазвичай виконується за цензурованими вибірками даних [3, с. 11].

Отримано експлуатаційні данні щодо раптових відмов 13-ти культиваторів з пружними С-образними стійками. В усіх випадках руйнування стійок мав місце раптовий злам. Напрацювання агрегатів складало від однієї до сорока тисяч гектарів обробленої площі. Було зафіксовано 42 раптові відмови у 260 стійок: злам стійок. За час спостережень сумарний наробіток культиваторів склав більш ніж 280 тис. га.

Методологією статистичного аналізу інформації щодо надійності є непараметричний метод аналізу [3, с. 11; 4] цензурованої вибірки, згрупованої по інтервалах, результати якої у вигляді імовірності безвідмовної роботи наведені на рис. 1.

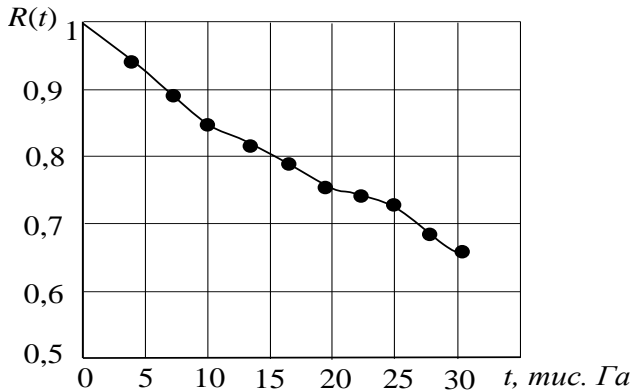


Рис. 1. Зміна імовірності безвідмовної роботи стійок в залежності від наробітку

Дані, отримані за результатами статистичного аналізу надійності пружних стійок дозволяють використати інверсійний метод керування надійністю. Побудова такої моделі дозволяє додатково використати теоретичну модель надійності у випадку раптових відмов [5].

В окремому випадку, якщо екстремальні навантаження і несуча здатність є подібними випадковими величинами і розподілені за законом Вейбулла з одним і тим же коефіцієнтом варіації, то можна отримати аналітичний вираз для прогнозування ймовірності безвідмовної роботи залежно від напрацювання (Рис. 2) [1, с. 60; 2, с. 67].

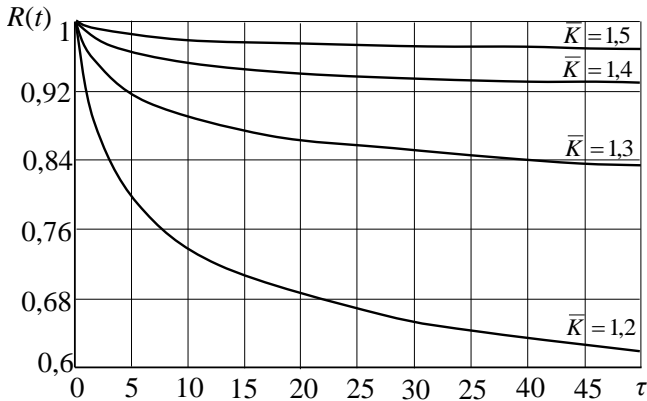


Рис. 2. Графіки кривих зміни ймовірності безвідмовної роботи в залежності від напрацювання і коефіцієнту запасу

На рис. 2 показані графіки ймовірності безвідмовної роботи залежно від безрозмірного напрацювання і відповідають розподілу Вейбулла для навантаження і несучої здатності при коефіцієнті варіації навантаження і несучої здатності $V = 0,1$ [1, с. 63, 2, с. 70].

Відображаючи на графіку 2 у відповідних координатах емпіричну залежність ймовірності безвідмовної роботи пружної стійки культиватора R_i (Рис. 1) можливо отримати значення параметрів навантажуваності, що відповідають імовірісно обґрунтованому коефіцієнту запасу.

Література:

1. Grynchenko O., Alfyorov O. Mechanical Reliability. Prediction and Management Under Extreme Load Conditions. Springer Nature: Switzerland AG, 2020. 125 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41564-8>
2. Гринченко А.С., Алфєров А.И. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок. Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2017. 136 с.
3. Надійність машин: Практикум / О.С. Гринченко, В.Г. Кухтов, О.І. Алфєров та ін., за заг. ред. О.С. Гринченка, В.Г. Кухтова. Харків: ТОВ «Планета-прінт», 2018. 140 с.
4. Алфєров, О. І., Антощенков Р. В., Юр'єва Г. П. Експериментальне дослідження коливань робочих органів культиватора на пружній стійці. *Machinery & Energetics. Journal of Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 9. № 2. P. 129–132.

5. Гринченко А.С., Алферов А.И. Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагружений *Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів»*. 2017. № 7 С. 141–148.

DOI

ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ В СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Блезнюк О. В.

кандидат технічних наук, доцент

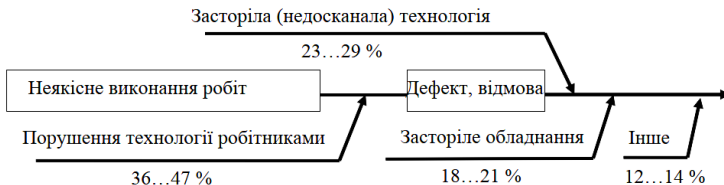
*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

Іванов В. І.

кандидат технічних наук, доцент

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна*

Існує нагальна проблема підвищення рівня технічної експлуатації автомобілів (ТЕА), що корелюється із їх технічним станом і надійністю. Одним з найважливіших показників, що впливають на якість системи ТЕА, є оперативність і якість виконуваних робіт, які визначаються кваліфікацією виконавців послуг та наявністю повної науково-технічної документації [1]. Аналіз причинно-наслідкової схеми якості виконання робіт (рис. 1) показав, що дослідження першопричини дефекту необхідно вести за категорією «порушення технології працівниками».



Рисуюнок 1. Причинно-наслідкова схема якості виконання робіт

Однією з основних умов організації та проведення робіт з технічного обслуговування (ТО) і діагностування (ТД) є наявність у кожного фахівця і виконавця повного комплексу науково-технічної документації та довідкового матеріалу з усіх аспектів операцій обслуговування і засобів автоматизованих обчислень прогностичних і оціночних показників за результатами діагностування.

При підвищенні надійності автомобілів перевага віддається більш досконалій схемі управління процесами ТО, яка передбачає визначення стану вузлів шляхом інструментального контролю. Наявність в системі ТО елементів ТД дозволяє попередити можливі відмови, скоротити кількість невиправданих ремонтів, більш повно використовувати технічний ресурс автомобіля [2]. Впровадження діагностики дозволяє в 1,3...1,5 рази збільшити фактичне міжремонтне напруження, зменшити число відмов в 2...2,5 рази, зменшити витрату палива на 5...8% [3]. Найбільш перспективним є автоматизація управління процесом ТО за результатами ТД вузлів і з'єднань, яка вимагає впровадження сучасних інформаційних технологій на всіх рівнях виробництва, починаючи з бортової електроніки автомобіля і закінчуючи інформаційною системою, яка охоплює всі структури АПВ. Дослідження процесу управління технічним станом автомобіля дозволяє визначити роль і необхідність використання інформації для прийняття рішення. У загальному випадку управління технічним станом конкретного автомобіля включає вимірювання параметрів стану її складових частин, порівняння встановлених значень з допустимими або граничними величинами, визначення залишкового ресурсу складових частин, призначення виду та обсягу обслуговуючих впливів і виконання всіх встановлених робіт (рис. 2).

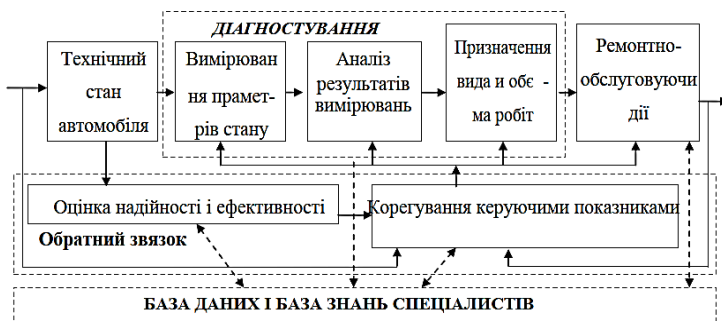


Рисунок 2. Схема управління технічним станом автомобіля

Сутність застосування системи технічного обслуговування з контролем технічного стану автомобілів полягає у впровадженні в систему ТО з напрацювання регламентних видів контролю, які дозволяють регулярно перевіряти фактичний стан автомобілів і своєчасно запобігати виникненню відмов і пошкоджень з експлуатаційних причин, забезпечуючи відповідний працездатний стан автомобілів. За допомогою комплексу технічних засобів встановлюється перелік операцій, потреба у виконанні яких визначається технічним станом автомобілів в момент початку ТО, що значно скорочує трудомісткість виконання робіт. Основним видом контролю технічного стану при використанні автомобілів за призначенням є ТД [4], яке проводиться з метою отримання інформації щодо фактичного стану вузлів і агрегатів автомобілів на момент перевірки і дозволяє визначити обсяг робіт з ТО, що забезпечує їх підтримку в справному або працездатному стані.

Обсяг діагностичних операцій для автомобілів в системі АПВ становить близько 30% від загального обсягу технічного обслуговування, що свідчить, по-перше, про важливість підвищення контролепридатності автомобілів і, по-друге, про необхідність вдосконалення методів і засобів технічного діагностування [5]. Це підтверджується динамікою підвищення трудомісткості діагностичних операцій. Питома трудомісткість діагностування та його частка в загальному обсязі технічного обслуговування також безперервно зростає. Закономірність зростання трудомісткості діагностування вказує також на тенденцію її подальшого збільшення. Як процес визначення технічного стану автомобілів технічне діагностування зумовлює наявність системи діагностування, що представлена на рис 3.

Основними складовими системи технічного діагностування є: об'єкт діагностування, засоби діагностування, персонал, технічна документація. Система технічного діагностування повинна враховувати ряд особливостей, властивих автомобілям як об'єкту діагностування. В основному це зумовлено специфікою автомобілів, що представляють собою складний об'єкт діагностування з багатoelementною структурою і різнорідними фізичними робочими процесами [6]. Крім того, до особливостей автомобіля, як об'єкта діагностування, слід віднести також складність конструкції агрегатів, що обумовлює значні труднощі у виборі параметрів технічного стану.



Рисунок 3. Складові системи технічного діагностування автомобілів

Відповідно до вищевикладеного можна зробити висновок щодо провідної ролі технічного діагностування в системі технічної експлуатації автомобілів, підвищення ефективності якої не можливо без розробки нових методів технічного діагностування.

Література:

1. Кузнецов Е.С., Болдин Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. Москва: Наука, 2001. 535 с.
2. Блезнюк О.В., Иванов В.І. Впровадження програми превентивного ремонту автомобілів на підприємстві. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 51–52.
3. Черных Ю.Г., Хмелевой Н.М. Рациональное техническое обслуживание – гарантия высокоэффективного использования техники. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1988. № 5. С. 41–44.
4. ДСТУ 2389-94 Технічне діагностування та контроль технічного стану. Київ: Держстандарт України, 1994. 24 с.
5. Блезнюк О.В. Трощенко В.В. Дослідження питання оцінки системи технічного обслуговування машин на підприємстві. IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». ЖАК, 2018. С. 167–170.
6. Сорокін С.П., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В., Каденко В.С. Діагностування ЦПГ за струмом, що споживає стартер при прокручуванні двигуна. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Експлуатаційна та сервісна інженерія». Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 121-125.

DOI

**РОЗРОБКА ПЛУГА-КАРТОПЛЕКОПАЧА
З АКТИВНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ****Головатюк А. А.**

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри агроінженерії
Уманський національний університет садівництва*

Кравченко В. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри агроінженерії
Уманський національний університет садівництва*

Петриченко Є. А.

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри агроінженерії
Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Черкаська область, Україна*

Україна знаходиться в десятці країн в світі по виробництву картоплі. Тому механізація технологічних процесів пов'язаних з її збиранням та переробкою є надзвичайно важливим завданням.

Картопля є продуктом з високою вразливістю до пошкоджень, що накладає підвищені вимоги до якості збиральних робіт [1, с. 73; 9, с. 109].

Збирання картоплі є доволі енергоємним процесом: копач повинен підкопати рядок картоплі в середньому на глибину до 20 см, подрібнити і відсіяти ґрунт, розділити бадилля та бульби. При цьому, в підрізаному шарі ґрунту, маса бульб складає лише 1-3%. Щоб виділити 4-6 кг бульб, машина повинна подрібнити і відсіяти до 200 кг/с ґрунту [6, с. 112]. За агротехнічними вимогами картоплезбиральні машини повинні викопувати не менш як 97 – 98% врожаю, пошкодження бульб не повинно перевищувати 3-5%, а чистота зібраних бульб не менше 80% [4, с. 57].

Суттєва частка від загального виробництва картоплі в Україні припадає на невеликі фермерські господарства, тому розробка картоплекопальних машин для агрегування з тракторами малої

потужності, які здатні виконувати основні операції її збирання – викопування і сепарацію є актуальним завданням [9, с. 109].

Найбільш поширеними конструкціями копачів в даному сегменті виробництва є моделі з однорядним або дворядним пасивним корпусом та приєднаними до нього прутками. Вони утворюють пласку або хвилясту поверхню, завдяки якій домішки ґрунту частково просіюються, а бульби вкладаються на поверхню рядка для подальшого підбирання.

Однак, відомо, що надання плоскоріжучому робочому органу коливально-поступального руху сприяє зниженню тягового опору ґрунтообробної машини [2, с. 430]. Тому використання плуга-картоплекопача з активним робочим органом покращить його експлуатаційні показники за рахунок зниження тягового опору.

Метою досліджень є розробити, виготовити та експериментально дослідити картоплекопач з вібруючим робочим органом для викопування бульб з меншими енергозатратами та підвищеними якісними показниками збирання.

Розроблений навісний чотирьохрядний картоплекопач призначений для роботи на всіх типах ґрунтів (рис. 1). Агрегується з тракторами тягового класу 0,6-1,4 кН [5 с. 37; 7; 8].



Рис. 1. Розроблений навісний чотирьохрядний картоплекопач

Плуг-картоплекопач з активними робочими органами (рис. 2.) складається із зчпного пристрою 1, вхідного карданного валу редуктора 2, редуктора 3, ланцюгової передачі 4, рами зчпного устрою 5,

опорних коліс 6, валу кривошипа 7, опорних підшипників 8, кривошипа 9, шатуна 10, вібраційної планки 11, рами 12, плоскорізу 13, вібраційної решітки 14, шатуна вібраційної планки і вібраційної решітки 15.

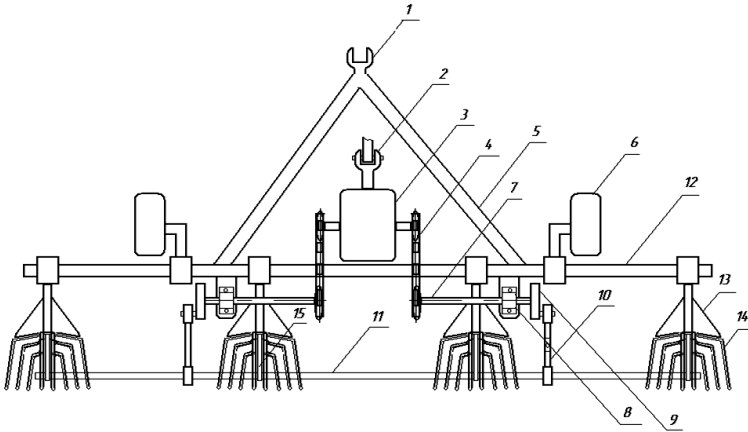


Рис. 2. Конструкція плуга-картоплекопача з активними робочими органами

Робота агрегату з вібраційним плугом-картоплекопачем відбувається наступним чином: при русі трактора по міжряддях, крутий момент від валу відбору потужності трактора передається через карданну передачу, редуктор 3, ланцюгову передачу 4, кривошип 9, шатун 10 та шарніри 16 на вібраційну решітку 14 плоскорізу 13. Під час обертання кривошипу 9 решітка 14 здійснює вібраційні рухи і звільняє від ґрунту підкопані плоскорізом 13 картоплини, які потім переміщуються з решітки на поверхню ґрунту.

Використання розробленої машини буде сприяти зменшенню енергоємності процесу збирання картоплі з одночасним покращення таких якісних показників роботи як кількість викопаних бульб, рівень пошкодження бульб під час збирання та якість очищення бульб від ґрунту.

Література:

1. Буняк, Н.М. Економічна ефективність виробництва та реалізації картоплі. *Вісник аграрної науки*. 2002. №2. С. 73–75.
2. Ветохін В.І., Кутя П.О. Проектування та результати випробувань робочого органу для глибокого розпушення міжрядь цукрових

буряків. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосп. машин: Загальнодержавний міжвідомчий наук.* 2009. Вип. 39. С. 423–433.

3. Гевко, Р.Б., Синій С.В., Гундзик О.В. Підвищення техніко-економічних показників машин для збирання картоплі. *Український журнал прикладної економіки*. 2016. Том 1, № 1. С. 39–49.

4. Грушевський С.М. Аналіз сучасних технологій вирощування і збирання картоплі. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2016. № 24, Ч. 2. С. 55–62.

5. Розробка вібраційного плуга-картоплекопача з активними робочими органами та шляхи покращення його експлуатаційних показників / Мелентьев О.Б. та ін. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. 2018. № 6. С. 28–47.

6. Марченко В., Ружи́ло З., Сиволапов В. Агротехніка та механізація збирання картоплі. *Пропозиція : укр. журн. з питань агробізнесу*. 2009. № 9. С. 112–117.

7. Плоскоріз-картоплекопач з активним робочим органом : пат. 106036 Україна : МПК А01В17/00. №u 201510805; заявл. 05.11.2015 ; опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7.

8. Вібраційний плуг-картоплекопач : пат. 106037 Україна : МПК А01В17/00. №u 201510806; заявл. 06.11.2015 ; опубл. 11.01.2016, Бюл. № 16.

9. Ходаківський, Є.І., Положенець В.М., Чуб Д.В. Виробництво та споживання картоплі. *Економіка АПК*. 2006. №7. С. 109–111.

DOI

**MATHEMATICAL MODEL OF A LOADED SUPPORTING
FRAME OF A SOLID FERTILIZERS DISTRIBUTOR****Dovbush T. A.**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Technical Mechanics and
Agricultural Machinery
Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

Hevko R. B.

*Doctor of Technical Sciences,
Professor at the Department of Technical Mechanics and Agricultural
Machinery
Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

Tson H. B.

*Candidate of Technical Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Technical Mechanics and
Agricultural Machinery
Ternopil Ivan Puluj National Technical University
Ternopil, Ukraine*

The development of analytical methods of bearing complex structural systems calculating, simultaneously statically indeterminate relative to the external supports and internal force factors, taking into consideration the discrepancy in calculations and obtained experimental data requires the creation of new models of frame structures stress-and-strain state (SSS) taking into account real loading [1; 2].

SSS of frame structures by the finite element method comparing to the strain gauging has been studied in the paper [3]. The difference between calculations and research data is about 30–40%.

The development of engineering methods of strength calculation and structural evaluation of agricultural machines supporting frames is one of the most important problems in their designing. A number of the above-mentioned problems for certain design of agricultural machines or some of their elements (frames, sprayer booms sections and others) made of the rolled sections have been studied in the papers [4; 5].

In this case the conducted theoretical and experimental research [6-7] of root crops harvesters, different types of screw conveyors and their working tools has shown that it is necessary to conduct a complex of investigations to determine the optimal parameters of bearing structural members. The increase of their strength assurance factor causes the increase of the material consumption of machines and working tools structure and further increased energy consumption to perform a technological process and other negative consequences.

Some critical loads are taking place while a solid fertilizer loaded distributor is in operation and it is moving on the rough field surface with maximum translatory velocity causing fracture (cracks formation) of the bearing frame structure which is shown on Figure 1.



Figure 1. Main view of solid organic fertilizer distributor (a) and a place of cracks formation (b) taking place at maximal loading and moving on rough ground

Weight distribution of solid organic fertilizer on the distributor body space is mostly of variable form both in cross-section and longitudinal planes. Let's consider and classify the determining factors of unbalanced loading on the distributor body space (Figure 2a).

Figure 2a includes the following conventional signs: $q(s)$ – distributed load; I , II – lateral longerons of Z-like cross-section; III – central longeron whose cross-section is made of two Z-like sections; IV – travers (cross members) of pipelike cross-sections.

The supporting frame is divided into three parts in order to optimize the analytical calculations. The central part is conventionally designated as III , two symmetrical lateral parts are conventionally designated as I i II (Figure 2a).

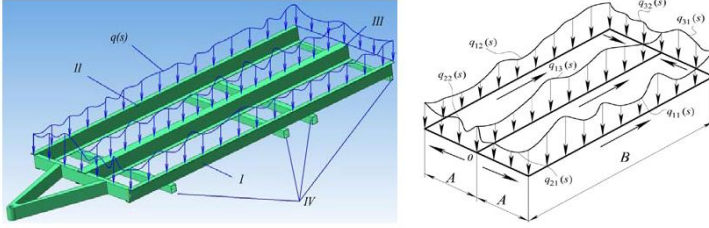


Figure 2. Schematization of supporting metalwork loading distribution of fertilizer distributor

Within the conditional symbols of geometric or physical parameters the first index indicates the geometric or physical magnitude order, the second one shows the section of the frame structure which the given magnitude belongs to.

Solid organic fertilizers are being loaded on the trailer body by a conveyor or a loader; their distribution is mostly nonuniform. Figure 2b describes an arbitrary schematization of external loads distribution on the distributor supporting frames parts, $q_{11}(s)$, $q_{21}(s)$, $q_{31}(s)$, $q_{12}(s)$, $q_{22}(s)$, $q_{32}(s)$, $q_{31}(s)$, $q_{32}(s)$, $q_{13}(s)$ are the functions of load intensity distributed on the frame supporting parts according to the directions shown on fig. 2b; A , B are geometric parameters of frame-body contact. General external loading:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n \int_0^{l_i} q_i(s) ds = 135000N.$$

A base frame is a complex framed supporting system, statically indeterminate. To evaluate the indeterminate expression of complex framed structures the modified method of minimum of potential energy of deformation (MMMPED) is the most efficient one as it considerably simplifies the solution of such problems and it is easily presented with algorithms. The main advantage of the method is that after writing the expression of potential energy of deformation as a function from unknown parameters $U(Q, M, K)$, which has an adaptive feature, we can use some constituents of energies depending upon a structural system and its loading [7]. The solution of obtained equations $dU/dX_i = 0$ including the unknown pa-

rameters X_i is performed by means of application programme package (APP) Wolfram Mathematica 7.

Due to the obtained data we have built the distribution of the internal force factors in the structure (fig 3).

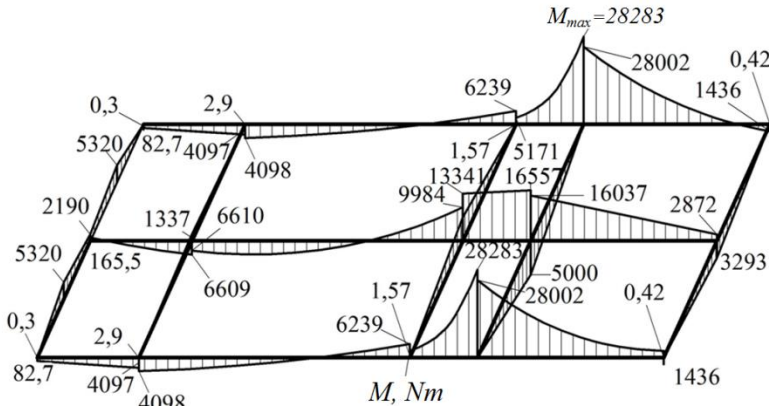


Figure 3. Distribution of the internal force factors of distributor frame loading

Conclusions A universal algorithm of additive functions writing of both bending and torque moments and potential energy of deformations as well taking into consideration the unknown values of external support reactions and the internal force factors has been composed. Some analytical research has been conducted including the substantiation of possible cases of external loading distribution along the perimeter of the machine under study (a supporting metalwork of a solid fertilizer distributor as a case of study). The efficiency of suggested approaches and models use at calculation of the supporting frame metalworks with arbitrary given distribution of external loading has been proved.

References:

1. Волков П.М. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин на прочность и надежность / под ред. П.М. Волкова, М.М. Тененбаума. М.: Машиностроение, 1977. 310 с.
2. Еременко С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел / С.Ю. Еременко. Харьков: Основа, 1991. 272 с.

3. Вырский А.Н. Исследование нагруженности рамных конструкций / А.Н. Вырский / Тракторы и сельхозмашины. 1990. № 11. С. 26–27.

4. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Модифікація ММПЕД для розкриття статичної невизначеності криволінійних елементів рам. Технічний сервіс для машин для рослинництва. Х.: ХНТУСГ. 2014. Вип. 145. С. 105–110.

5. Рибак Т.І., Попович П.В., Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б. Імітаційне моделювання при розрахунках на квазістатичну міцність конструктивних структур важко навантажених сільськогосподарських машин. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. Х.: ХНТУСГ. 2013. Вип. 139. С. 321–326.

6. Hevko R. B., Tkachenko R. I., Synii S. V., Flonts I. V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. INMATEH: Agricultural engineering. Bucharest, Romania. 2016. Vol. 49. no. 2. P. 53-60.

7. Hevko B. M., Hevko R. B., Klendii O. M., Buriak M. V., Dzyadykevych Y. V. Improvement of machine safety devices. Acta Polytechnica. Czech Technical University in Prague. 2018. Vol. 58. № 1. P. 17–25.

DOI

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КОВШОВИХ
РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН
ЗАСТОСУВАННЯМ ГНУЧКИХ ГУМОТКАНИННИХ
ЕЛЕМЕНТІВ**

Карпушин С. О.

кандидат технічних наук,

*доцент кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва
Центральноукраїнський національний технічний університет
м. Кропивницький, Україна*

Пантелесенко В. І.

кандидат технічних наук,

*доцент кафедри будівельних та дорожніх машин
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
м. Дніпро, Україна*

Червоноштан А. Л.

інженер

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
м. Дніпро, Україна*

Землерийні машини з ковшовими робочими органами (РО) є найбільш розповсюдженими і часто використовуваними. Досвід використання машин даного типу – майже століття, вказує на існуючі суттєві недоліки, що притаманні класичній конструкції РО. Серед них налипання та намерзання ґрунту [1] на РО, зокрема зниження корисної ємності ковша. Попередніми дослідженнями встановлено, що найбільша інтенсивність налипання ґрунту на металевий РО відповідає вологості ґрунту від 20 до 33% [2].

Проблема може бути вирішена застосуванням гнучких елементів (ГЕ) у вигляді металевих ланцюгів. В РО землерийних машин ковшового типу застосування металевих ланцюгів можна спостерігати в якості днищ багатокішкених роторних екскаваторів ЕРШРД, ЕРГ, ЕРП, ЕР [3]. Перевагою даного РО перед традиційними ковшами є реалізація ефекту інерційного розвантаження – самоочищення (вільного падіння гнучкого днища з ґрунтом при розвантаженні).

Однак, гнучкий, металевий ланцюговий або кольчужний елемент РО має і суттєві недоліки, які стримують його впровадження в конструкції екскаваторів, фронтальних навантажувачів, скреперів. Це неефективність роботи з сухими сипучими матеріалами поєднана з невідповідністю нормам запиленості робочого майданчика, висока питома вага, недостатня довговічність, кінематичні обмеження застосування (необхідність гравітаційного та обмеженість відцентрового розвантаження РО).

В результаті проведеного аналізу переваг та недоліків ГЕ ковшового РО можна зробити наступні попередні висновки:

- в конструкціях універсальних, найбільш розповсюджених землерийних машин ГЕ РО застосування не знайшли;

- РО з ГЕ недостатньо досліджені та мають резерви щодо поліпшення складових робочого циклу землерийних і меліоративних машин ковшового типу;

- в якості ГЕ РО варто розглянути доцільність застосування суцільного міцного та високодеформативного матеріалу (листова гума, листова гумо-тканинна стрічка (модуль пружності $E=250\text{МПа}$), сучасні вологостійких, антифрикційних і водночас міцних полімерних, синтетичних та ін. матеріалів).

Застосування суцільного гумо-тканинного елемента (ГТЕ) в конструкції РО землерийної машини може мати комплексну перевагу у порівнянні з традиційним або гнучким ланцюговим РО по ряду конструктивних показників. Цими показниками є:

- суцільність ГТЕ, що дає змогу розробляти сухі ґрунти, матеріали;
- антифрикційні властивості ГТЕ в наслідок конструктивної можливості його анізотропного деформування та можливості місцевої дискретизації;

- антикорозійні властивості ГТЕ;

- менша в порівнянні з ланцюговими елементами вага ГТЕ;

- можливість реалізації ефекту інерційного розвантаження – самоочищення (вільного падіння гнучкого днища з ґрунтом при розвантаженні і самоочищення порожнини ковша внаслідок деформації додаткового гнучкого днища;

- адаптація до форми днища ковша, можливість листового ГТЕ змотуватися в рулон, (намотуватися на барабан рис.1);

- самоочищення поверхні ГТЕ під час висихання та деформації, зокрема при змотуванні на барабан;

– можливість ефективного застосування для скреперів, фронтальних навантажувачів, універсальних однокішшевих і багатокішшевих роторних екскаваторів.

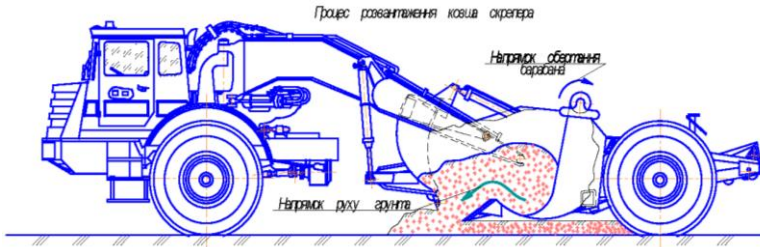


Рисунок 1. Скрепер з криволінійним каркасным днищем і ГТЕ [4]

Для однокішшевого екскаватора з робочим обладнанням «зворотня лопата» пропонується застосування ГЕ у вигляді листа гумотканинної (конвеєрної) стрічки з модулем пружності $E = 250$ МПа (рис.2).

Робоче обладнання однокішшевого екскаватора [5] включає рукояті 1 з шарнірно-приєднаним ковшем 2, гідроциліндр керування 3 і вузол утримання ґрунту в ковші, що виконаний у виді ГТЕ 4 з шириною, рівній ширині ковша 2 та закріплений верхньою частиною посередництвом двох металевих пластин 5 і різьбових з'єднань 6 до рукояті 1, причому верхня половина ГТЕ 4 суцільна, а нижня має вертикальні прорізи у вигляді стрічок.

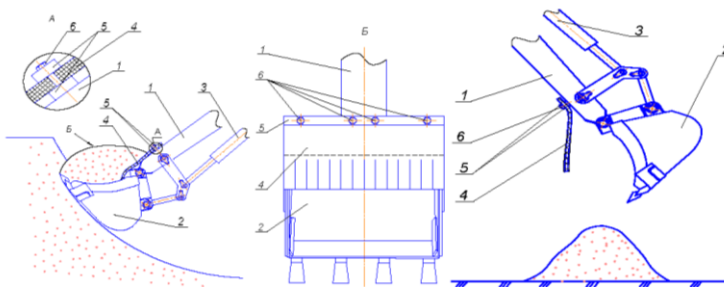


Рисунок 2. РО однокішшевого гідравлічного екскаватора з ГТЕ [5]

Робоче обладнання одноківшового екскаватора працює наступним чином.

На початку копання шток гідроциліндра 3 керування втягнутий, ГТЕ 4 закріплений на рукояті 1 за допомогою двох металевих пластин 5 і різьбових з'єднань 6 та вільно звисає у внутрішню порожнину ковша 2.

При копанні ґрунту (див. рис.2), зрізана ріжучою крайкою ковша 2 ґрунтова стружка потрапляючи в ківш, притискає ГТЕ 4 до задньої внутрішньої стінки ковша 2, збільшуючи її поверхню. Кінцеве положення ковша 2 (шток гідроциліндра 3 повністю висунутий) супроводжується ефектами затискання і фіксування набраного в ківш ґрунту, ГТЕ 4. При цьому просипання ґрунту на шарніри кріплення ковша 2 і елементів його приводу до рукояті 1 не відбувається. Переміщення ковша з ґрунтом здійснюється при менших втратах ґрунту на просипання. Розвантаження ковша (див. рис.2) супроводжується ефектом «струшування» налиплого на лист 4 ґрунту, при цьому інерційна складова цього ефекту передається і на інші елементи робочого обладнання, тим самим сприяючи очищенню РО.

Виконання ГТЕ 4 з розрізами в його нижній частині забезпечує його еластичність та адаптування до внутрішньої поверхні ковша 2 при завантаженні ґрунтом і володіє само очищувальними якостями при розвантаженні.

Таким чином, застосування в конструкції РО одноківшового екскаватора або фронтального навантажувача ГТЕ, верхня частина якого суцільна, а нижня з прорізами у вигляді стрічок, підвищує продуктивність ковшового екскаваторного обладнання за рахунок набору більшої кількості ґрунту, його утримання в процесі переміщення ковша і меншого просипання. Ці ефекти максимальні при роботі на в'язких вологих ґрунтах.

Висновки. 1. Застосування гнучких ГТЕ в РО землерийних машин ковшового типу володіє більш широкими резервами щодо усунення ефектів налипання розроблюваного середовища на внутрішні поверхні ковша, сприяє очищенню всього РО, створює нові можливості для проектування нових конструкцій, дозволяє підвищити надійність і довговічність шарнірних з'єднань ковша з елементами його приводу.

2. Застосування ГТЕ перспективно для землерийних машин циклічної і безперервної дії.

Література:

1. Тесленко І.О. Шляхи вдосконалення робочих органів універсальних землерийних машин // Науково-технічний збірник «Вісник Національного транспортного університету» Київ 2016. Випуск 2 (35). С. 211–218.
2. Аулін В.В., Тихий А.А., Карпушин С.О., Дерев'янко Д.А. Підвищення енергоефективності обробітку ґрунту зменшенням процесів його налипання на поверхні робочих органів. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький 2019. Випуск 2 (33). С. 3–16. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.2\(33\).3-16](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.2(33).3-16)
3. Голубченко О.І., Хожило М.Е., Огляд та пропозиції конструкцій активного робочого обладнання землерийно-транспортних машин безперервної дії // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Дніпро 2011. Випуск 6-7. С. 48-55.
4. Пат. 4920 Україна, Ківш скрепера МПК Е02F 3/64. Заявл. 24.05.2004; Опубл. 15.02.2005. бюл. №2 Авт. Хмара Л.А., Карпушин С.О., Старунський С.В.
5. Пат. 35362 Україна, Робоче обладнання одноківшового екскаватора МПК Е02F 3/28. Заявл. 29.04.2008; Опубл. 10.09.2008. бюл. № 7 Авт. Карпушин С.О.

DOI

REGULAR THERMAL REGIME OF A SYSTEM OF BODIES

Peretiaka N. O.

*Ph. D. of Engineering Sciences, Associate Professor
Odesa State University of Intelligent Technologies and Communications
Odesa, Ukraine*

Rolling bearings are widely used in machines. Good bearing performance depends on the correct calculation of the maximum load. There is a lot of research in the field of vibration and acoustic diagnostics. But the thermal control method remains very effective in detecting faults [1].

Works [2, 3, 4] are devoted to the study of heat transfer in rolling bearings. However, studies on the regular thermal conditions of rolling bearings are not enough.

Consider a rolling bearing as a composite body, consisting of several parts, the materials of which differ significantly in thermal properties. For

brevity, such a composite body will be called a system. Let the heat exchange on the outer side S of the system obey Newton's law:

$$\lambda_i = \left(\frac{\partial(t_i - t_o)}{\partial n_i} \right) \Big|_s + \alpha_i(t_i - t_o)|_s = 0, \quad (1)$$

where i – is the number of the part of the system that is in contact with the external environment.

We will assume that the λ_i, α_i parameters do not depend on temperature. This will make it possible to apply the first theorem of Kondrat'ev [5] to this system and assume that the temperature field is regularized in the system.

In a system of bodies that is cooled or heated in a thermostated convective medium, as in a homogeneous body, over time, the temperature field inevitably occurs. This means that the rate of change of the logarithm of the excess temperature $\partial(\ln \vartheta_{reg})$ from time to time remains the same for all points of the system.

Graphically, the temperature field of the system $\vartheta = f(\tau)$ is depicted in semilogarithmic coordinates by a family of parallel straight lines (Fig. 1), that is, it remains similar to itself, as in the case of a simple body.

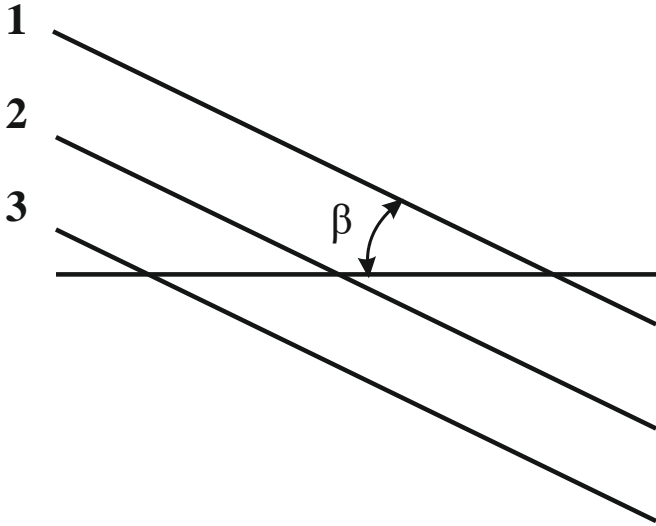


Fig. 1. System temperature field

Regular heating mode characterizes the heating rate [6]:

$$m = \frac{\ln \vartheta - \ln \vartheta_e}{\Delta \tau} = \text{const} \quad (2)$$

where ϑ – object temperature, °C; $\ln \vartheta_e$ – ambient temperature, °C; $\Delta \tau$ – time, minutes.

For the system, the heating rate m depends on a large number of parameters:

- on the shape and size of the system and the relative position of its parts;
- on the thermophysical properties of the materials that make up the system;
- on the conditions of heat transfer on the outer surfaces of the system;
- on the conditions at the interfaces between adjacent parts of the system.

For the system, as well as for a simple body, the law of asymptotic increase of m with increasing α is fulfilled, and the limit $\lim_{\alpha \rightarrow \infty} m = m_\infty$ a finite quantity.

Thus, in a rolling bearing, a regularization of the temperature field inevitably occurs over time. The heating rate of the rolling bearing is not constant and depends on the shape, size, material properties of the elements, heat transfer conditions and the conditions of the element boundaries.

References:

1. D. Belmiloud, M. Lachi, H. Pron, F. Bolaers, J.-P. Dron, X. Chiementin, A. Laggoun, Thermo-dynamical modelisation of the degradation of a ball bearing in variables use conditions, *Mechanics & Industry*. №21(608). 2020. 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/meca/2020083>
2. Y. Muzychka, M. Yovanovitch, Thermal resistance models for non circular moving heat sources on a half space, *Transaction of the ASME, Journal of Heat Transfer*. №3. 2001. P. 624–632.
3. A. Baïri, N. Alilat, J.G. Bauzin, N. Laraqui, Three dimensional stationary thermal behavior of a bearing ball, *International Journal of Thermal Sciences*. №6. 2004. P. 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2003.10.008>
4. K. Yan, Y.T. Wang, Y.S. Zhu, Investigation on heat dissipation characteristic of ball bearing cage and inside cavity at ultra-high rotation speed, *Trib. Int.* №93, 2016. P. 470–481. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.09.030>

5. Кондратьев Г.М., Дульнев Г.Н., Платунов Е.С., Ярышев Н.А. Прикладная физика: Теплообмен в приборостроении. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2003. 560 с.

6. Peretiaka N., Boriak K., Vatenko O. Improving the thermal method for assessing the technical condition of rolling bearings based on the heating rate criterion. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. № 5/1 (107). 2020. P. 118-126. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212540>

DOI

SIMULATION OF PROCESSING WITH ABRASIVE SUBSTANCE OF ANGULAR RECTANGULAR WAVEGUIDE CHANNEL

Tryshyn P. R.

*Postgraduate Student at the Department of Technologies
of Mechanical Engineering
National University «Zaporizhzhia Polytechnic»*

Honchar N. V.

Ph.D.,

*Associate Professor at the Department of Technologies
of Mechanical Engineering
National University «Zaporizhzhia Polytechnic»*

Lahovskyi O. V.

*Student at the Department of Technologies of Mechanical Engineering
National University «Zaporizhzhia Polytechnic»
Zaporizhzhia, Ukraine*

Rectangular waveguides with numerous bends and twists are applied in the S-range radars. There are two types of waveguide bends: smooth curves, which are made by bending the waveguide tube, and angular bends, which are made by welding or brazing sections of the waveguide tube. Angular ones are used more often, as they are more compact (Fig. 1). Waveguides are made from a thin-walled (2.5 mm) rectangular pipe, the material is aluminum or brass.



Figure 1. Rectangular waveguides with angular bends

During welding or brazing waveguide sections, deformations and surface defects appear in the seam zone. They are eliminated by planishing and subsequent finishing. The channel of the waveguides is polished with tight tolerances (0.07...0.1 mm) and a roughness $Ra < 0.8 \mu\text{m}$. The power loss of an electromagnetic wave depends on the quality of the surface of the channel [1, p.610].

Not all finishing methods which can provide the required roughness are applicable for channel rectangular section and angular bends. Often the polishing of the near-seam zones, due to the difficult approach to them, is carried out with a hand-held power tool, requires complex tool paths or the using of shaped tools.

Finishing of the waveguide channels of complex spatial shapes can be performed by methods which use the flow of an abrasive substance as a tool. This type of processing allows the mechanization of the operation, can improve working conditions and reduce processing time

The purpose of this study was to search for a rational finishing method with abrasive substance flow of channel angular bends of rectangular waveguide.

Hydro-abrasive (waterjet) pumping and abrasive-extrusion processing were studied.

Hydro-abrasive pumping [2] is an erosion process with a flow of water-jet processing for the inner surfaces. The waterjet slurry is pumped through the channel in both directions and creates a directional roughness.

The abrasive-extrusive processing of waveguides [3, p.41] consists in extrusion along the channel of the working substance, which composes from a polymer base with abrasive grains, which is capable of viscoelastic deformation.

The analysis of these methods for processing of channels with angular bends showed that the quality of the processed surface is often non-uniform

due to significant changes in the parameters of the flow of the working substance.

Simulation of waterjet pumping and abrasive-extrusion processing of angular bends of waveguides was carried out using the software «Flow Vision» (Fig. 2). It showed the causes of irregular erosion within the channel. The flow of the working substance flowed around the inner corner and a vortex zone arose due to a sharp change in the direction of the walls. In this zone the pressure on the channel walls dramatically decreased, as a consequence, the intensity of processing of nearby surfaces reduced (Fig. 2a). A significant difference of abrasive-extrusion processing is the high pressure of the working substance on the channel walls and the low flow rate, which is associated with the higher viscosity of the working substance (Fig. 2b).

Between the transit flow and the swirl zone, the divide line appeared. It separated fluxes of different velocities and was a sign of local resistance. Separate vortices were formed at the divide line and moved continuously. In this case, some masses of the working substance in the swirl zone were replaced by others.

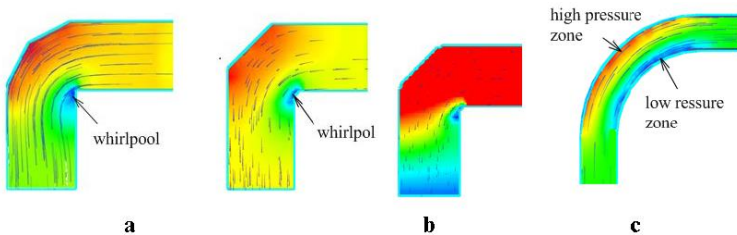


Figure 2. Simulation of hydro-abrasive pumping (a, c) and abrasive-extrusive processing (b) in the angler waveguide bends

When processing waveguides with a smooth channel bend (Fig. 2c), swirl zones don't appear, but centrifugal forces arise, which increase the pressure of the working substance on the walls with a large radius of curvature and decrease on the opposite walls. As a result, conditions are created for the movement of particles of the working substance in the transverse direction from the area of higher pressure to the area of lower pressure, which causes turbulence flow. After a smooth turn of the waveguide channel, a rotational-translational movement of the working substance emerges, which fades away at a certain distance.

The disadvantages of the such methods of abrasive processing, which reduce the efficiency of their application for rectangular S-band waveguides with angular bends, include: limited flow control capabilities; uncontrolled removal of metal, which does not allow accurately processed surface; the need to prevent deformation of thin walls during extrusion of the abrasive substance through channel; applicability only for straight waveguides or smooth bends; the need to wash the treated surfaces. As a result, it was concluded that these finishing methods are time-consuming and inefficient for the rectangular waveguide channels with angular bends.

References:

1. Chen J., Binke H. Effects of surface roughness on lossy rectangular waveguide. *Applied Computational Electromagnetics Society Journal*. 2012. Vol. 27. № 7. P. 610–619.
2. Hydro-abrasive pumping URL: <http://vaporblast.ru/projects/gidroabrazivnaya-prokachka/> (accessed 08.03.2021).
3. Sysoeva L. P. Abrasive extrusion processing of aluminum alloys. *Vestnik SUSU (South Ural State University)*. 2015. Vol. 15. № 2. P. 40–50.

ELECTRIC POWER ENGINEERING, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

DOI

METHOD OF DISINFECTION AND PURIFICATION OF WATER USING PULSED ELECTRIC DISCHARGES OF NANOSECOND DURATION IN GAS BUBBLES IN IT

Boyko M. I.

*Doctor of Technical Sciences,
Professor at the Department of Engineering Electro-Physics
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
Kharkiv, Ukraine*

Makogon A. V.

*Postgraduate Student at the Department of Engineering Electro-Physics
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
Kharkiv, Ukraine*

The method of disinfection and purification of water using pulsed electrical discharges in gas bubbles formed inside the water makes it possible to use all high-intensity factors from discharges for its disinfection and purification. This method is a logical continuation of the development of the water ozonation method for the same purpose. The ozonation method is widespread in the developed countries of the world as it is more progressive in comparison with the chlorination method. However, the water ozonation method has a number of serious disadvantages. Ozone as an active factor is obtained in industrial ozonation plants by means of electrical discharges, mainly by means of barrier discharges, which provide the highest concentrations of ozone in an oxygen-containing gas. Reactors that generate ozone using electrical discharges provided by appropriate high-voltage pulse generators are located outside of water and away from water. Ozone is delivered to water using ozone-resistant pipelines. All high-intensity factors from electrical discharges, except ozone, are not used. Such factors, which are more intense than ozone, include: OH radicals, atomic oxygen O, high-energy electrons. Also, hydrogen peroxide H_2O_2 and broadband radiation from electrical discharges, containing ultraviolet light in their frequen-

cy spectrum, are not used. Ozone can be transported from the generator to the water for its purification, since the molecules of this gas are quite long-lived (minutes or more) due to lower activity (lower electrochemical, oxidative potential) than that of OH radicals, atomic oxygen O. To use all high-intensity factors from discharges, they must be carried out in a gas directly at the water surface, since the lifetime of OH radicals of atomic oxygen O is less than one millisecond. It is energetically unprofitable to carry out electric discharges in the water itself for the purpose of its disinfection and purification, since the electric strength, specific electrical conductivity and dielectric constant of water are much higher than those of gases.

There are many variants of discharges in gas directly at the water surface. The advantage when choosing more rational options are those in which most (or all) of the accumulated high-intensity factors enter the water and carry out its disinfection and purification. One of these options is the method of disinfection and purification of water using pulsed electrical discharges in gas bubbles in it. A gas bubble in water is surrounded by water along its border. Under conditions of a pulsed electric discharge in a bubble, the flow of a pulsed current through the gas-discharge plasma in it and through water, high-intensity factors from the discharge, including electrons, ions, and broadband radiation, enter the water through the area of contact of the discharge plasma with water, having time to start a chain of reactions leading to disinfection and water purification. Since all factors from the discharge are used, not only ozone, the energy efficiency of this method is significantly higher than that of the ozonation method of water. But the advantage of this method is not only and not so much in this, but also in the fact that this method allows solving those problems of disinfecting and purifying water, which, in principle, cannot be solved by the ozonation method due to the lower value of the oxidizing potential of ozone molecules.

Treated, for example, river water, from the point of view of electrical engineering, is a fairly well conductive dielectric barrier (a dielectric with a relative permittivity of 81 and a specific volume resistance of about $10 \text{ Ohm} \times \text{m}$) and a load for a high-voltage pulse generator, in which a strong pulsed electric field is created and stored and electromagnetic energy is released, turning into thermal energy.

We use a discharge in a highly inhomogeneous field. A high-voltage pointed electrode, for example in the form of a «whisk», is located inside a gas bubble in water. Discharge plasma channels close the tips of the «whisk» needle branches to the interface between a gas bubble with

a characteristic diameter of about 1 cm and water. Inside the bubble, in the immediate vicinity of the water surface and on the water surface, as a result of discharges with a frequency of 2000 pulses / s or more, active particles, including OH hydroxyl radicals, and broadband radiation are created. Active particles, including OH radicals, which have got into the water as a result of diffusion, ensure its disinfection and purification. An important role in the process of disinfection and purification of water is played by broadband radiation from pulsed discharges in a gas bubble, which penetrates into water. Under the influence of quanta of this radiation, photodecomposition of water molecules $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H} + \text{OH}$ occurs [1]. Thus, OH radicals are formed inside the water (in addition to OH, which got into the water from the gas-discharge plasma in the bubble). The water in the reactor in the treatment zone with the help of discharges in gas bubbles is in a sufficiently strong electric field with an average value of $\sim 30 \text{ kV} / \text{cm}$. The disinfected water contains microorganisms to be inactivated. The cytoplasmic membrane of each of the microorganisms (bacteria, yeast, etc.) is a dielectric. Therefore, at the interface between the membrane and water, the electric field strength increases sharply, being distributed inversely proportional to the ratio of the relative permittivities of water and cell membranes, and can reach $600 \text{ kV} / \text{cm} = 60 \text{ kV} / \text{mm}$ in membranes with pores at nanosecond fronts and durations of voltage pulses from generator. Such an increase in the electric field strength at micro-inhomogeneities inside the water can lead to additional ionization processes, including impact ionization by electrons formed in a local strong field. It should be noted that with pre-breakdown voltages at various inhomogeneities in non-degassing water, gas bubbles with characteristic sizes of 10^{-6} – 10^{-5} m can form from micro-nuclei both inside the water and in the area of its contact with plasma and metal electrodes [2]. In these bubbles, the growth and life time of which is much longer than the duration of nanosecond voltage and current pulses, during the application of a pulsed voltage to the water layer during the combustion of nanosecond discharges in a gas bubble in front of the water layer, micro-discharges appear similar to partial discharges in gas inclusions in solid dielectrics. These micro-discharges in numerous small bubbles inside the water lead to the formation of active particles in them, including OH hydroxyl radicals. In addition, in a strong field, microparticles are excited inside the water, water molecules dissociate into OH and H, and a complex chain of reactions is triggered, which ultimately provides a high degree of disinfection and water purification. OH radicals having a lifetime of $\sim 300 \mu\text{s}$ at a concentration of $\sim 10^{14}$ – 10^{15} cm^{-3} [3], being in water, participating in chaotic thermal motion, can provide energy-efficient

disinfection and purification of water, acting synergistically with other high-intensity factors.

Nanosecond discharges in a gas bubble are energetically significantly more favorable than microsecond ones, since with less power consumed from the source, they provide higher working electric field strengths and, therefore, better production of high-intensity factors for disinfection and water purification. As the results of our experimental studies show, complete and irreversible inactivation of representative E-coli microorganisms at their initial concentration of 10^6 cm^{-3} in a flow-through mode can be achieved without noticeable heating of water by the released energy from nanosecond current pulses, following with a frequency of about 2000 pulses /s [4, 5].

Thus, it can be concluded that the considered method of disinfecting and purifying water using pulsed electrical discharges of nanosecond duration in gas bubbles is promising for use on an industrial scale and can replace or substantially supplement the widely used method of ozonation.

References:

1. Сканапи Г.И. Физика диэлектриков (область сильных полей). Государственное издательство физико-математической литературы. М. 1958. 908 с.
2. Коробейников С.М. Исследование предпробивных процессов в жидких диэлектриках при импульсном воздействии напряжения. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук*. Новосибирск. 1983. 24 с.
3. Яворовский Н.А., Корнев Я.И., Прейс С.В. и др. Импульсный барьерный разряд как метод обработки воды: активные частицы-окислители в водо-воздушном потоке. *Известия Томского политехнического университета*. 2006. Т. 309. № 2. С. 108–113.
4. Бойко Н.И., Макогон А.В. Микро– и наносекундные разряды в газовых пузырях для обеззараживания и очистки воды. *Электротехника и электромеханика*. 2019. № 3. С. 50–54.
5. Boyko N.I., Makogon A.V. High voltage plant with 3 MW pulse power for disinfection flow of water by nanosecond discharges in gas bubbles. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2020. № 5. Pp. 80–83.

DOI

**METHOD OF CALIBRATION OF ELECTRICAL
MEASURING DEVICES OF ALTERNATING CURRENT
BY SQUARE WAVE SIGNALS**

Mosharenkov V. V.

*Candidate of Technological Sciences, Senior Lecturer
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Velychko V. A.

*Lecturer
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Koval O. V.

*Candidate of Technological Sciences, Senior Lecturer
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine*

These days, the calibration of electrical measuring devices of alternative current (EMDAC) is carried out by sinusoidal calibration analog signals, and the technical and metrological requirements for calibrators of such signals are constantly increasing. Meeting these requirements is causing greater circuit difficulties and cost. Moreover, the reproduction of such signals with high accuracy in setting tunable parameters (amplitude, frequency, and phase) with a minimum harmonic coefficient is a very complicated task, and the complexity of its solution increases with increasing accuracy requirements for setting these parameters. For rectifying and electronic EMEAC, which are the most widely used in the ranges of sound and high frequencies, measuring converters (detectors) of mean-rectified and amplitude values into direct current or voltage are used, which are then measured by a magneto-electric device with a graduation of its scale in the mean-square values of the measured signal with the corresponding shape factors ($K_{sh} = 1,11$) and amplitudes ($K_a = \sqrt{2} = 1,41$) for a sinusoidal signal. Deviation of the real signal from the sinusoidal signal leads to a systemic methodological error, which can be calculated and taken into account only for a strictly specified signal form. In fact, it is unknown and it must be determined before with certain accuracy. Thus, with the development of digital measuring equipment, including digital signal generators

(and calibrators) [1], a certain research interest is caused by the problem of calibrating EMIAC by square wave signals rather than sinusoidal signals.

View of the foregoing, the research of the possibility of calibrating EMDAC with square wave signals closer to the real measured signals than sinusoidal signal seems natural. There are known works in this research area [2-4], and this report is dedicated to the presentation of the results of further development of the theory of using square wave signals with adjustable time parameters.

Let us suppose that the EMDAC measuring circuit is affected by a periodic sequences of bipolar symmetrical square wave pulses with arbitrary and adjustable time parameters (pulse duration and pause between them), i.e. with adjustable duty cycle . Such calibration signal (CS) is shown in Fig. 1, where: T is period , U_0 is amplitude, τ is duration (width) of the pulses.

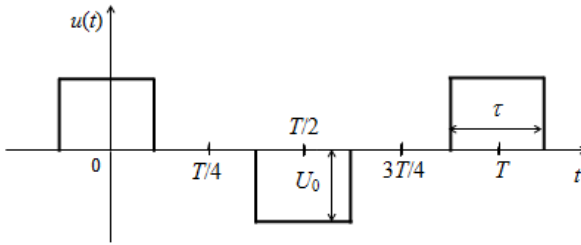


Fig. 1. Calibration signal in the form of a periodic sequence of bipolar square wave pulses with adjustable time parameters

The analytical expression for the signal $u(t)$ has the following form:

$$u(t) = \begin{cases} U_0 & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{\tau}{2}; \frac{T}{2} - \frac{\tau}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} + \frac{\tau}{2}; T - \frac{\tau}{2} \leq t \leq T, \\ 0 & \text{for } \frac{\tau}{2} < t < \frac{T}{2} - \frac{\tau}{2}; \frac{T}{2} + \frac{\tau}{2} < t < T - \frac{\tau}{2}. \end{cases} \quad (1)$$

The calibrated device readings (ammeter or voltmeter) are determined by the root-mean square (RMS) of the current:

$$I^2 = \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \left| \dot{I}_{nm} \right|^2,$$

where \dot{I}_{nm} – complex amplitude of n -th current harmonic in the measuring circuit of EMDAC.

The conversion will allow us to put this expression in the following form

$$I^2 = \frac{4U_0^2}{\pi^2 R^2} S, \quad (2)$$

where

$$S = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \frac{\sin^2(2k+1)\frac{\pi}{2}\eta}{(2k+1)^2} R[j(2k+1)]; \quad (3)$$

η – volume efficiency or value, inverse duty cycle $Q = T / (2\tau)$ signal $u(t)$, i.e. $\eta = 1 / Q = 2\tau / T$.

Omitting the intermediate calculations, let us conduct a research to obtain a mathematical model of the methodological error, as a result we will get:

$$\Delta S = \pi \sum_n \frac{A_n}{q_n^2} H, \quad (4)$$

where

$$H = \frac{ch \frac{\pi(1-\eta)}{2} q_n \ sh \frac{\pi\eta}{2} q_n}{ch \frac{\pi}{2} q_n}. \quad (5)$$

We will finally get such result after calculation

$$I^2 = \frac{U_0^2 \eta}{R^2} = \frac{U_0^2}{R^2 Q}. \quad (6)$$

Expression (6) represents a mathematical model of calibrating electro-mechanical ammeters and voltmeters of a square wave CS with adjustable duty cycle Q or its inverse value η .

Let us research the methodological error of such calibration.

The condition $Re \eta q_n \gg 1$ corresponds to the low reactivity in the measuring circuits of calibrated devices. Using the expansion of hyperbolic functions in power series to a linear term [5-9], we will have

$$sh \frac{\pi \eta}{2} q_n \approx \frac{1}{2} e^{\frac{\pi \eta}{2} q_n}; \quad ch \frac{\pi}{2} q_n \approx \frac{1}{2} e^{\frac{\pi}{2} q_n}. \quad (7)$$

After substituting the equalities (7) into formula (5), for the value H we will obtain

$$H = \frac{ch \frac{\pi(1-\eta)}{2} q_n e^{\frac{\pi \eta}{2} q_n}}{e^{\frac{\pi}{2} q_n}} = \frac{1}{2} [1 + e^{-\pi(1-\eta)q_n}], \quad (8)$$

Let us consider two limiting cases for the value H :

- a) if $Re(\overline{1-\eta})q_n \gg 1$, from formula (8) we obtain $H = 1/2$;
- b) if $Re(\overline{1-\eta})q_n \ll 1$, $H = 1$.

According to the ratio (4), the value ΔS is specified for each of the cases and takes the form accordingly

$$\Delta S_1 \approx \frac{\pi}{2} \sum_n A_n / q_n^2; \quad \Delta S_2 \approx \pi \sum_n A_n / q_n^2. \quad (10)$$

A similar value for ΔS_0 for $\eta = 1$ (CS «meander» type) for the same functions is determined by the relation:

$$\Delta S_0 \approx \sum_n A_n / q_n^2. \quad (11)$$

Comparing equality (10) with equality (11) we will have

$$\Delta S = H \Delta S_0, \quad (12)$$

where

$$H = \begin{cases} 1 & \text{if } Re(\overline{1-\eta})q_n \gg 1; \\ \frac{1}{2} & \text{if } Re(\overline{1-\eta})q_n \ll 1. \end{cases}$$

Moving to the methodological error of calibration of the EMDAC taking into consideration the ratio (12) we will obtain the generalized expression.

$$\delta I = \frac{H}{\eta} \delta I_0 = HQ \delta I_0, \quad (13)$$

where δI_0 is the relative methodological error of calibration of EMDAC for CS «meander» type, depending on the type of measuring circuit of EMDAC.

Let us specify the relation (13), that allows to evaluate the relative value of methodological error of the task RMS of current in the measuring mechanism EMDAC, where the small inductance is not equilibrate with capacity, under its calibration by square wave signal “meander” type for measuring circuit of EMDAC:

a) without inductance compensation:

$$\delta I'_1 = -\frac{H\varepsilon}{\pi\eta} = -\frac{H\omega_0 L}{\pi\eta R}; \quad (14)$$

b) reactivity compensated:

$$\delta I'_2 = \frac{H\omega_0 L}{\pi\eta R}. \quad (15)$$

When the relative methodological error of calibration $\delta I'_1$, $\delta I'_2$ EMDAC is preset, formulae (14), (15) determine the allowed limits of variations of duty cycle of CS during sitting of the calibrated device readings

$$Q < \left| \delta I' \right| \frac{R}{\omega_0 L}. \quad (16)$$

A generalized mathematical model of the methodological error for a square wave CS with adjustable time parameters has been obtained. The generalized mathematical model of the error has been specified for both types of the measuring circuit of electromechanical ammeters and voltmeters: without compensation and with compensation of the inductance of the coil of the measuring mechanism.

To sum up what have been said, the conducted analysis shows the possibility of using a periodic sequence of square wave pulse with adjustable duty cycle for the calibration of electrical ammeters and AC voltmeters. Setting a calibrated mark (RMS of CS) is set by changing the duty cycle (duration of square wave pulse) at a given nominal period (nominal frequency) of the signal. It will allow to reduce the methodological error of the calibrated mark when using square-wave signals.

References:

1. Dyakonov, V. P. (2009), Generation and signal generators, DMK Press, Moscow, 384 p.
2. Rybin, Yu. (2014), Measuring Signal Generators. Theory and Design, Springer; Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 488 p.
3. Chinkov, V.M. and Herasymov, S.V. (2014), »Metodyka syntezy vymiriuvalnykh sygnaliv dlia kontroliu tekhnichnoho stanu zrazkiv ozbroiennia pry intehrlnomu obmezheni» [Method of synthesis of measurings signals for control of the technical state of standards of armament at integral limitation], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1(37), Pp. 84–87.
4. Mynts, M.Ya. and Chinkov, V.M. (1980), «Ob yspolzovanny sygnalov priamouholnoi formy dlia poverky elektromekhanicheskikh priborov» [On the use of rectangular signals for testing electromechanical devices], *Measuring technique*, No. 3. Pp. 42–43.
5. Mynts, M.Ya. and Chinkov, V.M. (1987), «Calibration of electromechanical devices with rectangular signals with adjustable duty cycle» [Poverka elektromekhanicheskikh priborov signalami priamougolnoi formy s reguliruemoi skvazhnosti], *Measuring technique*, No. 4. Pp. 64–66.
6. Mosharenkov, V. (2020) «Development of methodological errors assessment method calibration electric measuring devices of current rectangular wave from the «meander» type», *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal*. Poltava: PNTU, 3(61), Pp. 41–43. doi: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.3.041>.
7. Vygodskii, M. (2006), Handbook of higher mathematics, AST, Moscow, 991 p. – ISBN 5-17-0122338-1
8. Demidovich, B.P. and Kudriavtsev, V.A. (2001), Short course in higher mathematics, Astrel, Moscow, 655 p.
9. Dvait, G.B. and Semendiaev, K.A. (2005), Integral tables and other mathematical formulas, Lan Publishing, St. Petersburg, 232 c. – ISBN 5-8114-0642-8.

DOI

**OPTIMIZATION OF SEARCHING FOR MOVING TARGETS
OF A MULTIFUNCTIONAL RADAR STATION****Piskunov S. M.***Candidate of Technical Sciences,
Head of Department of Armament of the Air Defense Forces
of the Land Forces
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University***Romenskyi D. S.***Cadet
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University***Budur M. I.***Cadet
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine*

A method of optimizing the process of searching for an unknown number of moving targets in conditions of stochastic uncertainty is proposed, which allows to significantly reduce the average time of their search by a multifunctional radar device equipped with a digital antenna array [8; 10]. More effective is the optimal managed search, in which the order of viewing different directions is determined in the search process depending on the results of already performed views. If the time is sampled and the sampling step is taken as the search step, the controlled search method, in which the average target search time is minimal, will be as follows: after each subsequent search step of a given duration during which the corresponding direction is viewed, a posteriori probabilities in each of the directions and in the next stage the direction for which this probability is the greatest is looked through. One of the important areas of further improvement of radar technology is the transition to antenna arrays with digital

beamforming based on adaptive signal processing directly in the elements of the digital antenna array (CAR). The main advantage of CAR is the solution of the problem of detection and support of a large number of targets in the conditions of intensive radio counteraction due to the possibility of forming several independently controlled antenna patterns in the reception mode. For these systems it is important to create effective search methods, one of which is proposed in this article. The radar inspection area in which the target is moving is divided into cells. The target is in each cell for a random period of time and then moves to another. The probability of transition from one cell to another is determined by the probability law [1; 2].

The following main factors are taken into account: the size of the working area, determining the coordinates and accuracy of their measurement, the resolution of the radar in range, radial speed and angular coordinates, the required time of one inspection of the working area, the possibility of target in different elements of the inspection area, search method. Radar quality indicators such as the average time spent on target detection (average time of undetected target existence) and the average time between adjacent false detections (average frequency of false alarms) significantly depend on the method of inspection. Inspection of the elements of the work area is carried out either sequentially over time or simultaneously. In accordance with this, there are radar systems of sequential and simultaneous inspection. At the same time, the target signals are received and processed as soon as the target appears in the work area. Therefore, such systems are also called without search engines. The advantage of simultaneous inspection systems is the high rate of obtaining radar information about the targets in the work area, the disadvantage is the great complexity compared to sequential inspection systems. Inspection of the working area at a distance is carried out in the process of propagation of the radio signal with a final speed to the target and back. No special operations are required to perform such an inspection [6-7]. Radar signals corresponding to the various elements of the range are received at the input of the radar receiver sequentially in time. However, due to the high speed of dissemination of radio waves, the inspection of all elements of distance discrimination is carried out over a short period of time – almost simultaneously, even at very short range radar. Synchronous reception of signals corresponding to different elements of distance distinction is associated with the need to use a channel processing device. In order to simplify the equipment, a tunable receiver with a smaller number of processing channels can be used instead of the optimal channel processing device. In this case, signals corresponding only

to the elements of the range distinction are processed simultaneously, and the inspection of all elements is performed sequentially in time by adjusting the receiver. At consecutive inspection on distance there are energy losses. The inspection of the working area by angular coordinates is simultaneous if the beam or several beams of the radar in the statistical position completely overlap this area. At simultaneous inspection the number of elements of distinction on a direction will be equal to number of beams of a radar [11; 16].

If one or more radar beams in the static position do not completely cover the working area, a sequential inspection in the direction by expanding the beam within the entire area (scanning) is applied. Sequential inspection in the direction is not associated with any energy losses and is widely used in radars for various purposes. The main advantage of this method is the simplicity of its implementation: one scanning beam requires a single-channel receiver, while a simultaneous inspection of the number of channels of the receiver is equal to the number of used beams. The radar surveillance area in which the target is moving is divided into cells. The target is in each cell for a random period of time and then moved to another. The probability of transition from one cell to another is given by probability law [3; 5].

References:

1. Kisilov S., Piskunov S., Filippenkov O., Shevchenko A. Countering rocket artillery and mortar shelling – promising direction of air defense development of the Ground Forces. *Systems of Arms and Military Equipment*. 2017. № 4 (52). Pp. 17–27.
2. Drobaha G., Piskunov S., Tikhonov I. Development of tactics of action of means of wind attack in local conflicts of the XXI century. *Systems of Arms and Military Equipment*. 2010. № 1 (21). Pp. 6–10.
3. Hellman O. Introduction to the theory of optimal search. Moscow. 1985. 248 p.
4. Koopman B. The theory of search. *Operation Research*. 1957. № 5. Pp. 613–626.
5. Korotya A., Adamovsky O., Piskunov S. The method of minimizing the time of searching for air targets in survey radar stations. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*. 2014. № 2 (15). Pp. 107–108.
6. Chikriy A., Klimenko E. Discrete search problem with a priori awareness. *Cybernetics and exc. technique*. Kiev. 1988. № 79. Pp. 28–33.

7. Sira S.P. Advances in Waveform-Agile Sensing for Tracking. Synthesis Lectures on Algorithms and Software in Engineering. Lecture 2. New York: Morgan & Claypool Publishers series, 2009. 83 p.
8. Haug A.S. Bayesian Estimation and Tracking. A Practical Guide. New York: Published by John Wiley & Sons, 2012. 397 p.
9. Kuzmin S. Digital radar. Introduction to the theory. Kyiv .: KViTs, 2000. 428 p.
10. Piskunov S., Reshetnik V., Filonenko S., Titova E. Optimization of the observation control process when detecting air targets in a multifunctional radar station. *Radio electronics and computer science*. 1998. №1 (2). Pp. 82–84.
11. Iasechko M., Tymochko O., Shapran Y., Trofymenko I., Maksuta D., Sytnyk Y. Loss definition of charged particles in the discharge gap of the opening of the box-screens during the formation of a highly conductive channel. *IJATCSE*. 2019. № 8 (1.3). Pp. 1–9.
12. Iasechko M., Larin V., Maksuta D., Ochkurenko O., Samsonov Y., Lyashenko H., Zinchenko A. Influence of ionization source onto macroscopic parameters of the air media in the holes in cops-screens of radio electronic means. *APRN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2019. № 14 (20). Pp. 3566–3571.
13. Iasechko M., Turinskyi O., Burdin M., Larin V., Gnusov Y., Ikaev D., Borysenko V., Manoylo V. Protection of board radioelectronic equipment from the destructive powerful electromagnetic radiation with the use of natural technologies. *IJETER*. 2019. № 7 (11). Pp. 542–548.
14. Iasechko M., Sotnikov O., Syrotenko A., Larin V., Iasechko S., Ochkurenko O., Volkov A. Model of Combined Solid Plasma Material for the Protection of Radio-Electronic Means of Optical and Radio Radiation. *IJATCSE*. 2019. № 8 (4). pp. 1241 – 1247.
15. Iasechko M., Sotnikov O., Larin V., Ochkurenko O., Maksuta D. The model of a medium for creation of electric hermetic screens of the radio electronic means. *IJATCSE*. 2019. № 8(2). Pp. 300–304.
16. Iasechko M., Turinskyi O., Larin V., Prokopenko T., Kolmohorov O., Salash O., Tarshyn V. The Investigation of the Impulse Evolution of the Radio-Frequency and Optical Radiation During the Interaction With the Solid-State Plasma Media On Radioisotope and Hexaferrite Inclusions. *IJETER*. 2020. № 8(4). Pp. 1333–1337.

DOI

**ANALYSIS OF METHODS OF PROTECTION
OF RADIOELECTRONIC EQUIPMENT AGAINST
ELECTROMAGNETIC INFLUENCE**

Iasechko Maksym

*Doctor of Technical Sciences,
Associate professor at the Department of Air Defense Armaments
of the Land Forces
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine*

Kozyr Anton

*Candidate of Technical Sciences,
Chief of Research and Development Section of Armament and Military
Equipment Testing and Certification
Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment
of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

Bashynskyi Kyrylo

*Candidate of Technical Sciences,
Head of the Group of the 1285 Military Representatives
Ministry of Defense of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

Designed to reduce the reflection of electromagnetic radiation inside the shielding objects, as well as to ensure their electrical sealing [1;4].

The following main types of RAC (radar absorbing coatings) are known, the classification of which is shown in figure 1.

The coatings are flat-layered in which a decrease in the incident radiation is achieved by the mutual attenuation of waves reflected from the object's surface and the coating surface. Falling EMR (electromagnetic

radiation) is repeatedly reflected from the separation of two «coating-object» media and is partially absorbed by the coating substance. If the coverage is perfect, then the total field in the direction of the source of the incident wave is zero. An example of such coatings is the quarter-wave absorber EMR. The disadvantages of such coatings are their narrow band and high dependence of the reflection coefficient on the angle of the incidence.

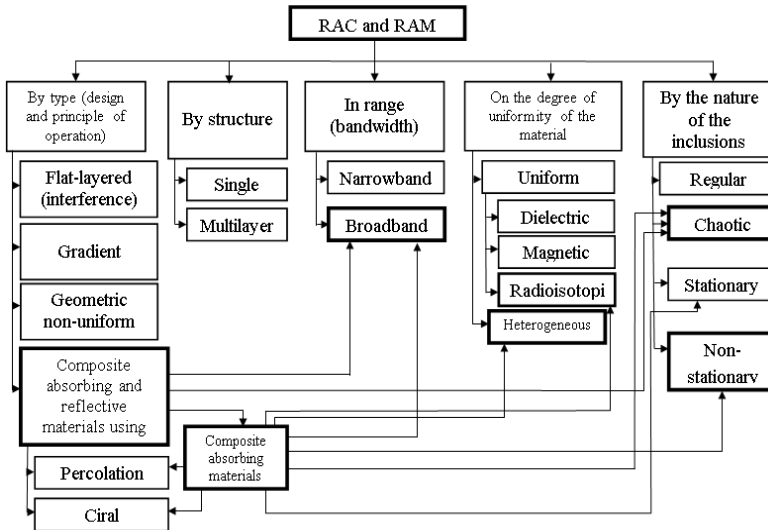


Figure 1. Classification radar absorbing coatings

The expansion of the working strip can be achieved as a result of a multi-layer structures use with a gradual change in the characteristics of the layers. If the number of layers of the multilayered stepped RAC is unlimited increased (in practice it's up to 10), then such a flat layer structure will turn into a gradient type coating.

For the most effective absorption of microwave radiation, it is better to use the coatings and materials with high dielectric and (or) magnetic permeability. The main physical properties of materials (dielectrics, ferro electrics, metals and their oxides, semiconductors, ferrites), which can be used for use in creating EMR absorbing structures, are given in [3].

Gradient type coatings have low reflective properties in a wide frequency band. However, they are bulky and the most difficult from the point of view of practical implementation, which is a disadvantage. Geometrically

in-homogeneous RAM may have a different shape: saw-like, cone-like, pyramidal. In gradient coatings the coordination with free space is due to the gradual changes in the properties of the absorbing medium based on the use of the constant parameters layers set. The advantages of coatings of this type include a wide working band with a low reflection coefficient. The disadvantages are their sizes, which significantly exceed the sizes of planar RAC and RAM (radio-electronic means).

The existing RAM by the mechanism of absorption can be divided into two classes:

1. Dielectric materials with low dielectric constant and high absorption level of electromagnetic energy due to electrical conductivity.
2. Ferromagnetic materials that provide absorption of electromagnetic radiation due to magnetic reversal losses.

The most effective ferromagnetic materials with magnetic losses. However, it should be noted that despite the great achievements in the field of creating special absorbing materials based on ferrite, ceramics and ferrite compounds, it is still not possible to manufacture an effective absorber of electromagnetic radiation EMR in a fairly wide wavelength range at different angles of incidence. Thus, the reflective R of the NZ-31, NZ-41 NZ-51 (Eccosorb) materials as a function of frequency is shown in [3], showing that the reflection ability of these coatings, which are 5 ... 8 mm thick, is 20 dB (that is, no more than 1% of the incident energy is reflected) is stored only in the frequency band = 250 ... 400 MHz To extend the frequency range using multi-layer coatings. However, the high proportion of ferromagnetic materials makes it unacceptable to use them on the flying aircraft (FA). But in work [3] it is noted that Russian specialists managed to create the world's first protective material of small specific gravity (only 0.2 kg/m²) and with high absorbing properties. The material protects them from electromagnetic radiation EMR in the range from 0.5 GHz to 50 GHz, and also reduces the level of electromagnetic exposure by up to 10-30 dB (radiation reflected from the material) and up to 100 dB (radiation passed for the material).

Ferrite fabric has the highest flexibility, which allows it to cover almost everything. The material can be used in the temperature range from – 50 to +110 degrees Celsius. At present, the production of linen size 500 by 500 millimeters.

To expand the frequency range while ensuring high efficiency of absorption of electromagnetic waves, composite materials with various kinds of inclusions and the so-called artificial media [3 – 5], whose work is based on the principle of scattering and absorption of electromagnetic radiation

EMR at resonant frequencies determined by the size of inclusions. So, to create effective RACs, the possibility of using chiral and percolation materials related to the composite materials [4 – 4] is being investigated.

Chiral environment is an isotropic dielectric, in which mirror-asymmetric elements are randomly distributed. Percolation materials use disordered mixtures of high and low conductive particles. At a certain critical concentration of highly conductive particles, which is called the percolation threshold, a metal-insulator transition is observed in such an environment [4].

Percolation environment have abnormally high dielectric constant. Conductivity is characterized by anomalous non linearity. By changing the conductivity, size and concentration of conductive inclusions, it is possible to vary the capacitive and inductive properties of percolation clusters and, therefore, create materials with the necessary electro-physical properties, including those that have low-reflective properties. An example of coatings made from such materials are coatings that use a powder consisting of miniature ceramic medium coated with metal [2, 4]. The diameter of the ceramic medium is in the range of 5 ... 75 microns. When using such powder as an impurity to the paint, its cost lies within the range of \$ 1-2 per square foot (1 foot = 0.3048 m). At the same time, it increases the paint weight by just 0.05 pounds per square foot (1 pound = 0.48 kg) to the weight of the paint. It is argued that, based on the properties of such a powder, coatings can be created to absorb electromagnetic radiation in the range 1 ... 100 GHz.

Magnetic granular materials are considered to be promising. They represent a structural composite in which ferromagnetic particles with a crystal structure are placed in a dielectric matrix [1-2]. One of the advantages of such materials is the ability to easily control their parameters by changing the concentration of the component introduced into the composite. In this case, there is a real possibility of creating an absorbing material with a low reflection coefficient of high-frequency electromagnetic radiation [5]. Dielectric matrices with ferromagnetic particles included in them are widely used as absorbers [4], as well as as fillers for wave guides and resonators in various non-reciprocal microwave engineering devices. In [6], it was shown that in composites based on hexagonal ferrites (HF) and polymer bonding, the absorption of electromagnetic radiation EMR occurs due to the natural ferromagnetic resonance. Such materials are promising to use in the frequency range 2.6 GHz.

The results of the conducted research allow to conclude that RAC and RAM models based on the modified materials have a high degree of a EMR absorption.

References:

1. Iasechko M., Tymochko O., Shapran Y., Trofymenko I., Maksiuta D., Sytnyk Y. Loss definition of charged particles in the discharge gap of the opening of the box-screens during the formation of a highly conductive channel. *IJATCSE*. 2019. № 8 (1.3). Pp. 1–9.
2. Iasechko M., Larin V., Maksiuta D., Ochkurenko O., Samsonov Y., Lyashenko H., Zinchenko A. Influence of ionization source onto macroscopic parameters of the air media in the holes in cops-screens of radio electronic means. *APRN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2019. № 14 (20). Pp. 3566–3571.
3. Iasechko M., Turinskyi O., Burdin M., Larin V., Gnusov Y., Ikaev D., Borysenko V., Manoylo V. Protection of board radioelectronic equipment from the destructive powerful electromagnetic radiation with the use of natural technologies. *IJETER*. 2019. № 7 (11). Pp. 542–548.
4. Iasechko M., Sotnikov O., Syrotenko A., Larin V., Iasechko S., Ochkurenko O., Volkov A. Model of Combined Solid Plasma Material for the Protection of Radio-Electronic Means of Optical and Radio Radiation. *IJATCSE*. 2019. № 8 (4). Pp. 1241–1247.
5. Iasechko M., Sotnikov O., Larin V., Ochkurenko O., Maksiuta D. The model of a medium for creation of electric hermetic screens of the radio electronic means. *IJATCSE*. 2019. 8(2). Pp. 300–304.
6. Iasechko M., Turinskyi O., Larin V., Prokopenko T., Kolmohorov O., Salash O., Tarshyn V. The Investigation of the Impulse Evolution of the Radio-Frequency and Optical Radiation During the Interaction With the Solid-State Plasma Media On Radioisotope and Hexaferrite Inclusions. *IJETER*. 2020. 8(4). Pp. 1333–1337.

DOI

**HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS (HTSC)
AS PROTECTIVE MATERIALS AGAINST THE EFFECTS
OF ELECTROMAGNETIC RADIATION**

Iasechko Maksym

Doctor of Technical Sciences,

*Associate professor at the Department of Air Defense Armaments of the
Land Forces*

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Mehelbei Viacheslav

Candidate of Technical Sciences,

Head of Research Laboratory

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Bologov Andrii

Department of Air Defense Armaments of the Land Forces

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Kharkiv, Ukraine

According to the results of [1-4], one of the ways to protect the REF (radio electronic facilities) from the effects of a powerful EMR through the antenna mechanism is protection based on strip-film structures, made out of high-temperature superconductors. Protection devices operate on the basis of the phase transitions use in the transmission lines of HTSCs, which use the transition from the superconducting state to the normally conducting state.

The widespread practical use of HTSC in microwave technology is primarily limited by their nonlinear properties and the need to use liquid nitrogen.

In [1], a device was considered to protect the receiver, which consists of a ferrite triple-shoulder wave guide Y-circulator, which switches to where the antenna is connected to the input of the first arm of the circulator, the absorbing load is connected to the output of the second arm, and the third arm is connected to the receiver. Inside the second arm, two parallel plates are installed, made out of a high-temperature superconductor, for example, of the $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ type with a thickness greater than the thickness of the skin layer in this superconductor. The space between the plates, which are adjacent to the walls of the wave guide shoulder, is filled with liquid nitrogen, coming through the pipes from the cryogenic generator of a closed cycle. The second shoulder 4 in the area of the plates 8 is placed inside the solenoid.

The device for protecting the receiver works as follows. First, the volume between the plates 8 is filled with liquid nitrogen, coming through the pipes from the cryogenic generator of a closed cycle.

A closed loop reduces the weight of the cooling system. Under the action of liquid nitrogen, the plates become superconducting. When low-power signal carrying information arrives at the antenna, the signal, in accordance with the principle of the circulator, enters the other arm 4. Since the plates are made out of HTSCs and are in superconducting states, the information signal is reflected from them and enters the third arm 6 and through it to the receiver. When the antenna receives high-power pulsed EMRs that exceed the power level of the transition of the superconducting plates to the normal state, this radiation enters the arm and destroys the superconductivity of the plates, transferring them into a non-superconducting (normal) state.

Thus, the receiver is protected automatically when the superconductivity of the plates is destroyed due to the energy of the very powerful radiation itself, and the transition time from the superconducting state to the normal state and vice versa is no more than 10-12 seconds. Adjustment of the protective power level is made by changing the magnitude of the magnetic field generated by the solenoid.

However, despite the simplicity of the protective device, the physical nature of the transition of the high-temperature superconductor to the normal state, under the influence of the microwave signal, has not yet been fully clarified.

The theoretical estimates show that already at power levels of the order of 10-3 W, a process of penetration into the HTSC film of Abrikosov's vortices formed by a microwave field may occur, and therefore nonlinear effects appear and lower conductivity zones are formed.

This requires solving a number of problems related to the study of the basic properties of HTSC superconductors necessary for the creation of high-speed micro strip lines (MSL) and co planar lines (CPL) of transmission lines.

To implement the practical design of the protective device, it is necessary to conduct additional studies to optimize the design and topology, as well as the analysis of thermal processes at different amplitudes and duration of a parasitic EMR.

Nature-like technologies for creating materials and environmental protection environments.

In works [1, 3], it was proposed to use nature-like technologies that most satisfy the set of requirements for protection.

The use of nature-like (plasma) technologies introduces a number of new properties to the protection means compared to the conventional means. The most important of these are the instantaneous response of the state of the electronic subsystem, and accordingly, the change in the electrical properties of a solid-state and ionized air that determines the reflecting, absorbing and locking properties of a protective equipment under the influence of a powerful pulsed electromagnetic radiation EMR, performance throughout the life cycle of a REF, and the ability to withstand pulse over voltages.

A number of provisions of the general theory of radio absorbing materials and coatings, the theory of electrodynamics of composite materials, the kinetic theory of plasma, the fundamentals of electrodynamics of radiation and its interaction with matter, the theory of gas and plasma breakdown can be used in the study of individual properties of the plasma protective equipment. However, the analysis of the known scientific results in the study of the electrodynamics plasma medium characteristics showed the presence of a powerful pulsed EMR, a heterogeneous conductivity structure of the screen material due to the radioisotope and hexaferrite elements, the effect of changes in air pressure on the development of breakdown, the occurrence of Langmuir oscillations in the protective screen. This necessitates the development of a powerful pulsed ultra-wide band fields interaction theory with solid-state plasma-like materials and weakly ionized air medium. This will provide an opportunity to evaluate their response to the rate of rise of current and voltage, shielding, reflecting, absorbing and

closing characteristics in order to determine the possibility of using plasma technologies to protect the REF electronic device from high-power pulsed electromagnetic radiation EMR without affecting their operation.

References:

1. Iasechko M., Tymochko O., Shapran Y., Trofymenko I., Maksiuta D., Sytnyk Y. Loss definition of charged particles in the discharge gap of the opening of the box-screens during the formation of a highly conductive channel. *IJATCSE*. 2019. № 8 (1.3). Pp. 1–9.
2. Iasechko M., Larin V., Maksiuta D., Ochkurenko O., Samsonov Y., Lyashenko H., Zinchenko A. Influence of ionization source onto macroscopic parameters of the air media in the holes in cops-screens of radio electronic means. *APRN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2019. № 14 (20). Pp. 3566–3571.
3. Iasechko M., Turinskyi O., Burdin M., Larin V., Gnusov Y., Ikaev D., Borysenko V., Manoylo V. Protection of board radioelectronic equipment from the destructive powerful electromagnetic radiation with the use of natural technologies. *IJETER*. 2019. № 7 (11). Pp. 542–548.
4. Iasechko M., Sotnikov O., Syrotenko A., Larin V., Iasechko S., Ochkurenko O., Volkov A. Model of Combined Solid Plasma Material for the Protection of Radio-Electronic Means of Optical and Radio Radiation. *IJATCSE*. 2019. № 8 (4). pp. 1241 – 1247.
5. Iasechko M., Sotnikov O., Larin V., Ochkurenko O., Maksiuta D. The model of a medium for creation of electric hermetic screens of the radio electronic means. *IJATCSE*. 2019. 8(2). Pp. 300–304.
6. Iasechko M., Turinskyi O., Larin V., Prokopenko T., Kolmohorov O., Salash O., Tarshyn V. The Investigation of the Impulse Evolution of the Radio-Frequency and Optical Radiation During the Interaction With the Solid-State Plasma Media On Radioisotope and Hexaferrite Inclusions. *IJETER*. 2020. 8(4). Pp. 1333–1337.

POWER ENGINEERING

DOI

ПЕРЕВЕДЕННЯ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГОБЛОКІВ ТЕЦ У ПГУ СКИДНОГО ТИПУ

Сенецький О. В.

*кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
м. Харків, Україна*

Шубенко О. Л.

*член-кореспондент Національної академії наук України, професор,
завідувач відділу
Інститут проблем машинобудування імені А. М. Підгорного
Національної академії наук України
м. Харків, Україна*

Сенецька Д. О.

*провідний інженер відділу
Інститут проблем машинобудування імені А. М. Підгорного
Національної академії наук України
м. Харків, Україна*

Енергетика України базується на АЕС, ТЕС і ТЕЦ, ГЕС і ГАЕС та відновлюваних джерелах енергії (сонячних – СЕС та вітростанціях ВЕС), які виконують різну роль у виробітку електроенергії для об'єднаної енергетичної системи (ОЕС): базову (АЕС), маневрену (регулюючу, ТЕС і ТЕЦ), пікову (ГЕС і ГАЕС) та дестабілізуючу (СЕС і ВЕС).

Головними установками при регулюванні частоти та навантаження ОЕС є теплова (вугільна) енергетика (ТЕС) і частково – крупні ТЕЦ, потужністю більше 100 МВт. Діючі 14 ТЕС України побудовані в другій половині ХХ-го сторіччя у період з 1956 р. до 1986 р. та напруцювали в середньому $\approx 250\text{--}300$ тис. год. В той час як в країнах

Європи при досягненні напрацювання енергоблоків 200 тис. год здійснюється повна заміна енергогенеруючої установки.

Крім того таке напрацювання енергоблоків і, перш за все, турбін, значно знижує ККД, який знизився з 37 % для нових турбін К-300-240 до 31 % при їх напрацюванні до 250 тис. год і нижче при напрацюванні 300 тис. год.

Такий стан теплової енергетики ускладнюється тим, що багато блоків ТЕС простоюють або працюють на частковому навантаженні. Це веде до значної перевитрати палива. Так на Трипільській ТЕС за рік питомі перевитрати зросли на 56 г у.п./(кВт·год) або на 13,5 %. Основна причина – зниження середнього завантаження турбіни з 228 МВт у 2013 році до 140 МВт у 2017 році.

Використання енергоблоків ТЕС для покриття добових та сезонних піків навантаження в енергосистемі зросло приблизно на 60 %, досягаючи від 100 до 110 циклів «увімкнено-вимкнено». Це, крім додаткового споживання палива, веде до прискорення спрацювання ресурсу турбін. Відсутність вугілля та перехід блоків з енергетичного на газове паливо не кращим чином впливає на економічність блоків.

Названі фактори показують що енергетична система України повинна зазнати суттєвих змін. Залишковий ресурс блоків все скорочується, а стан енергетичного обладнання потребує радикального переходу до реформування теплової енергетики.

Одним з таких напрямків є широкий розвиток парогазових установок (ПГУ), виконаних за різними тепловими схемами.

Зважаючи на стан економіки України, доцільно розглянути реконструкцію ТЕС та ТЕЦ зі збереженням діючого обладнання (з врахуванням залишкового ресурсу) або його незначної модернізації.

Наявність в Україні розвинутої системи газопроводів високого тиску і значна частка газу, що залишається в теплової і комунальній енергетиці України, ставить на порядок денний питання більш раціонального його використання за рахунок введення ГТУ і ПГУ на діючих ТЕС та ТЕЦ. В умовах гострого дефіциту інвестицій і енергоресурсів визначальним є оптимізація прийнятих рішень саме за цими показниками.

Таким чином, реконструкцію енергоблоків ТЕЦ доцільно провести за скідними схемами, використовуючи діюче обладнання: котельні агрегати при їх відносно невеликій реконструкції; парові турбіни при збереженні системи регенерації або при її реконструкції.

Враховуючи вище наведене, як основні задачі дослідження слід розглянути:

– питання оптимізації теплових схем ПГУ різного типу з урахуванням сучасних досягнень в ефективності газотурбінних та паротурбінних установок різної потужності та згідно з цим, різних параметрів теплоносіїв;

– аналіз теплових схем ПГУ різного типу, в яких використовується вітчизняне генеруюче обладнання;

– розгляд варіантів теплових схем скидного типу для реконструкції діючих енергоблоків ТЕЦ електричною потужністю 100 МВт шляхом надбудови газотурбінними установками вітчизняних виробників.

При скидній схемі ПГУ (див. рис.) повітря через вхідний фільтр поступає до компресора, після якого в камері згоряння нагрівається до температури 1050–1400 °С і після газової турбіни подається в топку котла, маючи досить високу температуру. За такої схеми повністю зберігається паротурбінна установка включаючи теплофікаційну установку. Згідно умов реконструкції, від котлоагрегату відключається регенеративний повітропідігрівник (зберігається для можливості роботи енергоблоку при зупинці ПГУ).

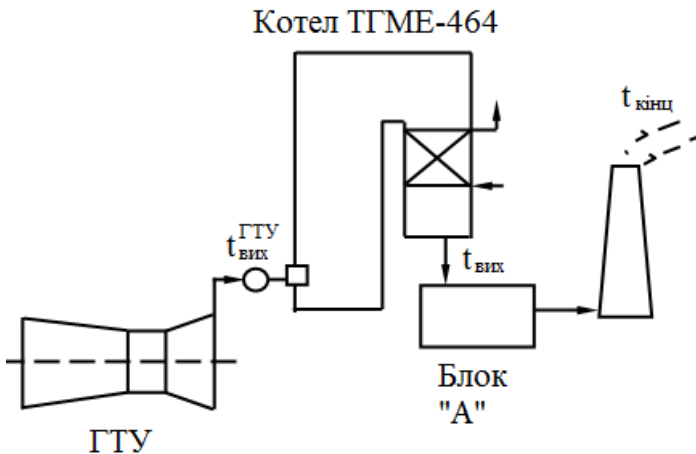


Рисунок. Схема перебудови блока потужністю 100 МВт в ПГУ скидного типу

Аналіз ринку України показав, що газотурбінні установки виробляють на ДП НВК «Зоря-Машпроект», м. Миколаїв та ВАТ «Мотор-Січ», м. Запоріжжя.

Промислові газотурбінні установки наземного використання, які випускає ВАТ «Мотор-Січ» – це пересувні електростанції потужністю 2,5 МВт, стаціонарні електростанції потужністю 2,5 МВт та 6,0 МВт, які укомплектовані електрогенераторами та приводні ГТД потужністю 6,3 МВт і 10 МВт для газоперекачувальних станцій. Ці ГТУ за своєю потужністю та призначенню не пристосовані для скидних ПГУ (крім ГТУ потужністю 10 МВт, що можуть бути адаптовані для надбудови котлів котельень або комбінованих ПГУ потужністю від 12 МВт до 14 МВт для промислових підприємств).

Слід врахувати, що оцінку вибору ГТУ необхідно виконати для максимального режиму роботи паротурбінної частини скидної ПГУ на базі блоку потужністю 100 МВт. Також слід врахувати, що використання вихідних газів з температурою 485°C веде до зниження витрати газу в котлі.

Враховуючи це при створенні скидної ПГУ, для розгляду варіантів використання гарячих газів, що відходять від котлоагрегату, спираючись на їх температуру за економайзером, доцільно прийняти газотурбінну установку, що виробляється на ДП НВК «Зоря-Машпроект», UGT-25000 потужністю 25 МВт (при $t_{\text{зовн}} = 15^\circ\text{C}$), температурі газів за газовою турбіною (485 °C) та витраті цих газів на дві ГТУ (175 кг/с) при необхідній витраті повітря на котел 146,2 кг/с, що з врахуванням зниження кисню у газах ГТУ доцільно.

Температура відхідних газів за економайзером змінюється від 350 °C до 370 °C при досить високій витраті газу $G_r = 146,2$ кг/с, що забезпечує високий тепловий потенціал

$$Q_r^k = c_p G_r (t_{\text{вих}}^{\text{ГТУ}} - t_{\text{кінц}}) = 40 \text{ МВт},$$

де c_p – теплоємність повітря (1,02 кДж/(кг·°C)); $t_{\text{кінц}}$ – кінцева температура вихідних газів (100 °C).

Для його використання необхідно створити генеруючий блок «А» (див. рис.) для одержання додаткової електроенергії та можливого підвищення ККД блоку.

Якщо розглянути варіант блоку «А» у вигляді додаткової парової турбіни при утилізації теплоти вихідних газів з температурою 370 °C, можна отримати більше 10 МВт електричної потужності.

Запропоноване технічне рішення ґрунтується на створенні теплової схеми скидної ПГУ для реконструкції енергоблоків потужністю 100 МВт ТЕЦ України. Отримано, що при перебудові цих блоків в скидну ПГУ з газотурбінною установкою ДП НВК «Зоря-Машпроект»

(Україна) UGT-25000, зберігається баланс масової витрати та досягається економія природного газу.

Визначено, що реконструкція енергоблоку в ПГУ приводить до витіснення систем підігріву повітря перед його подачею у котел, що дозволяє використати відхідні гази за економайзером для одержання додаткової електроенергії за рахунок прибудови до котла паротурбінної установки потужністю 10 МВт та додаткового підігріву сільової води, технологічної води для підпитки сільової мережі або технологічної води для підпитки енергоблоку та одержання дистилату. Вибір варіанту надбудови повинен бути обумовлений техніко-економічними розрахунками.

Роботу виконано за рахунок коштів бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямків наукових досліджень» (КПКВК 6541230).

Література:

1. Маляренко В.А., Шубенко О.Л., Андреев С.Ю., Бабак М.Ю., Сенецький О.В. Когенераційні технології в малій енергетиці. *Харків, нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова*. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. 433 с.
2. Андреев С.Ю., Маляренко В.А., Темнохуд І.О., Шубенко О.Л., Бабак М.Ю., Сенецький О.В. Дослідження перспектив впровадження когенераційних технологій в комунальній енергетиці України. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 2015. № 8 (74). Т. 2. С. 11–17.
3. Шубенко А.Л., Маляренко В.А., Сенецкий А.В., Бабак Н.Ю. Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малой мощности. *НАН Украины, Институт проблем машиностроения*. Харьков: Институт проблем машиностроения, 2014. 320 с.

CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING

DOI

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТІВ ПРОЛІЗУ ГУМИ**Головенко В. О.**

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технологій палив, полімерних
та поліграфічних матеріалів
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

Андріянова М. В.

*кандидат хімічних наук,
доцент кафедри технологій природних
і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

Росенко К. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри технологій палив, полімерних
та поліграфічних матеріалів
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
м. Дніпро, Україна*

Активний розвиток транспортної промисловості призводить до щорічного збільшення використаних автомобільних шин. Проблема їх утилізації гостро постає у кожній країні і є світовою проблемою. При спалюванні шин в спеціальних печах виділяються такі отруйні речовини, як оксиди сірки, діоксини та ще ряд інших небезпечних речовин. При захороненні шин отруйні речовини, які утворюються в результаті їх деструкції потрапляють в атмосферу, ґрунт та водойми, що наносить шкоду навколишньому середовищу. Накопичення великої маси використаних шин на складах та звалищах створює серйозну екологічну проблему [1, с. 42].

Одним із варіантів вирішення даної проблеми є використання процесу пролізу [2, с. 292; 3, с. 60], який представляє собою термічне розкладання речовини без доступу повітря в інтервалі температур 350-600°C. Такий вид переробки дозволяє отримувати достатньо

високий вихід рідкого продукту (піроконденсату), який можна використовувати в якості сировини для виробництва палив. Залишок процесу піролізу можна використовувати як вуглецевий сорбент.

Піролізу піддавали подрібнену бокову частину легкової шини при температурі 520-540°C. В результаті процесу було одержано: газу піролізу – 6-7% мас., піроконденсат – 52-55% мас. та залишок – 40-42% мас.

Отриманий піроконденсат представляв собою темно-коричневу рідину з характерним запахом та густиною 898 кг/м³. Для визначення складу отримана рідина була розділена на фракції. Вихід бензинової фракції склав 26-28% мас., дизельної фракції – 18-23% мас., залишку – 45-47% мас.

Наступним кроком було визначення фізико-хімічних показників отриманих фракцій. Аналіз бензинової фракції показав, що це прозора рідина коричневого кольору, густиною 769 кг/м³, молекулярною масою 87,56 г/моль; вміст сірки склав – 1,07% мас., вміст ароматичних та ненасичених вуглеводнів – 41 та 13,14% мас. відповідно.

Дизельна фракція, отримана з піроконденсату, представляла собою непрозору темно-коричневу рідину густиною 885 кг/м³, молекулярною масою 135,7 г/моль; вміст сірки склав 1,42% мас., зольність – 0,55% мас., масова частка ароматичних вуглеводнів 51,09% мас., кислотність – 0,67 мг КОН/100 см³, випробування на мідній пластинці – витримує.

Залишок після фракціонування представляв собою темний високов'язкий (кінематична в'язкість 132,65 мм²/с) продукт з молекулярною масою 235,57 г/моль та вмістом сірки 2,25% мас.

Виходячи з фізико-хімічних властивостей отриманих фракцій, видно, що застосовувати їх безпосередньо в якості палива не можна, через занижені або завищені деякі показники. Наприклад, дизельна фракція за вмістом сірки, перевищує стандартні вимоги до дизельних палив в декілька десятків разів, тому необхідно буде застосовувати гідроочищення, для підвищення її якості. Є можливість використання залишку в якості компоненту топкового мазуту.

Таким чином, можна зробити висновок, що отримані вуглеводневі фракції при переробці використаних шин, за властивостями подібні до традиційних нафтових фракцій і потребують подальшого облагородження.

Використовуючи даний спосіб переробки використаних автомобільних шин можна одночасно вирішити два актуальних питання – це утилізація виробів, небезпечних для навколишнього середовища, та поповнення паливного фонду країни.

Література:

1. Некрасов В.Г. Изношенные автомобильные шины как вторичный энергоресурс. *Промышленная энергетика*. 1992. Вып. 7. С. 42–45.
2. Рашевский Н.Д., Кроник В.С., Мороз В.А., Неелова И.П. Переработка изношенных автомобильных шин с металлокордом в товарный продукт. Проблемы сбора, переработка и утилизация отходов: Сб. научн. статей. Одесса: ОЦНТЭИ. 2001. С.290–295.
3. Яцун А. В., Коновалов Н. П., Ефименко И. С. Жидкие продукты пиролиза отработанных автомобильных шин под воздействием СВЧ. *Химия твердого топлива*. 2013. Вып. 4. С. 60–62.

DOI

**THIN-LAYER ORGANOSILICON COATINGS
FOR THE PROTECTION OF CELLULOSE-CONTAINING
MATERIALS**

Komakha V. O.

*Candidate of Technical Sciences (Ph.D.),
Associate Professor at the Department of Commodity Science
and Customs Affairs
Kyiv National University of Trade and Economics*

Komakha O. S.

*Candidate of Technical Sciences (Ph.D.),
Associate Professor at the Department of Commodity Science
and Customs Affairs
Kyiv National University of Trade and Economics
Kyiv, Ukraine*

Cellulose fibers in paper are typical natural hydrophilic materials. Cellulose paper is widely used as a packaging material due to its ability to biodegrade, renewable raw materials and low cost. One of the problems of using cellulose-based fibrous material in the packaging industry is its high hydrophilicity, which leads to the absorption of water and moisture, loss of strength and destruction of the material. There are methods of obtaining protective coatings using a variety of substances and materials, in particular

organic polymers, ceramics and metals, waxes and rosin, modified starches, etc. [1-3].

Polymers are the most common coating materials used to increase the water resistance of paper materials, but their common disadvantage is the need to apply sufficiently thick layers of coating to achieve the desired level of barrier and mechanical properties of paper. Ultimately, such a coating is expensive, not reliable enough, and makes it difficult or even impossible to recycle paper. To reduce the cost of coating, the industry widely uses chemically modified waxes and rosin as a barrier material for coating, but paper with such a coating loses mechanical strength and resistance to breakage, due to the prevention of bonds between reactive groups of adjacent cellulose units. In addition, paper with such coatings is not recyclable [4].

It is well known that paper is a porous-capillary material that contains macropores and micropores. Macropores are cavities between fibers that are filled with air and moisture. Micropores (capillaries) are small cavities of indeterminate shape, as well as cavities that have formed between the walls and inside the cellulose fibers. The porous base of the paper forms microchannels and macrochannels for the penetration of water, which, adsorbed first on the surface of the cellulose-containing fibers, begins to move in all directions, creating a continuous water film that spreads. The material is wetting. The main factor determining the level of susceptibility of cellulose fibers to water adsorption is the presence in their molecular structure of active reactive groups, primarily hydroxyl, carboxyl, carbonyl. Atoms with unshared pairs of electrons contained in these polar groups bind to water molecules with hydrogen bonds. There is a formation of a polymolecular layer of water, and, as a consequence, wetting of the paper surface. Water can break the bonds between adjacent chains of cellulose molecules and thus reduce the stiffness of the fiber and, as a result, the mechanical strength of cellulosic materials.

This problem can be solved by using organosilicon thin-layer coatings based on siloxanes of different composition and structure. The use of organosilicon compounds depending on the type and number of reactive groups near the silicon atom can provide the possibility of chemical interaction with the paper surface and a high degree of adhesive strength. Variation of organic radicals of siloxanes allows to realize high water-repellent properties and, as a result, corrosion resistance and other special properties of cellulose-containing materials, in particular mechanical durability [5-7].

Providing paper with these coatings of high operational reliability in conditions of destructive environmental impact is of particular interest

among a number of special properties of cellulose-containing materials (electrocardiography, hydrophobicity, heat resistance, etc.), which can be increased using organosilicon compounds. The choice of coating components for the protection of cellulose-containing materials is made taking into account a number of physicochemical features associated with the properties of cellulose-containing substrates, namely: high content of reactive hydroxyl groups in cellulose macromolecules located on almost all parts of their surface; increased sorption capacity for water, and, as a consequence, high hygroscopicity; low resistance to chemical compounds with a pH other than neutral [8].

Taking into account these features of cellulose-containing materials, the following requirements for organosilicon compounds in the composition of thin-layer protective coatings are formulated: the presence of reactive groups that can chemically interact with the paper surface; minimal corrosion of siloxanes in relation to cellulose; ensuring the protection of paper from a large number of atmospheric and operational factors, the possibility of increasing its mechanical strength [9].

The effective use of thin-layer organosilicon coatings consists in the development of an optimal variant of combining the high reactivity of the porous surface of cellulose-containing materials with siloxanes of various chemical compositions and structures. For this purpose, a scheme for applying a two-layer coating based on tetraethoxysilane is proposed, which is used as an adhesive sublayer. The adhesion sublayer provides an increase in the level of chemisorption activity of the surface of cellulose-containing substrates during their treatment with organosilicon hydrophobicizers, in particular polymethyl- and polyethylhydridosiloxanes. The problem is solved by the fact that the combined thin-layer protective coating for cellulose-containing materials contains an adhesive sublayer based on tetraethoxysilane, as well as a basic protective layer based on polyalkylhydride siloxanes as an outer coating [10].

Samples of unbleached cellulose paper with a combined thin-layer coating were obtained by applying an adhesive sublayer (ethyl silicate hydrolyzate – 98.0%; hydrochloric acid – 2.0%), followed by drying in a drying chamber at a temperature of 100 °C for 1 hour and applying a basic protective layer (thickness 10 µm) – 10% emulsion of polymethyl- and polyethylhydridosiloxanes (in a ratio of 2: 1) in water. The combined application of the adhesive and protective coating allows to obtain on the surface of the paper material a dense hydrophobic film up to 10 µm thick, which due to the reaction groups near the silicon atom forms a waterproof plastic protective layer on the surface of the material [10].

Based on the results of assessing the hydrophobicity and mechanical strength of paper based on unbleached cellulose with thin-layer silicone coatings, it was established that it is advisable to use organosilicon compounds and a combined method of their application in order to increase the resistance to moisture and mechanical strength of paper both in dry and wet states. The use of combined composite thin-layer coatings allows to increase the mechanical strength of the paper up to 15.4% and significantly increase the hydrophobicity – the values of the edge angle of wetting with water increase from 60 to 104 degrees [10]. Thus, the proposed coating for cellulose-containing materials is effective against moisture and can significantly increase the mechanical strength of the paper.

References:

1. Abdelmouleh M. et al. Modification of cellulosic fibres with functionalised silanes: development of surface properties. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2004. Vol. 24. Pp. 43–54.
2. Kandelbauer A. On the performance of a melamine–urea–formaldehyde resin for decorative paper coatings. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2010. № 1. Pp. 63–75.
3. Martin T. P. Initiated chemical vapor deposition of antimicrobial polymer coatings. *Biomaterials*. 2007. Vol. 28. №. 6. Pp. 909–915.
4. Andriot M. Silicones in industrial applications. *Inorganic polymers*. 2007. Pp. 61–161.
5. Miao C. Cellulose reinforced polymer composites and nanocomposites: a critical review. *Cellulose*. 2013. Vol. 20. №. 5. Pp. 22212–2262.
6. Missoum K. Nanofibrillated cellulose surface modification: a review. *Materials*. 2013. Vol. 6. №. 5. Pp. 1745–1766.
7. Salon M. C. B. Studies of interactions between silane coupling agents and cellulose fibers with liquid and solid-state NMR. *Magnetic Resonance in Chemistry*. 2007. Vol. 45. №. 6. Pp. 473–483.
8. Cappelletto E. Hydrophobic siloxane paper coatings: the effect of increasing methyl substitution. *Journal of sol-gel science and technology*. 2012. Vol. 62. №. 3. Pp. 441–452.
9. Hongta Yang, Yulin Deng. Preparation and physical properties of superhydrophobic papers. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2008. Vol. 325. № 2. Pp. 588–593.
10. Combined thin-layer organosilicon coating to increase the strength of cellulose-containing materials: patent for utility model № 131021 (Ukraine): C04B 111/27 (2006.01), C04B 41/61 (2006.01). № u201805325; stated 15.05.2018; published 10.01.2019, Bulletin № 1/2019. P. 4.

FOOD TECHNOLOGIES

DOI

НОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Голуб Л. С.

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри технологій природних і синтетичних
полімерів, жирів та харчової продукції
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

Левченко Є. П.

*аспірант кафедри технологій природних і синтетичних полімерів,
жирів та харчової продукції
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
м. Дніпро, Україна*

На даний час серед загальноживаних харчових продуктів значне місце займають соуси. Більшість соусів промислового виробництва належить до групи гострих, так званих делікатесних соусів і масляних холодних соусів (різні майонези). Майонези застосовують для приготування салатів та інших страв або готують на їхній основі похідні – майонезні соуси. Майонези, виготовлені за традиційною технологією, мають високу калорійність та низький вміст корисних речовин. Водночас на ринку залишається незаповненою ніша низькокалорійних майонезів з корисними, натуральними добавками функціонального оздоровчого призначення [1, с.272].

Традиційно до складу майонезних соусів та майонезів входять рослинні олії, найчастіше використовують дезодоровану рафіновану соняшникову олію. Така олія не принесе багато користі організму, адже процес очищення та рафінації, який використовується для виробництва соняшnikової олії, руйнує антиоксиданти і корисні рослинні сполуки. Аналіз сучасного рівня існуючих розробок показує необхідність використання нетрадиційної рослинної сировини при виробництві жиромісних продуктів для збільшення їх стійкості при

зберіганні та надання їм функціональних та антиоксидантних властивостей. Сучасна концепція здорового харчування базується на науково обґрунтованому підході до удосконалення складу, властивостей і технологій харчових продуктів, які повинні не тільки задовольняти потреби організму людини в основних харчових речовинах і енергії, а й сприяти профілактиці захворювань, зберігаючи здоров'я і забезпечуючи довголіття [2, с. 153].

Нами запропоновано склад майонезу, в якому частину рафінованої дезодорованої соняшникової олії замінено на суміш конопляної та обліпихової олій холодного віджиму, що зберігають більшість антиоксидантів і вітамінів. Часткова заміна соняшникової олії на конопляну може принести користь здоров'ю мозку, при цьому покращуються когнітивні функції у літніх людей. Конопляна олія – єдина з природних олій, в якій Омега-3 і Омега-6 ненасичені жирні кислоти знаходяться в ідеальному співвідношенні 1:3÷5, ці кислоти вкрай необхідні для збереження й захисту функцій різних клітин організму людини, вони очищають судини (артерії), трансформують і стримують накопичення холестерину. Особливо цінним у конопляній олії є вміст біля 2-5% гамма-ліноленової кислоти, яка є складовою материнського молока людини і досить рідко зустрічається в природі [3, с. 157]. Конопляна олія має унікальний вміст ненасичених жирних кислот у порівнянні з відомими рослинними оліями (табл. 1) [4, с. 141].

Таблиця 1

Порівняльний вміст жирних кислот в рослинних оліях

№ з/п	Назва олії	Вміст кислоти у % по відношенню до загальної кількості жирних кислот		
		Олеїнова (Омега-9)	Лінолева (Омега-6)	Ліноленова (Омега-3)
1	2	3	4	5
1	Конопляна	16,2	54,8	14,8
2	Лляна	20,1	14,6	55,5
3	Соняшникова	54,1	12,5	0,0

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
4	Сафлорова	75,2	12,8	0,0
5	Кукурудзяна	56,4	0,4	1,1
6	Гарбузова	55,7	0,6	0,4
7	Кедрова	42,4	19,9	0,3
8	Сосва	21,7	54,1	0,6
9	Ріпакова	60,2	20,5	8,0
10	Гірчична	42,1	27,8	10,1
11	Пшенична	15,4	52,3	8,1
12	Горіхова	20,5	57,5	10,5
13	Рижієва	15,7	19,6	32,9
14	Маслинова	69,9	12,6	0,7
15	Коріандрова	66,1	17,2	0,6
16	Кокосова	7,8	1,7	0,0
17	Пальмова	38,6	9,9	0,0
18	Бавовняна	19,0	54,0	1,0
19	Арахісова	46,5	31,4	0,0
20	Олія авокадо	0,0	12,5	1,0
21	Олія каноли	61,8	18,6	9,1
22	Олія з виноградних кісточок	14,3	74,7	0,0

Обліпихова олія – полівітамінний природний продукт з високим вмістом аскорбінової кислоти. Ця олія – це один з небагатьох жиромісних продуктів, в якому міститься всі чотири класи омега жирних кислот: Омега-3, Омега-6, Омега-7, Омега-9. Особливо цінним в обліпиховій олії є співвідношення вітаміну Е і β -каротину. В цій олії містяться флавоноїди, макро та мікроелементи, деякі види рослинних антимікробних сполук. До обліпихової олії входять, окрім провітаміну А та вітаміну Е, ще й вітаміни В₁, В₂, В₃, В₆, С, К та каротиноїди, які є природними антиоксидантами та підвищують імунітет.

Також для профілактики захворювань на цукровий діабет в рецептурі майонезу функціонального оздоровчого призначення запропоновано цукор замінити на фруктозу.

Рецептура отриманого майонезу наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Рецептурні співвідношення дослідних зразків майонезу
на 100 г готового продукту**

№ з/ п	Сировина	Масова частка компонентів	Вагова частка компонентів на 1000г
1	Соняшникова олія	42,0	420
2	Конопляна олія	6,0	60
	Обліпихова олія	3,1	31
3	Яйце куряче	36,0	360
4	Сіль кухонна	1,2	12
5	Фруктоза	1,2	12
6	Гірчиця	6,0	60
7	Лимонний сік	4,5	45

За органолептичними показниками отриманий майонез відповідає ДСТУ 4487:2005. Розроблений майонез відноситься до групи середньокалорійних майонезів з масовою часткою загального жиру до 55%. Консистенція майонезу – однорідна, кремоподібна з поодинокими бульбашками повітря. Колір майонезу кремувато-жовтий завдяки вмісту обліпихової олії. Смак та запах притаманний традиційному майонезу з легким ледь відчутним присмаком конопляної та обліпихової олії. Фізико-механічні показники розробленого майонезу також відповідають даним нормативних документів.

Таким чином, запропоновано склад функціонального харчового масложирового продукту з використанням в якості нетрадиційної сировини суміші конопляної та оливкової олії. Завдяки високому вмісту корисних та поживних речовин даний продукт можна вважати перспективним загальноживитим оздоровчим продуктом.

Література:

1. Скирда О.Є., Черевична Н.І. Товарознавчі аспекти якості майонезів та практичні підходи до надання їм антиоксидантних властивостей. *Молодий вчений*. 2016. № 3 (30). С. 272–277
2. Сова Н.А., Луценко М.В., Лобанова А.О., Грекова Н.В. Використання конопляної олії у технології майонезу. *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2019. №5 (1330). С. 152–159 doi:10.20998/2413-4295.2019.05.20.

3. Осейко М.І. Технологія рослинних олій. Київ, 2006. 280с.
4. Mokher, Yu. V., Zhuplatova, L. M., Dudukova, S. V. Normativna baza otsinyuvannya konoplyanoyi oliyi [Regulatory framework for evaluation of hemp oil]. *Lub»yani ta tekhnichni kul'tury, zbirnyk naukovykh prats' [Bast and technical crops, collection of scientific papers]*. 2015. №4 (9). С. 141–145

DOI

СТАБІЛІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ФАРШІВ З М'ЯСА ПТИЦІ

Олійник Л. Б.

*кандидат технічних наук
доцент кафедри технологій харчових виробництв
та ресторанного господарства
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і торгівлі»
м. Полтава, Україна*

Михайлик Т. О.

*спеціаліст вищої категорії циклової комісії технологічних дисциплін
ВСП «Полтавський фаховий коледж
Національного університету харчових технологій»
м. Полтава, Україна*

Лелюх В. О.

*магістр спеціальності 181 Харчові технології
освітньої програми «Технології в ресторанному господарстві»
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і торгівлі»
м. Полтава, Україна*

За даними Державної служби статистики України, останні п'ять років спостерігаються стійкі тренди до скорочення поголів'я великої рогатої худоби та свиней, з одночасним зростанням поголів'я птиці. Птахівництво активно нарощує частку в тваринництві України та стабільно заміщає інші його сегменти. 2020 року виробництво курятини збільшилося у порівнянні з 2019 роком на 8,7 % – до 2,095 млн

тонн. Натомість обсяг виробництва інших видів продукції тваринництва, за прогнозами, зменшується [1, 2].

1. Водночас дещо змінюється структура споживання м'яса за видами, які найчастіше споживають українці: як і в країнах ЄС, споживання м'яса птиці зростає (за минулі 5 років з 23 кг до 28 кг), а червоного м'яса – зменшується, наприклад, споживання свинини зменшилося з 21 кг до 14 кг. Споживання птиці в країні зросло на 2,5% в 2020 році і очікується продовження зростання в 2021 році. Таким чином, курятина стала основним тваринним білком, що споживають в Україні. На загальному фоні дефіциту та недостатньої якості м'ясної сировини м'ясо птиці є гарною альтернативою яловичині та свинині. Воно відрізняється відносною дешевизною та високими дієтичними якостями (значна частка повноцінних білків, знижений вміст жиру, насичених жирних кислот і холестерину, т.д.).

2. Але існує потреба додаткового вивчення функціонально-технологічних властивостей м'яса бройлерів у окремих технологіях м'ясопродуктів, зокрема, посічених напівфабрикатів, м'ясних фаршів. Оскільки для їх виготовлення частіше всього використовуються залишки м'яких тканин тушки птиці після виділення філе, із підвищеним вмістом сполучної тканини та значним вмістом шкіри, м'ясо механічного обвалювання, що суттєво відрізняється за хімічним складом і, відповідно, технологічними властивостями від м'язової тканини забійних тварин, приводять до лабільності фізико-хімічних, технологічних та споживчих якостей продуктів із фаршу [2, 3].

Сучасний асортимент посічених напівфабрикатів із м'яса птиці зараз стрімко розширюється і вивчення питання стабілізації структури фаршів із птиці дозволить регулювати реологічні характеристики та забезпечувати стабільність посічених напівфабрикатів у процесі зберігання. Для стабілізації фаршу у виробництві м'ясних посічених напівфабрикатів традиційно використовують різну додаткову сировину: для котлет – черствий хліб, сухарі пшеничні (до 30 % маси м'яса), для зразів – пшеничне борошно, крохмаль (до 10 %), для фрикаделей – крупи манну, рисову (до 20 %), тощо [2]. М'ясні вироби, виготовлені із такого фаршу, містять набагато менше білків, мінеральних речовин, вітамінів та інших корисних речовин, а на заміну в них лише збільшується вміст крохмалю. Тому актуальним є дослідження доцільності та ефективності заміни цих інгредієнтів у складі фаршу на змодельовані композиції із борошна гречаного, кунжутного, вівсяного, гарбузового та льняного, які не мають сьогодні широкого використання в харчуванні та харчовій промисловості. Ці види борошна мають у своєму

складі цінні компоненти – білки 13,65...35,82 %; рослинні жири, у т.ч. поліненасичені жирні кислоти 2,59...28,20 %; харчові волокна 2,4...14,73 %; мінеральні речовини та вітаміни, вміст яких перевищує багатократно їх кількість у пшеничному борошні [3, 4]. Тому, на наш погляд, вони є перспективними інгредієнтами для підвищення функціонально-технологічних показників, зокрема, стабільності структури, а також покращення харчової та біологічної цінності м'ясних посічених напівфабрикатів.

Моніторинг інформаційних джерел виявив відсутність систематизованих даних щодо дослідження використання цих інгредієнтів у м'ясних системах і рецептурах м'ясопродуктів. Не досліджені та не обґрунтовані умови та фактори стабілізації технологічних характеристик м'ясних фаршів, відсутні науково обґрунтовані рекомендації щодо використання у технологіях посічених напівфабрикатів, не узагальнений вплив на комплекс органолептичних якостей м'ясних продуктів.

Для визначення доцільності та ефективності досліджуваних видів борошна у складі м'ясних фаршів було досліджено технологічні показники зразків борошна та різних варіантів сумішей із зміною їх співвідношення від 10,0 до 90,0 %. Порівняно із контролем (пшеничне борошно вищого ґатунку) вологозв'язуюча здатність від 64,5 % збільшилася до 89,6 % (вівсяне борошно) і у суміші гречаного і льняного (70:30) – до 199,6 %. Аналогічна тенденція визначена для показника водопоглинання: у контролі – 62,1 %, у вівсяному борошні – 169,5 %, у суміші гречаного і кунжутного (80:20) – 326,8 % [4]. За результатами досліджень було відібрано 4 варіанти сумішей борошна з найкращими технологічними показниками: зразок № 1 – вівсяно-гарбузова (60:20), № 2 – гречано-кунжутна (75:25), № 3 – гречано-льняна (80:20), № 4 – гарбузово-кунжутна (70:30).

Для дослідження впливу сумішей борошна на формування технологічних та органолептичних характеристик м'ясних посічених напівфабрикатів виготовили зразки м'ясних модельних систем: із охолодженого посіченого м'яса (залишки м'яких тканин з курячої тушки після виділення філе подрібнювали на м'ясорубці з отворами решітки 2-3 мм). Відібрані види борошна просіювали, зважували та поєднували у суміші, перемішували. Для гідратації використовували питну воду ($t=30^{\circ}\text{C}$, гідромодуль 1,0:2,5...1,0:5,5), повна гідратація відбувалася за умов $\tau=50$ хв, $t=20^{\circ}\text{C}$. Суспензії борошна додавали від 5 до 30 % до м'ясного фаршу, ретельно перемішували до повного перерозподілу компонентів, залишали ($t=8-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=30$ хв. для набухання білків, формування та стабілізації структури модельних фаршів.

Дослідження стійкості фаршевої емульсії проводили за загальноприйнятими методиками, за контроль взято пшеничне борошно (10% до маси фаршу) [5]. Результати, представлені на діаграмі (рис. 1), демонструють доцільність використання добавок досліджуваних видів борошна (зразки 1-4) на заміну традиційного пшеничного (контроль), порівняно з фаршем без добавок.

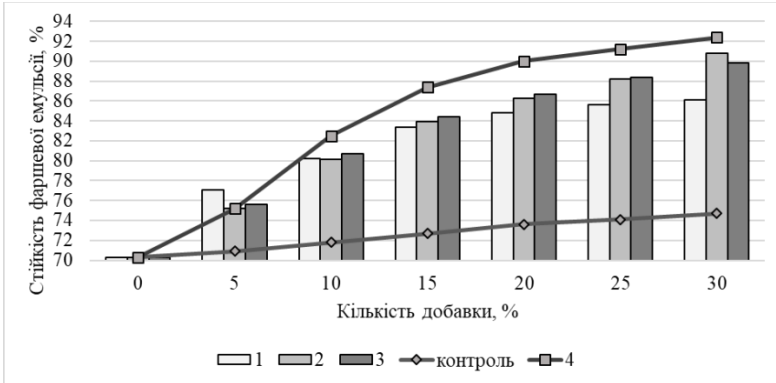


Рис. 1. Стійкість фаршевої емульсії м'ясних модельних фаршів у залежності від вмісту добавок гідратованого борошна, %

Аналіз результатів досліджень (рис. 1) виявив позитивний вплив гідратованого борошна у складі м'ясних модельних фаршів на показник стійкості фаршевої емульсії: збільшення показника відносно контролю становить від 6,06 % (зразок №2, вміст добавки 5 %) до 23,7 % (зразок № 4, вміст добавки 30 %). Найбільш інтенсивно збільшувався показник фаршу із гарбузово-кунжутною добавкою (№4, 70:30), найменші результати виявлені у зразка № 1 (вівсяно-гарбузова суміш, 60:40). Спостерігалася тенденція щодо зростання стійкості емульсії у прямо пропорційній залежності від її кількості. Виявлений технологічний ефект, ймовірно, зумовлений значним вмістом у використаних видах борошна не лише нативного крохмалю, а й білків та харчових волокон.

3. Таким чином, експериментально підтверджено ефективність використання сумішей борошна вівсяного, кунжутного, гарбузового, гречаного та льняного для стабілізації структури м'ясних фаршів із курятини на основі дослідження впливу гідратованих сумішей борошна на стійкість фаршевої емульсії у м'ясних фаршах. Зважаючи на

перспективність запропонованих інгредієнтів, необхідно проводити подальші дослідження для їх застосування у технологіях м'ясних посічених напівфабрикатів.

Література:

1. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Карпенко П.О. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок : монографія. Київ : КНТЕУ, 2003. 322 с.
2. Сімахіна Г.О., Науменко Р.Ю. Модифікація харчових продуктів: багатоваріантність підходів та пріоритети. *Харчові технології: Наукові праці НУХТ*. 2018. Том 24, № 6. С. 112–119.
3. Манжос О.Ф., Олійник Л.Б. Оцінка технологічних властивостей різних видів борошна у м'ясних системах. *Технічні науки: Науковий вісник ПУЕТ*. 2018. № 1(85). С. 66–73.
4. Олійник Л.Б., Гуменюк А.О., Лазарик Г.Ю. Модифікація технологічних характеристик фаршів із м'яса птиці. *Збірник наукових статей магістрів ПУЕТ*. Полтава, 2019. Вип. 14. С. 75–81.
5. Антипова Л.В., Глотова И. А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва, 2001. 576 с.
6. мясных продуктов : підручник. Москва : Колос, 2001. 576 с.

DOI

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОЛІЗАТУ РИБНОГО КОЛАГЕНУ У ВИРОБНИЦТВІ КУЛІНАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Олійник М. І.

*аспірантка першого року навчання
Одеська національна академія харчових технологій*

Дзюба Н. А.

*кандидат технічних наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій
м. Одеса, Україна*

Важливим завданням, що стоїть перед харчовою галуззю є забезпечення усіх верств населення економічно доступними та якісними продуктами харчування [1, с. 207–209].

Для отримання стійких харчових систем одночасно із застосуванням спеціальних технічних засобів, технологічних процесів і прийомів біотехнології застосовують речовини, що складають групу структуроутворювачів, що змінюють консистенцію харчових продуктів [2, с. 5–8].

В даний час ведеться активний пошук нових джерел сировини і способів їх переробки в якісну харчову продукцію. Перед будь-якою галуззю переробної промисловості завжди стоять завдання щодо підвищення ефективності використання сировини, скорочення відходів виробництва, розширення асортименту та підвищення якості продукції, що випускається. Особливо це стосується такого цінного, який вичерпується, але поновлюваного при правильній експлуатації сировини, як гідробіонти [3, с. 144–149].

Сучасне виробництво рибопродукції супроводжується великою кількістю білковмісних відходів (кістки, плавники, шкіра, луска і т.д.), що становлять від 30 до 70% від маси вихідної сировини [4, с. 55–58].

У харчовій промисловості колаген і продукти його гідролізу використовуються при виробництві желатину, для освітлення вин, для отримання харчових плівок, покриттів, їстівних оболонок як структуроутворювач – в зливках для консервів і рибних фаршів, формованих рибних виробів, при виробництві штучної ікри, бульйонів, холодців, соусів, різних оздоровчих напоїв та коктейлів та як добавка – в хлібопекарському і кондитерському виробництвах [4, с. 55–58].

Інтерес до колагену, виділеного з рибної продукції, пов'язаний з тим, що губчаста енцефалопатія стала настільки серйозною проблемою, що і використання колагену тваринного походження стає небезпечним [5]. Також відомо, що колаген гідробіонтного походження має низку переваг по відношенню до тваринних білків. Найбільшу цінність мають білковий гідролізат рибного колагену, так як є гіпоалергенним, тому що на 96% ідентичний людському білку [6, с. 525–534, 7, с. 456]. У 10 грамах колагену знаходиться 9,4 г білка, 10 мг натрію і невелику кількість кальцію, калію, заліза.

В даний час інтерес до відходів рибопереробного виробництва (глюкозамін, хондроїтин, поліненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди, біокальцій, фосфор і т.д.) як до джерела цінних біологічно активних речовин не слабшає. Крім того, вторинні рибні ресурси виступають цінною сировиною для отримання різних лікувальних і стимулюючих препаратів, тому що містять численні біоактивні компоненти, які мають імуноактивну властивість, здатність нормалізувати кров'яний тиск, активізувати процеси травлення. Основним напрямом переробки

вторинної рибної сировини є отримання з них біологічно цінних компонентів, фізіологічна роль обумовлена їх здатністю впливати на обмінні процеси, брати участь у формуванні тканин організму людини, надавати профілактичну дію, виступати в якості загальнозміцнюючих засобів [8, с. 129–136].

Як джерело рибного колагену широко використовується шкіра морських і прісноводних риб, луска риб, хребетна кістка, плавники. Видається перспективним використання в складі молочних продуктів для відновлення хрящової і сполучної тканини, нормалізації мікрофлори і в той же час для надання необхідної структури продукту [9, с. 243–274]. Луска є структурно складною багатокомпонентною системою, що складається в основному з мінеральних речовин і колагену, може служити сировиною для отримання як харчового, так і технічного іхтіожелатіна, а відходи від його отримання раціонально використовувати в якості мінеральної добавки [10, с. 130–136].

Таким чином, отримання структуроутворювачів з рибної сировини є досить важливим завданням. У зв'язку з цим необхідно розробляти науково обґрунтовані і економічно прийнятні способи переробки колагеновмісної рибної сировини.

Література:

1. Поварова Н.М., Журба Н.О. Білкові добавки тваринного походження та передумови їх створення. *VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції»*, НУХТ. 2009. С. 207–209.
2. Гранатова В.П., Запорожский А.А., Касьянов Г.И. Теория и практика получения и применения натуральных структурообразователей. *Известия вузов. Пищевая технология*. 2007. № 2. С. 5–8.
3. Цибизова М. Е., Язенкова Д. С., Акимова А. Ю. Ферментация костной ткани рыбного сырья как один из этапов получения структурообразователей. *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство*. 2010. № 2. С. 144–149.
4. Воробьев В.И. Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза. *Известия КГТУ*. 2008. № 13. С. 55–58.
5. Кушнір Н.А. Основи технології отримання колагену з рибної колагеновмісної сировини. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2014. № 1. С. 107–116.

6. Неклюдов А. Д., Иванкин А. Н., Бердугина А. В. Свойства и применение белковых гидролизатов. *Прикладная биохимия и микробиология*. Т. 35. 2000. № 5. С. 525–534.

7. Якубке Х. Д., Ешкайт Х., Запеваловой Н. П., Максимова Е. Е., Митина Ю. В. Аминокислоты, пептиды, белки. *Х.– М. :Мир*. 1985. 456 с.

8. Самойлова Д.А., Цибизова М.Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок. *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство*. 2015. № 2. С. 129–136.

9. Титов Е.И., Ионова И.И., Краснова И.С., Волокитина З.В., Козлов Н.С. Структурно-механические показатели кисломолочных продуктов с гидролизатом белка из кожи рыб. *Технологии пищевых продуктов. Вопросы питания. Приложение*. 2018. Том 87, № 5. С. 243–244.

10. Якубова О. С., Котенко А. Л. Чешуя как источник получения ихтиожелатина *Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство*. 2004. № 4. С. 130-136.

DOI

ВПЛИВ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ПІСОЧНОГО ПЕЧИВА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОТОВИХ ВИРОБІВ

Олійник Н. В.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного
господарства
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет
економіки і торгівлі»
м. Полтава, Україна*

Наконечна Ю. Г.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного
господарства
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет
економіки і торгівлі»
м. Полтава, Україна*

Гузовська І. І.

*спеціаліст вищої категорії,
викладач фахових дисциплін,
голова циклової комісії спеціальності «Харчові технології»
ВСП «Полтавський фаховий коледж Національного університету
харчових технологій»
м. Полтава, Україна*

На даний час урядом багатьох країн світу розробляються та реалізуються державні програми з покращення харчового статусу населення щодо виробництва харчових продуктів, які збагачені на фізіологічно-функціональні інгредієнти. Дана продукція конче необхідна для підтримки здоров'я та працездатності громадян, забезпечення гідного майбутнього через оздоровче харчування дітей та юнацтва, оскільки існує економічна криза та погіршується екологічна ситуація.

Найбільш перспективними є технології борошняних кондитерських виробів з використанням вторинної рослинної сировини. Метою таких технологій є збагачення комплексом вітамінів, мінералів, органічними

кислотами, харчовими волокнами та іншими цінними компонентами харчування. Особливу увагу в цьому плані заслуговують відходи виноробного виробництва [1, с. 36].

Кісточки, шкірочки та залишки гребенів виноградних вичавок – потужне джерело харчових волокон, поліфенолів, макро– та мікроелементів, вітамінів (РР, С, холіну) [2, с. 17].

Проблемами використання відходів виноградного виробництва у харчових технологіях в Україні займалися науковці Національного університету харчових технологій (Київ), Харківського державного університету харчування і торгівлі (Харків), Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. Туган-Барановського (Кривий Ріг), а саме: Дробот В.І., Самохвалова О.В., Касабова К.Р., Шидакова-Каменюка О.Г., Брикова Т.М., Гревцева Н.В., Городиська О.В., Буштурук І.В. Додавання відходів виноградного виробництва в різні харчові продукти, наприклад, макаронні вироби, борошняні та цукрові кондитерські вироби, хліб, дає можливість збагатити традиційну продукцію життєво важливими компонентами, надати їй оздоровчі властивості, а також підвищити якість [3, с. 6].

Враховуючи вищезазначене, можна зробити висновок, що порошки з кісточок винограду, відокремлених від виноградних вичавків, є цінними та перспективними добавками у виробництві борошняних кондитерських виробів. Зважаючи на це, застосування таких порошоків для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів масового та функціонального призначення, є актуальним.

Об'єктом досліджень у дослідженнях є технологія напівфабрикату пісочного основного та приготовленого на основі нього напівфабрикату із порошком із виноградних кісточок, а також фізико-хімічні показники. Предметом досліджень обрано напівфабрикат пісочний основний № 8 [4, с. 16].

В якості збагачувача використовували порошок із виноградних кісточок, що виробляється за ТУ У 10.8-34801551-004:2013 [5] ТОВ «Оріон» (м. Одеса) під торговою маркою «Олео Віта».

У рецептурі напівфабрикату пісочного основного здійснювали заміну борошна на порошок із виноградних кісточок у кількості 8, 13, 18%. Було досліджено готові пісочні напівфабрикати, приготовлені за стандартною рецептурою (контрольний виріб) та готові вироби з добавкою.

Для виробів із пісочного тіста вимогам стандарту повинні відповідати такі показники, як вологість, лужність, намочуваність, ламкість, розсипчастість.

Оскільки до рецептури пісочного печива входять хімічні розпушувачі, доцільним було дослідження лужності контрольних та дослідних зразків. Відповідно до нормативної документації значення показника лужності печива не повинно перевищувати 2 град. Всі дослідні зразки за показником лужності відповідали ДСТУ 3781:2014.

Дані досліджень розсипчастості борошняних кондитерських виробів із пісочного тіста показали, що зі збільшенням кількості внесеної добавки розсипчастість виробів зменшується на 1,2; 2,4; 7,4% відповідно для зразків із внесенням добавки 8, 13, 18%. Це зумовлено тим, що порошок із виноградних кісточок має дрібнодисперсну структуру і у структурі печива щільно заповнює її пори, що, в свою чергу, буде впливати також і на намочуваність.

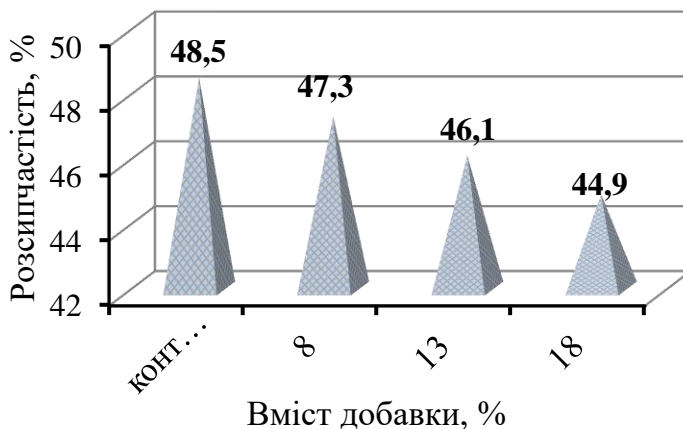


Рис. 1. Діаграма дослідження зміни розсипчастості пісочного печива від кількості внесеної добавки

Намочуваність виробів із добавкою зменшується при збільшенні її вмісту у рецептурі. Встановлено, що зразки з додаванням 8 та 13 % порошку виноградних кісточок мають показник намочуваності відповідно до вимог нормативної документації (за ДСТУ цей показник має бути не менше 100 %). Намочуваність даних зразків менша, ніж намочуваність контрольного зразку на 5,7 та 11,85% і становить 143,4 та 137,25% відповідно. Намочуваність печива з 18 % добавки складає 105,2 %, що знаходиться майже на нижній межі нормативних вимог.

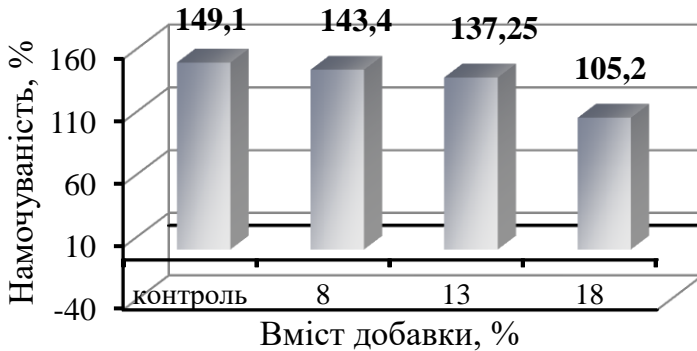


Рис. 2. Діаграма зміни намочуваності пісочного печива за вмістом порошку із виноградних кісточок у рецептурі

Ущільнення структури печива з добавкою, зниження здатності до намокання та збільшення вологості зумовлюють зниження показника ламкості. При внесенні максимальної кількості добавки показник ламкості зменшується на 4,1%. Це матиме негативний вплив на органолептичні показники пісочного печива.

Підсумовуючи вище зазначене можна сказати, що майже всі розроблені зразки за фізико-хімічними показниками відповідають вимогам ДСТУ, але найкращим зразком із розроблених є зразок № 2, в рецептурі якого заміна борошна на порошок із виноградних кісточок складає 13% оскільки додавання 18% добавки значно зменшує намочуваність та ламкість виробів, що негативно вплине на засвоєння продукту.

Проведені нами дослідження дозволяють стверджувати, що відповідно до запропонованої технології можливо створити вироби, які не поступаються за якісними показниками контрольним, а за деякими перевищують їх.

На основі проведених досліджень розроблено рецептуру і технологію печива «Родзинка» з додаванням 13 ± 2 % порошку із виноградних кісточок від маси борошна. Основні параметри нової технології не відрізняються від традиційної.

Література:

1. Батькова И. А., Яшина И. А., Макарова Н. В., Новикова М. Н., Смирнова Н. В. Влияние температуры сушки на химический состав и антиоксидантные свойства виноградных выжимок. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2014. № 2. С. 36–38.
2. Лисюк, Г. М., Верешко Н. В., Чуйко А. М. Нові напрями використання вторинних продуктів переробки винограду у виробництві борошняних виробів: монографія. Харків: ХДУХТ, 2011. 175 с.
3. Касабова К.Р., Гревцева Н.В., Шидакова-Каменюка О.Г., Омельченко О.В. Використання вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництва у технології здобного печива. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2017. № 35 (2017). С. 5–11.
4. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1998. 300 с.
5. ТУ У 10.8-34801551-004:2013. Порошки з рослинної олійної та кісточкової фруктової сировини харчові. Технічні умови Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.

DOI

**ВОСКОПОДІБНІ КОМПОНЕНТИ РОСЛИННОГО
ПОХОДЖЕННЯ ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНІ
ДОБАВКИ КОСМЕТИЧНИХ ПРОДУКТІВ**

Руднєва Л. Л.

*викладач кафедри технології природних і синтетичних полімерів,
жирів та харчової продукції
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
м. Дніпро, Україна*

Андріянова М. В.

*кандидат хімічних наук,
доцент кафедри технології природних і синтетичних полімерів, жи-
рів та харчової продукції
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
м. Дніпро, Україна*

Бухкало С. І.

*кандидат технічних наук, доцент,
професор кафедри інтегрованих технологій, процесів і апаратів
Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут»
м. Харків, Україна*

На сьогоднішній день воски широко використовуються в різних галузях промисловості.

Завдяки своїй низькій вартості широко використовується парафін, який отримують в результаті дистиляції нафтопродуктів. Проте він має низькі показники якості в харчовій та косметичній галузі, може виявляти шкідливу дію на організм людини.

Також у великій кількості використовують бджолиний віск, який має високі показники якості, але часто може бути алергенним.

Найприйнятнішими у використанні є рослинні воски. Найвідоміші з них карнаубський таканделільський мають найвищі показники якості, але і найвищу вартість.

Недоступність використання натуральних якісних восків зумовила пошук їх альтернативи. Одержані воскоподібні компоненти

з рослинної сировини, а саме, з соняшникового лушпиння, мають показники, які дуже близькі до найбільш вживаних у господарстві (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні характеристики восків [1]

Показник	Карна- убський віск	Парафін	Бджолиний віск	Воско- подібні компоненти
Кислотне число, мг КОН/г	1-12	-	18-22	2-17
Йодне число, % I ₂	5-14,5	-	7-11	11,0-12,4
Ефірне число, мг КОН	75-86	-	87-107	98-108
Температура плавлення, °C	80-90	45-65	60-70	65-73
Температура кристалізації, °C	86-90	50-56	60-70	70-74
Густина, г/см ³	0,960- 0,970	0,915	0,950-0,970	0,920-0,960
Показник заломлення,	1,4752	1,4420	1,4467	1,4410- 1,4500

Були проведені дослідження використання воскоподібних компонентів соняшникового лушпиння, як більш якісних та дешевих, в косметичній промисловості, а саме, у складі гігієнічного бальзаму для губ.

Гігієнічний бальзам для губ – косметичний засіб, один з різновидів губної помади. Призначений для захисту ніжної шкіри губ від несприятливих впливів навколишнього середовища. Зазвичай у складі промислової гігієнічних бальзамів для губ на першому-другому місці йде парафін, вазелін або щось з цієї серії – дешева заміна натуральним оліям або жирам. Він не зволожує і не живить губи, а створює на поверхні плівку, яка поступово з’їдається. До складу гігієнічних бальзамів для губ можуть входити натуральні рослинні воски (карнаубський, канделільський та ін.), які значно підвищують корисні властивості бальзамів для губ. Недоліком таких гігієнічних бальзамів для губ є висока ціна.

Тому було проведено дослідження використання одержаних воскоподібних компонентів з соняшникового лушпиння в рецептурі гігієнічного бальзаму для губ, замінюючи парафін та карнаубський віск.

Одержаний гігієнічний бальзам для губ, до складу якого входять воскоподібні компоненти соняшникового лушпиння, мають світлий колір, приємний аромат та однорідну задовільну консистенцію. Легко та рівномірно наноситься на губи. Відсутнє відчуття плівки на губах, отже губи дихають. Добре змішується з різними компонентами, створює стабільну структуру та не має шкідливого впливу. Є більш дешевим ніж імпорتنі рослинні воски.

Задля визначення доцільності використання воскоподібних компонентів соняшникового лушпиння, як компоненту гігієнічних бальзамів для губ, була проведена порівняльна оцінка показників якості бальзамів для губ (табл. 2), згідно з [2].

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика зразків
гігієнічного бальзаму для губ**

Показник	Норма	Бальзам*
Зовнішній вигляд	Поверхня гладка, однорідна, рівномірно забарвлена	
Колір	Властивий даному виду виробу	
Запах	Приємний, властивий даному виду виробу	
Мазок	Рівний, однорідний	
Температура краплепадіння, °С	55-80	66,4
Кислотне число, мг КОН/г	не більше 15	4,3
Карбонільне число, мг КОН/г	не більше 8	3,5

*Бальзам, до складу якого входять воскоподібні компоненти соняшникового лушпиння

В результаті порівняння видно, що зразок на основі воскоподібних компонентів соняшникового лушпиння має показники, відповідні до [2]. Порівняно з нормою, одержаний зразок має дещо більші показники температури краплепадіння та кислотного числа. Це обумовлено тим, що воскоподібні компоненти соняшникового лушпиння, які входять до складу гігієнічних бальзамів для губ, мають у своїй хімічній структурі високомолекулярні жирні кислоти та високомолекулярні спирти, які мають більшу температуру плавлення.

Література:

1. Руднева Л.Л. Исследование процессов утилизации растительных восков. *Материалы VI Международного научно-технического Симпозиума «Современные энерго– и ресурсосберегающие технологии СЭТТ-2017», Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения. Т. 2.* Москва. ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». 2017. С. 178–181.

2. ДСТУ 4774:2007 «Вироби косметичні для макіяжу на жировосковій основі. Загальні технічні умови». 2007. 4 с.

DOI

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗБАГАЧЕННЯ БЕРЕЗОВОГО СОКУ**Суткович Т. Ю.**

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технологій харчових виробництв
і ресторанного господарства
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі
м. Полтава, Україна*

Палвашова Г. І.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри біоінженерії і води
Одеська національна академія харчових технологій
м. Одеса, Україна*

Положишникова Л. О.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри технологій харчових виробництв
і ресторанного господарства
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
м. Полтава, Україна*

Несприятливі фактори зовнішнього середовища впливають на організм людини. Зміцнення здоров'я населення може відбуватися шляхом включення в раціон продуктів харчування, що має виражений профілактичний і лікувальний вплив [1, с. 7].

Повноцінне і збалансоване харчування, з врахуванням його лікувально-оздоровчих функцій, вимагає поповнення раціону кожної людини близько 600 нутрієнтами. Одним із основних джерел цих речовин є дикоростуча плодово-ягідна сировина, як культивована так і та, що плодоносить на лоні природи. Вона природно містить значну кількість біологічно активних речовин (БАР), які виявляють позитивний вплив на організм людини, діяльність його нервової і серцево-судинної системи та сприяють нормалізації функцій окремих органів [2, с. 9]. Тому швидке забезпечення організму людини БАР є одним із вагомих завдань сьогодення, вирішити яке можливо, розробляючи новий асортимент напоїв функціонального призначення.

Найживішим харчовим продуктом, який максимально швидко збагачує організм людини БАР і вирішує проблему мікронутрієнтного дефіциту є натуральні соки та функціональні напої на їх основі [1, с. 69].

Завданням, яке потребує креативного вирішення, є необхідність в розробці напоїв, які б забезпечували максимальний відсоток відповідності добовим потребам людського організму в основних поживних та біологічно активних речовинах. Вирішення цього завдання можливе за рахунок впровадження таких технологічних прийомів, які б дали змогу отримувати сік з вищим ступенем збереження БАР.

Паралельно з вищезазначеними завданнями необхідно вирішувати проблему безвідходного використання сировини. Це можливо за рахунок впровадження технологій по комплексному використанню вторинної сировини. Саме вона в значних кількостях залишається поза увагою після основного процесу вилучення соку, хоча містить майже весь спектр необхідних нутрієнтів. Вирішення окреслених завдань є досить актуальним і перспективним, які ми постараємось розв'язати, виконуючи дослідження в межах цієї наукової статті.

На сьогоднішній день існує багато соків, які за своєю природою не дуже багаті необхідними для людського організму нутрієнтами. Одним із таких є березовий сік [3, с. 29–30]. Тому доцільним є його насичення корисними компонентами дикорослих ягід.

Метою роботи є удосконалення технології отримання напоїв на основі березового соку шляхом використання вторинної дикорослої сировини із обліпихи та пришвидшення процесу екстракції БАР за рахунок використання ультразвукової обробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити низку взаємопов'язаних завдань:

теоретично обґрунтувати доцільність використання нетрадиційної рослинної сировини для збагачення березового соку з метою підвищення його харчової цінності;

– дослідити вплив УЗ-обробки на фізико-хімічні показники отриманих напоїв.

Одним із яскравих представників дикорослих ягід є обліпіха. Окрім цукрів, вона містить вітаміни В₁, В₂, РР, А, Е, К, D, С, дубильні речовини, органічні кислоти, жирні олії, ефірні олії, пектинові речовини, мінеральні солі кальцію, магнію та заліза [4, с.17]. На скільки багаті вичавки обліпіхи наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники вичавок із обліпіхи (n=3; p≥0,95)

№ п/п	Показники	Значення
1.	Вміст сухих речовин, %	10,0
2.	Вміст титрованих кислот, %	0,73
3.	Вміст L-аскорбінової кислоти, мг/100г	59,0
4.	Вміст β-каротину, мг/100 г	30,0

Аналізуючи отримані дані, можна стверджувати, що вторинна сировина обліпи досить багата біологічно активними речовинами. Тому її доцільно використовувати для збагачення березового соку.

Користь березового соку очевидна, але варто розуміти: цей сік – не ліки, а дарований природою хороший напій з антиалергенними, протизапальними та імуномодіруючими властивостями.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники березового соку (n=3; p≥0,95)

№ п/п	Показники	Сік березовий
1.	Вміст сухих речовин, %	5,00
2.	Вміст титрованих кислот, %	0,10
3.	В'язкість, м ² /с · 10 ⁻⁶	6,43
4.	Кольоровість, од.опт.густ	0,05

Збагачення березового соку, який містить незначну кількість БАР екстрактами вторинної сировини із обліпіхи, забезпечить покращення харчової цінності. Безвідходне використання природних ресурсів дасть

змогу виготовляти функціональні напої, які мають антиоксидантну, загальнозміцнювальну, заспокійливу дію на організм людини

Одним із інноваційних методів попередньої обробки сировини є застосування ультразвукової обробки. В результаті ультразвукової дії відбувається руйнування клітинних структур, що прискорює процес переходу корисних компонентів в екстрагент за рахунок дифузії [5, с. 167]. Екстрагентом слугував березовий сік. Вичавки в кількості 1:2 обробляли ультразвуком протягом певного часу. Після проведення процесу екстрагування отримані екстракти фільтрували і перевіряли на вміст сухих речовин, титрованих кислот, аскорбінової кислоти, β -каротину, в'язкість та кольоровість.

Таблиця 3

Вплив тривалості УЗ-обробки на зміни фізико-хімічних показників отриманого напою (n=3; p \geq 0,95)

№ п/п	Показники	Сік березовий	Вторинна сировина	Тривалість обробки, хв				
				10	15	20	25	30
Обліпіха								
1.	Вміст сухих речовин,%	5,0	10,0	5,8	6,2	6,8	7,0	7,1
2.	Вміст титрованих кислот,%	0,1	0,73	0,44	0,48	0,52	0,58	0,50
3.	Вміст L-аскорбінової кислоти, мг/100г	-	59,0	20,5	22,3	24,8	25,6	27,2
4.	Вміст β-каротину, мг/100 г	-	30,0	18,3	18,7	19,1	19,6	20,1
5.	В'язкість, м ² /с·10 ⁻⁶	6,43	-	6,46	6,48	6,49	6,50	6,52
6.	Кольоровість, од. опт. густ	0,05	-	0,2	0,25	0,30	0,36	0,47

Аналіз даних приводить до висновку, що за допомогою запропонованого методу ультразвукової обробки вторинної сировини дикоро-

слих ягід обліпихи отримуємо напій, який в значній мірі збагачений біологічно активними речовинами.

Висновки. Підводячи підсумки отриманих даних, можна стверджувати, що обробка ультразвуком протягом лише 30 хв в порівнянні з традиційними способами екстракції, які тривають 6 ... 24 год і більше, значно пришвидшує процес екстракції.

Отриманий напій містить в 1,4 рази більше сухих речовин, в 5 разів – титрованих кислот, в 9,4 разів зросла кольоровість; в'язкість зросла на 0,9 % в порівнянні з контрольним зразком, яким слугував березовий сік. А 100 г отриманого напою забезпечує третину добової потреби у вітаміні С. Тому застосування обраного методу попередньої обробки вторинної сировини є доцільним, актуальним та такими, які виправдали наші очікування.

Література:

1. Капрельянц Л. В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти: монографія. Одеса : Друк, 2003. 312 с.
2. Хомич Г. П., Ткач Н. І. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР: монографія. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. 159 с.
3. Ільченко, Н. Що ви повинні знати про березовий сік. *Безпека життєдіяльності*. 2020. № 3. С. 29-30.
4. Гриник І. В., Москалець Т. З., Москалець В. В., Шевчук Р. С. Обліпиха крушиновидна (*Hippophae rhamnoides* L.). – споживчоцінний та перспективний сировинний ресурс здорового харчування людини. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 17-24.
5. Хмелев В. Н., Сливин А. Н., Барсуков Р. В. Применение ультразвука высокой интенсивности в пищевой промышленности. Бийск : Изд-во Алт. гос.техн. ун-та, 2010. 203 с.

DOI

ВИКОРИСТАННЯ РИСОВОГО БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТНОГО ПЕЧИВА

Шелудько В. М.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технологій харчових виробництв
і ресторанного господарства*

ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

Фахурі М.

студент денної форми навчання

*Навчально-науковий інститут харчових технологій,
готельно-ресторанного та туристичного бізнесу*

*ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
м. Полтава, Україна*

В сучасному світі з розвитком технологій людина отримує енергії (калорій) більше, ніж витрачає, що призводить до виникнення надлишкової ваги, захворювань серця. Сьогоднішній споживач більшою мірою надає перевагу здоровому харчуванню, що сприяє зростанню темпів розвитку асортименту борошняних кондитерських виробів. У кожного народу існують свої історично сформовані особливості харчування. Сьогодні процес запозичення національних виробів йде дуже швидко. Борошняні вироби містять значну кількість цукру, жиру і майже не містять вітамінів і макро-, мікроелементів. В Україні великою популярністю наразі серед молоді користуються капкейки, маффіни, м'які вафлі, біскотті та ін. [1, с. 30; 2, с. 47].

Бісквітне печиво займає вагоме місце у виробництві борошняних кондитерських виробів і користується великим попитом у населення. Розробка технологій борошняних кондитерських виробів із використанням рослинної сировини підвищеної харчової цінності – важливе питання, яким займалися різні учені у свій час. У своїх експериментах вчені у значній мірі застосовували фруктову, овочеву сировину і злаки.

Рис вважається однією з найстаріших окультурених злакових рослин в світі. Фрагменти його переробки були знайдені в Китаї в шарах, яким більше 11 тисяч років. Батьківщиною культури є південний схід

Євразійського континенту. В даний час існує близько 2500 сортів, в основному культивується в тропіках і субтропіках Азії, Африки, Америки та Австралії. Рис – однорічна рослина родини злакових. Цінна зернова культура – основний харчовий продукт для більшої частини населення нашої планети і друга за значенням зернова культура після пшениці [3 с. 129; 4 с. 4].

Актуальним є питання розширення асортименту борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. Такими виробами є бісквітне печиво «Мадлен» і «Савоярді».

«Мадлен» (фр. Madeleine) – французьке бісквітне печиво невеликого розміру, зазвичай виготовляється у формі морських гребінців. Ця випічка користується незмінним успіхом у Франції і Європі в цілому. Своєю всесвітньою популярністю печиво «Мадлен» зобов'язане роману Марселя Пруста «У пошуках втраченого часу».

Основною сировиною для виробництва бісквітного печива «Мадлен» є борошно, вершкове масло, цукор і яйця. Для отримання печива спочатку розм'якшують вершкове масло і збивають протягом 7-10 хв., додають половину кількості цукру-піску і збивають ще 5-7 хв., потім додають сік і цедру лимона. Яйця і жовтки збивають з рештою цукру-піску протягом 10 хв. до утворення стійкої піни. До збитої яєчної маси додають суміш просіяного пшеничного борошна і розпушувача, потім додають збите вершкове масло. Все ретельно перемішують. Готове тісто за допомогою кондитерського мішка викладають у спеціально підготовлені форми для печива «Мадлен» у вигляді морської мушлі. Випікають при температурі 200-220 °C протягом 10 хв. Готове печиво охолоджують.

Технологічна схема приготування «Мадлен» складається з послідовності наступних операцій: підготовка сировини до виробництва, дозування, заміс тіста, формування, випічка, зберігання [5, с. 129].

Печиво «Савоярді» було винайдено ще в XV столітті в Італії, при дворі герцогів Савойський. Кухар винайшов рецепт з приводу приїзду короля Франції в графство Савойя. Печиво має і іншу назву – «Дамські пальчики». Виріб має м'яку і ніжну консистенцію, відмінно вбирає сиропи і джеми, завдяки чому використовується як основа багатьох десертів. Для приготування бісквітного печива «Савоярді»: спочатку відділяють білки від жовтків. Жовтки збивають з цукром протягом 5-7 хв., додають просіяне пшеничне борошно. Окремо збивають білки до гострих піків і поступово додають їх до яєчно-борошняної суміші, замішують тісто. За допомогою кондитерського мішка викладають тісто у заздалегідь підготовлені форми для печива. Випікають

12-14 хв. при температурі 180 -190 °С. Готове печиво охолоджують і звільняють з форми [6 с.3].

Досліджень із використанням рисового борошна для збагачення печива «Мадлен» і «Савоярді» біологічно активними речовинами та підвищення його харчової цінності не проводилося. Тому існує необхідність таких досліджень.

Метою роботи було удосконалення технологій і розширення асортименту бісквітного печива «Мадлен» і «Савоярді» з використанням рослинної сировини підвищеної харчової цінності – рисового борошна. Були складені модельні системи – зразки печива із вмістом рисового борошна від сухих речовин пшеничного борошна у кількості від 10 % до 30 %. Проведені експериментальні дослідження по визначенню фізико-хімічних, структурно-механічних, органолептичних показників якості виробів. Встановлено, що розроблені зразки печива «Мадлен» і «Савоярді» мали високі органолептичні показники якості, набули оригінального смаку та запаху за рахунок внесення добавки. Найкращими показниками якості відрізнялись зразки бісквітного печива «Мадлен» і «Савоярді», що містять 20 % рисового борошна.

Література:

1. Шелудько В.М. Нові види борошняних кондитерських виробів в Україні. *Хранение и переработка зерна*. 2011. № 6. С. 30–32.
2. Шелудько В.М., Ряшко Г.М. Вивчення можливості використання овочового пюре в технології маффінів. *Хранение и переработка зерна*. 2016. № 5. С. 47–51.
3. Карпюк Г.С., Шелудько В.М. Удосконалення технології капкейків за рахунок додавання рослинної сировини. *Зб. наук. статей магістрів ф-ту ХТГРТБ ПУЕТ за результатами 2016-2017 н.р.* 2016. С. 129–132.
4. Склад інгредієнтів для капкейка: пат. 116636 Україна, МПК A23L7/00. № U201613326; заявл. 26.12.2016; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 10. 4 с.
5. Корягін А.А., Шелудько В.Н. Улучшение качества бисквитного печенья «Мадлен» с использованием растительного сырья. *Инновационный потенциал молодежи в современном мире: тезисы доклада XXXVII Международной науч.-практ. конф. (Гомель, 10 -12 мая 2017 г.)*. Гомель, 2017. С. 129.
6. Спосіб приготування бісквітного печива «Савоярді»: пат. 146215 Україна; МПК A21D 2/00. №U202005805; заявл. 10.09.2020; публ. 27.01.2021, Бюл. № 4. 3 с.

TECHNOLOGIES OF CONSUMER GOODS INDUSTRY

DOI

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НАНЕСЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Прибега Д. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри Машин і апаратів, електромеханічних
та енергетичних систем
Хмельницького національного університету*

Смутко С. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри Машин і апаратів, електромеханічних
та енергетичних систем
Хмельницького національного університету*

Онофрійчук В. І.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри Машин і апаратів, електромеханічних
та енергетичних систем
Хмельницького національного університету
м. Хмельницький, Україна*

Принт на одязі популярний як серед людей, охочих виділитися з натовпу, так і серед власників бізнесу, які хочуть привернути увагу до свого бренду.

Вперше друк на тканині з'явився в 50-х роках XX століття у Флориді, завдяки компанії Tropic Togs [1]. У 1959 році винайшли стійкі фарби для друку на світшотах, футболках і іншому текстилю, завдяки чому вдалося значно урізноманітнити можливості методу, але тільки в 80-х роках XX століття принт на тканині почав набувати нового змісту – став своєрідним способом розповісти світові про свої погляди і захоплення [2].

Крім оздоблення одягу, друк на текстильних матеріалах використовується для створення сувенірної продукції, а реклама на текстилі

стала для бізнесу найбільш затребуваним напрямком поліграфії. Види друку на тканині дозволяють отримати недорогий, при цьому високо-ефективний рекламний інструмент, реалізований на будь-якому тексті: від кепок і футболок до пледів, подушок і парасольок [3].

На сьогоднішній момент існує декілька способів друку зображень на текстилі, що використовуються сучасними виробниками, серед них можна виділити наступні [4]: прямий друк на тканині за технологією DTG, який також називають цифровим; сублімаційний друк; термотрансферний друк або флекс-друк; трафаретний друк, який також називають шовкографією.

Вибір технології друку зображення на текстильних матеріалах залежить від різних факторів. Потрібно керуватись розумінням, що не існує кращої технології, адже для кожного виду виробу обирається своя методика. Для друку на рівних поверхнях (прапори, рекламні банери, хустки, скатертини тощо) можуть бути використані одні способи, а для виробів складної форми, наприклад бейсболки, кращими будуть зовсім інші способи. Причому не кожен з них придатний для окремих видів текстилю [3, 4].

Розглянемо особливості вищеперерахованих способів друку.

Прямий друк на тканині за технологією DTG (цифровий). Цифровий друк відрізняється простотою технології, відноситься до числа висококонкурентних технік. Підходить для друку як на синтетичних, так і на бавовняних тканинах. Під час друку використовується цифрова модель СМҮК (зображення відтворюється з електронного файлу), завдяки чому фото виходять яскравими і соковитими. Найбільша проблема в цифрового друку на тканинах – відтворення насичених синіх тонів. Вони виходять або блакитними, або темнофіолетовими, але тільки не синіми. Виріб після цифрового друку витримує до сотні прань, не втрачаючи яскравості і не стирається з поверхні матеріалу. Цей спосіб друку досить дорогий через особливості використовуваного чорнила, а тому підходить винятково для невеликих тиражів і брендованої продукції [3, 5].

Сублімація. Цей спосіб дозволяє перенести зображення за допомогою особливого паперу на тканину під впливом температури (близько 200°C), тому вимагає використання термопреса. Слід зазначити, що даний тип друку підходить виключно для світлих тканин синтетичного походження (не менше 60% синтетики). Під час друку використовують особливі чорнила, що, перетворюючись в газ, заповнюють тканинні волокна і рівномірно розподіляються по поверхні.

Метод сублимації стандартно використовують при друку невеликих тиражів футболки, кепки і спортивного одягу [5].

Термотрансфер (флекс-друк). Представляє собою перенесення зображення з особливої плівки на тканину за допомогою нагрівання. Малюнок друкується на принтері, після чого накладається на тканину і за допомогою температури (до 200⁰С) переноситься на неї. В процесі використовується особливий папір, що складається з двох шарів: перший – плівка, яка реагує на зміну температури, а другий – підкладка, що утримує плівку до моменту перенесення на тканину. Цей спосіб вважається одним із зручних варіантів нанесення зображень і має багато плюсів: дозволяє друкувати як великі партії виробів, так і поодинокі екземпляри; нанесене зображення стійке до дії навколишнього середовища, довго зберігає насичені кольори і добре перетяє в пральних машинах; висока швидкість нанесення – одне зображення наноситься не довше пари секунд. Але, термотрансфер не дозволяє друкувати зображення з великою палітрою кольорів або занадто великою деталізацією. Тому його часто використовують для друку логотипів, цитат, сувенірної та подарункової продукції тощо [4].

Трафаретний друк (шовкографія). Суть цього способу друку полягає в продавлюванні спеціальним інструментом (ракелем) фарби через відкриті отвори гнучкої сітчастої форми на поверхню друку. Друкування може відбуватися на папері, жерсті, склі, тканині, поліетилені, пластмасі, шкірі та інших листових чи рулонних матеріалах або виробках з них.

Головні відмінності процесу трафаретного друку на текстильних матеріалах, натуральних та штучних шкірах, на відміну від друку на папері та інших щільних матеріалах, полягають в особливостях матеріалів легкої промисловості, а саме їх стійкості до високих температур, гігроскопічності, адгезійних властивостей фарби та поверхні матеріалу, значною лінійною деформацією, температурною усадкою, експлуатаційними особливостями виробів одягу та взуття. Для трафаретного способу друку на матеріалах легкої промисловості застосовують фарби, що відрізняються за своїм хімічним складом, адгезійними властивостями та температурними режимами. До найбільш вживаних фарб відносять пластизолеві, водні, сольвентні та «протравлюючі» [6].

Така техніка друку дозволяє отримати будь-яке деталізоване зображення, але для кожного кольору потрібно виготовлення окремого трафарету на рамі. Трафаретний друк вигідно застосовувати при тиражах понад 100 примірників. Він дає дуже насичене, опукле

зображення, відноситься до найстійкіших. Дає можливість створювати унікальні ефекти за рахунок застосування металізованих, світловідбиваючих фарб тощо.

На кафедрі машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету було проведено ряд робіт по визначенню та систематизації щодо критеріїв вибору способів друку зображень на текстильних матеріалах, виконано оцінку собівартість нанесення зображення на одиницю виробу в залежності від способу друку. Встановлено, що у випадку одиничного виробництва трафаретний друк є недоцільним з точки зору економічного ефекту, проте для серійного це найдешевший спосіб нанесення зображення, він є найпродуктивнішим та універсальним, щодо сировинного складу та кольору тканини.

Також проведено цикл експериментальних досліджень збереження якості зображень, нанесених різними способами друку, в процесі їх експлуатації, в ході яких встановлено, що найбільш стійкими до прання та стирання є зображення, нанесені трафаретним способом друку та сублімацією.

Під час впровадження технології трафаретного друку в легку промисловість виникає ряд проблем, які мають свою специфіку і вважаються нерозв'язаними. Тому пошук оптимальних режимів роботи обладнання, а також вдосконалення технологічного процесу трафаретного друку, з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалів легкої промисловості, є актуальним завданням.

Обладнання, що застосовується під час трафаретного друку на текстильних та трикотажних матеріалах, в'язаних полотнах, штучних та натуральних шкірах, вимагає ряду аналітичних та експериментальних досліджень, котрі дозволять встановити оптимальні технологічні режими, зменшити витрати енергії, знизити металоємність конструкцій, а також забезпечити якісні експлуатаційні показники виробів.

Література:

1. Kuleshova S. G. Development of expert system based on Kansei Engineering to support clothing design process / S. G. Kuleshova, O. V. Zakharkevich, J. V. Koshevko, & O. A. Ditkovska // *Vlakna a Textil*. 2017. № 3. P. 30-41. <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/5754>
2. Zakharkevich O. V. Expert system to select the fabrics for transformable garments / O. V. Zakharkevich, T. Zhylenko, Y. Koshevko, S. Kuleshova, O. Ditkovska, G. Shvets // *Vlakna a Textil*. 2018. № 2. P. 105–112. http://vat.ft.tul.cz/2018/2/VaT_2018_2_17.pdf.

3. Типография Pressroll: виды печати на ткани
URL: <https://pressroll.ru/blog/vidy-pechati-na-tkani/> (дата звернения: 10.02.2021)

4. Студия печати ORIGINAL: способы печати изображения на ткани URL: <https://original-shop.by/sposoby-pechati-izobrazheniya-na-tkani/> (дата звернения: 15.02.2021)

5. JAKO Печать на ткани: виды и особенности
URL: <https://bit.ly/3a1yOMG> (дата звернения: 15.02.2021)

6. D. Prybeha Research of the technological process of screen printing on textile and knitting materials / D. Prybeha, S. Smutko, V. Mitsa, A. Khrushch // *Proceeding of the International Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2019*, 16-18. 10.2019, Yambol. 2019. P. 344–351

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

DOI

ВИДАЛЕННЯ СО З ГАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КАТАЛІЗАТОРІВ НА ОСНОВІ ФЕРИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Довголап С. Д.

аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Іваненко О. І.

кандидат технічних наук, доцент

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

В технологічних процесах, де зустрічається термічна обробка вуглецю, таких як коксування, графітація, спалювання вугілля, завжди утворюються оксиди вуглецю, якщо в газових сумішах присутній в більших чи менших концентраціях кисень. Як правило, дані процеси супроводжуються утворенням діоксиду вуглецю та токсичного монооксиду вуглецю[1, с. 9–16].

Не дивлячись на значну кількість методів доокислення монооксиду вуглецю перед скидом димових газів у атмосферу, задача створення умов ефективного його окислення на стадії отримання є важливою проблемою, яка недостатньо вивчена.

Одним із конструктивних рішень проблеми очистки димових газів багатоканальних печей [2] для випалювання електродних заготовок від монооксиду вуглецю може бути розміщення у вогневих каналах цих печей контейнерів з каталізатором у камерах, що підігріваються димовими газами. Таким чином, метою роботи є розробка каталізаторів окислення СО для вирішення важливої наукової і прикладної проблеми техногенного забруднення навколишнього середовища підприємствами з виробництва електродів.

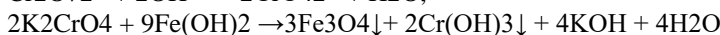
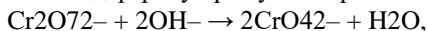
В ходів даних досліджень були проведені лабораторні експерименти з наступними каталізаторами на основі феритних матеріалів.

Мідь-феритовий каталізатор ($\text{Cu}^{2+}:\text{Fe}^{2+}=1:3,53$) на основі цеоліту [2]: наважку цеоліту обробляли сумішню розчинів 0,069M CuSO_4 та 0,278M FeSO_4 протягом 1 год, після чого осаджували на цеоліті осад фериту міді $\text{CuFe}(\text{FeO}_2)_3$ 25 % розчином NH_4OH за реакцією:

$$2\text{Cu}^{2+} + 8\text{Fe}^{2+} + 20\text{NH}_4\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuFe}(\text{FeO}_2)_3\downarrow + 10\text{H}_2\text{O} + 20\text{NH}_4^+$$

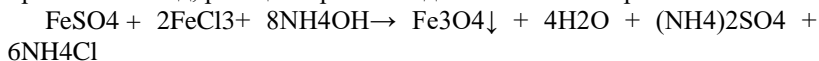
та витримували протягом 24 год. Після цього модифікований цеоліт відділяли від водної фази декантацією, промивали та сушили на повітрі до постійної маси.

Хром-феритовий каталізатор ($\text{Cr}^{6+}:\text{Fe}^{2+}=1:15$) на основі цеоліту [3, с. 215]: наважку цеоліту обробляли сумішню розчинів 0,028M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ та 0,332M FeSO_4 протягом 1 год, після чого осаджували на цеоліті осад фериту хрому 25 % розчином NH_4OH за реакціями:



та витримували протягом 24 год. Після цього модифікований цеоліт відділяли від водної фази декантацією, промивали та сушили на повітрі до постійної маси.

Феритовий каталізатор ($\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}=1:2$) на основі цеоліту [3, с. 215]: наважку цеоліту обробляли сумішню розчинів 0,119M FeSO_4 та 0,238M FeCl_3 протягом 1 год, після чого осаджували на цеоліті осад магнетиту Fe_3O_4 25 % розчином NH_4OH та витримували протягом 24 год, реакція отримання даного каталізатора:



Дослідження процесу окислення CO в створеній установці: установка (рис. 1) включає термокамеру 8, що складається з металеві трубки з нержавіючої сталі 9 та керамічної трубки 10 з нагрівальним елементом 11 в якій за допомогою термопар 12 та термореле 13 підтримується за допомогою елемента 11 задана температура. Зразок каталізатору з розміром зерна 3-5-8 мм в циліндричному контейнері 13 поміщали в металеву трубку 9. Розміри контейнеру складали: висота 160 мм, діаметр 60 мм. Контейнер з каталізатором висотою 50 мм вставляли в трубку 9 таким чином, щоб виключити проходження газової суміші повз каталізатор.

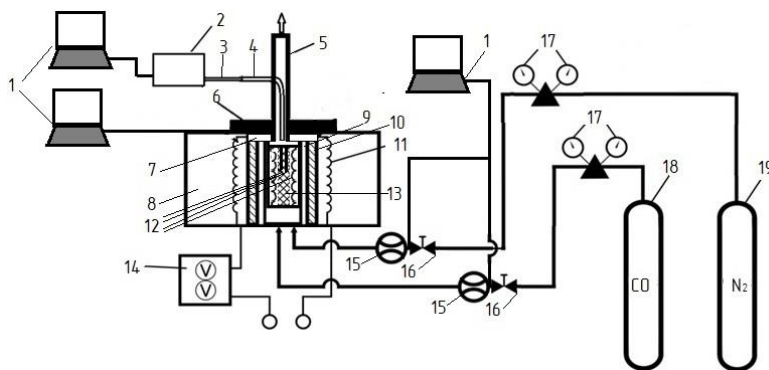


Рис. 1. Схема лабораторної установки для вивчення процесів каталітичного окислення монооксиду вуглецю:

1 – цифровий інтерфейс вимірювань; 2 – газоаналізатор VARIO PLUS industrial analyzer MRU air fair; 3 – газовідбірник газоаналізатора; 4 – трубка для відбору газової суміші з камери в газоаналізатор; 5 – відведення газової суміші; 6 – металева прокладка; 7 – азбестова прокладка; 8 – термокамера; 9 – трубка із нержавіючої сталі; 10 – керамічна трубка; 11 – нагрівальний елемент; 12 – термопари; 13 – контейнер для каталізатора із сітки з нержавіючої сталі; 14 – регулятор температури; 15 – газові витратоміри Bronkhorst EL-FLOW F-111AC; 16 – регулюючі клапани F-001AC; 17 – редуктори; 18 – балон із монооксидом вуглецю; 19 – балон із азотом

Об'ємну швидкість газового потоку варіювали в інтервалі 1-5 дм³/хв. У процесі нагрівання постійно контролювали склад газової суміші на вході та виході з термокамери. За необхідності в якості інертного газу використовували азот. Концентрацію продуктів реакції аналізували за допомогою газоаналізатора VARIO PLUS industrial analyzer MRU air fair, з точністю ± 20 ppm або ± 5 % значень вимірювання. Безпосередньо перед проведенням каталітичного експерименту зерно каталізатору піддавали термообробці за температури 450 °C на протязі 2 год. Перед та після нагрівання і охолодження визначали втрату маси каталізатора. Каталітичну очистку газової суміші від CO досліджували в інтервалі 200-400 °C.

В результаті проведених досліджень було встановлено що максимальна ступінь окислення CO з використанням всіх типів каталізаторів досягалася при температурі 390 0C. Найефективнішим каталізатором виявся хром-феритний каталізатор при його використанні конверсія CO при температурі 390 0C складала 82,4 Конверсія CO при температурі 390 0C при використанні феритного та мідь- феритного каталізатора складала 48,5% та 41,2%.

Слід зазначити, що мідь феритний каталізатор, найменш ефективний при температурах нижче 3500С, а кращі показники конверсії СО хром-феритного каталізатора спостерігалася з початкової температури 200 0С, ефективність даного каталізатора дорівнювала 49%, що вище ніж ефективність двох інших каталізаторів, при максимальній температурі випробувань.

В результаті досліджень було визначено, що каталізатори на основі феритних матеріалів, є ефективним для конверсії СО з газів та підтверджує актуальність даного дослідження. Дані каталізатори можливо успішно застосовувати для очищення газів на промислових підприємствах.

Література:

1. Курсов С. В. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология // *Медицина неотложных состояний*. 2015. 6(69). С. 9–16.
2. Riedhammer. 2006. Ring Pit Furnaces for Baking of high quality Anodes – an Overview, 15. URL: http://www.riedhammer.de/system/00/01/42/14219/633776329561250000_1.pdf
3. Радовенчик В. М., Іваненко О. І., Радовенчик Я. В., Крисенко Т. В. *Застосування феритних матеріалів в процесах очищення води* / Монографія. – Біла Церква: Видавництво О. В. Пшонківський, 2020. – 215 с. ISBN 978-617-604-065-2

DOI

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИСТКИ ШАХТНИХ ВОД НА ОСНОВІ ЇХНЬОГО ДООЧИЩЕННЯ В ШВИДКИХ ЗЕРНИСТИХ ФІЛЬТРАХ

Кулікова Д. В.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри екології та технологій захисту

навколишнього середовища

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
м. Дніпро, Україна*

Будь-яка діяльність людини пов'язана з перетворенням довкілля, але найбільш масштабна трансформація природи спричиняється гірничими роботами, серед яких у числі перших є видобуток вугілля.

Саме підземний спосіб видобування кам'яного вугілля зумовлює істотний негативний вплив на навколишнє середовище, що призводить до значних змін його екологічного стану.

Найбільш негативний вплив на водні об'єкти вугледобувних регіонів зумовлює скид гірничими підприємствами шахтних вод. Це пояснюється їх величезним припливом, низькою якістю за багатьма показниками, що не відповідають сучасним вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднення» [1], а також масштабним впливом процесів вуглевидобутку на водні об'єкти протягом тривалого часу на величезній території. Саме тому шахтні води є небезпечним компонентом сучасного промислового виробництва, які привносять у навколишнє середовище незворотні зміни, погіршуючи якість води у природних водоймах.

У зв'язку з наростаючим дефіцитом свіжої води і збільшенням кількості промислових стічних вод, що скидаються в прилеглі водойми, велике значення набуває питання очищення та використання останніх для технічного водопостачання. Це дозволить, з одного боку, знизити використання питної води для потреб, не пов'язаних з питним і побутовим водопостачанням, і, з іншого – поліпшити санітарний стан поверхневих і підземних вод.

Незважаючи на зростаючі наукові та технічні можливості, проблема охорони поверхневих вод і, зокрема, санітарної охорони водойм від забруднення шахтними водами залишається достатньо актуальною.

Виходячи з вимог, що пред'являються до якості води, основними методами очищення шахтних вод від завислих речовин є відстоювання у відстійниках і ставках-освітлювачах та фільтрування через шар зернистого матеріалу. Дослідницькі роботи [2-3] та практичний досвід очищення шахтних вод свідчать про те, що застосовувані методи очищення та очисні споруди мають цілком певну ефективність, яка досягається при оптимальних технологічних параметрах роботи споруд та їхній правильній експлуатації.

При очищенні шахтних вод на вугледобувних підприємствах за існуючою технологічною схемою, яка складається зі ставка-освітлювача великої ємності, якість води не відповідає нормативам, що пред'являються до водойм рибогосподарського призначення за вмістом завислих речовин. Технічно досягнута якість очищеної шахтної води після ставка-освітлювача за вмістом завислих речовин не перевищує 30-50 мг/л [4]. Тому було запропоновано вдосконалити її шляхом встановлення на завершальному етапі очищення попередньо

освітленої шахтної води швидких відкритих зернистих фільтрів з висхідним потоком рідини на весь приплив.

Впровадження запропонованої вдосконаленої технологічної схеми очистки шахтних вод на вугледобувному підприємстві знижує вміст завислих речовин у воді після I ступеня очищення в ставках-освітлювачах до 30-50 мг/л. Після II ступеня очищення в швидких відкритих зернистих фільтрах з висхідним потоком рідини вміст тонкодисперсних завислих частинок в доочищеній воді знижується до 5 мг/л.

Вдосконалена технологічна схема очистки шахтних вод на основі їхнього доочищення в швидких зернистих фільтрах наведена на рис. 1.

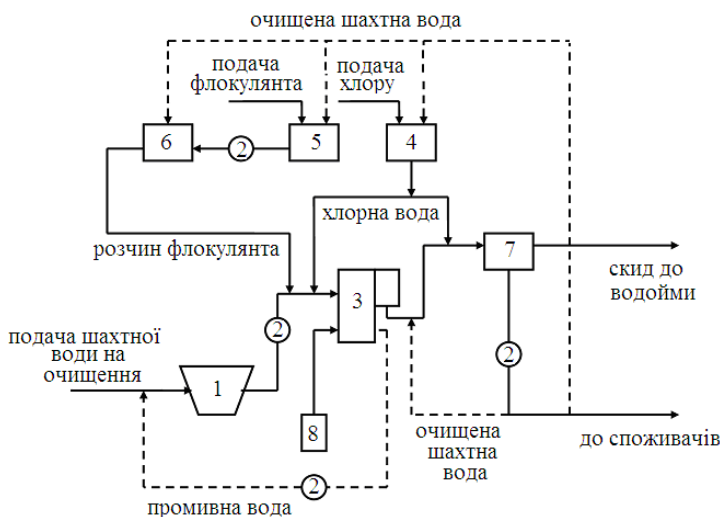


Рис. 1. Вдосконалена технологічна схема очистки шахтних вод на основі їхнього доочищення в швидких зернистих фільтрах

1 – ставок-освітлювач великої ємності; 2 – насоси; 3 – швидкий зернистий фільтр; 4 – хлораторна; 5 – розчинний бак флокулянта; 6 – витратний бак флокулянта; 7 – резервуар очищеної шахтної води

У запропонованій технологічній схемі шахтна вода по напірному або самопливному трубопроводу надходить до ставка-освітлювача 1 великої ємності, відстоюється в ньому та подається насосом 2 на швидкі відкриті зернисті фільтри 3. При цьому вміст завислих

речовин в попередньо освітленій шахтній воді перед надходженням до фільтрів складає 30-50 мг/л.

Головною особливістю запропонованої схеми є здійснення фільтрування попередньо освітленої шахтної води в напрямку спадної крупності зерен завантаження вздовж потоку (знизу вгору). Як наслідок, збільшується брудоемність фільтра, тривалість фільтроциклу, виключається можливість замулювання дрібнозернистих шарів завантаження.

З метою підвищення якості очищення води, фільтрування її може проводитися з попередньою обробкою розчином флокулянта. Для зниження об'єму осаду, що утворюється, в якості реагенту приймається поліакриламід (ПАА). Приготування концентрованого розчину флокулянта відбувається в розчинному баку 5 з механічним перемішуванням. Із розчинного бака 5 концентрований розчин флокулянта перекачується насосом 2 у витратний бак 6, розбавляється в ньому до робочої концентрації та дозується за допомогою поплавкового дозатора в шахтну воду, що доочищується, перед надходженням її на фільтри. Промивання фільтрів здійснюється очищеною шахтною водою з резервуара 7 за допомогою спеціального насоса та повітрям від повітродувки. Забруднена промивна вода насосом 2 надходить на очищення до ставка-освітлювача сумісно з вихідною шахтною водою.

Доочищена шахтна вода змішується з хлорною водою, що виготовляється в хлораторі 4, і направляється до резервуара очищеної води 7 для знезараження.

Очищена вода з резервуара використовується на виробничі потреби шахти та власні потреби очисних споруд. Надлишковий об'єм води скидається до прилеглих водойм.

До переваг вдосконаленої технологічної схеми очистки шахтних вод на основі їхнього доочищення в швидких зернистих фільтрах слід віднести:

- може застосовуватися в широкому діапазоні припливів шахтних вод;
- забезпечує високу якість очищеної шахтної води незалежно від початкової концентрації завислих речовин, що дозволяє широко використовувати її на виробничі потреби підприємств;
- для досягнення високої якості очищення достатньо застосування одного реагенту (зазвичай флокулянта), що спрощує реагентне господарство;

– зневоднення та складування осаду суміщається в одній споруді з освітленням вихідної шахтної води і не вимагає великих експлуатаційних витрат;

– очисні споруди прості в будівництві та експлуатації, характеризуються найнижчими питомими капітальними експлуатаційними витратами.

Вдосконалення технологічної схеми очистки шахтних вод на діючих вугледобувних підприємствах шляхом встановлення на завершальному етапі очищення швидких відкритих зернистих фільтрів з висхідним потоком рідини на весь приплив, дозволяє вилучати з забрудненої води не тільки грубодисперсні завислі речовини, але й дрібнодисперсні вугільні та породні частинки, вміст яких може досягати 50-70% від загальної маси дисперсної фази.

Впровадження вдосконаленої технологічної схеми очистки шахтних вод дозволяє, по-перше, використовувати її на виробничі потреби шахти та власні потреби очисних споруд, а, по-друге, надлишок очищеної води може скидатися до прилеглих поверхневих водойм, не перевищуючи відповідних нормативів їхньої якості. При цьому, дотримання «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» за рахунок впровадження запропонованої технологічної схеми очистки шахтних вод дозволяє проявитися здатності самоочищення водойм і водотоків у повній мірі, що обумовлює збереження чистоти водних об'єктів і санітарне оздоровлення прилеглих територій.

Література:

1. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами: Постанова КМУ від 25.03.1999 р. №465. Офіційний вісник України. 1999. №13.
2. Харионовский А.А. Комплексная очистка шахтных и карьерных вод от техногенных загрязнений. Шахты: Изд-во ЮРО АГН, 2000. 238 с.
3. Виговська Д.Д., Виговський Д.Д., Пікульова Т.П. Технологічні особливості очищення шахтних вод. Вісті Донецького гірничого університету. № 1 (30)-2 (31). 2012. С. 78–83.
4. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности. М.: Недра, 1981. 269 с.

DOI

**METHODS OF ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF
AREAS WITH A TERRITORY
NETWORK OF ROADS**

Sheludchenko L. S.

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport Technologies
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamyanets-Podilsky, Khmelnytskyi region, Ukraine*

Polishchuk D. V.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Automobile Transport and
Transport Technology
Filial of Classic Private University
Kremenchuk, Poltava region, Ukraine*

Nosko V. L.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Machine Usage and
Technologies in Agriculture
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental
Sciences of Ukraine «Berezhany Agrotechnical Institute»
Berezhany, Ternopil region, Ukraine*

According to the results of complex theoretical and experimental researches, new scientific provisions, conclusions, and recommendations are proposed and substantiated in the scientific work. They will help to improve the level of ecological safety of natural-technogenic geoecosystem with a high density of the road network with heavy traffic flows by controlling the migration and deposition of gas-and-dust aerosols.

In general, we analyze the previous research and current trends in Ukraine and the world. It relates to the issue of environmental hazards in the area of influence of the road network. There have been established the main factors with the negative impact of roads on the ecological balance of natural-technogenic geoecosystem. They consist of alienated territories, dismemberment of natural landscapes, destabilization of natural-territorial

complexes, pollution of roadside landscapes, which together lead to their irreversible transformation [1, 2, 3].

On this basis, it has been determined that the migration of pollutants produced by motor traffic flows beyond the motorway lane. That is an important problem that has not been sufficiently resolved. It is proved that the dynamics of such uncontrolled migration is determined by the category of highway, which determines the intensity of vehicles, their transport and operating indicators, etc. In turn, the spread of pollutants depends on the characteristic features of natural landscapes and the presence of artificial objects for the protection of roadside areas. It has been determined that ecological rationalization of the landscape organization of the natural-technogenic geo-ecosystem is a priority decision regarding the possibility of managing the ecological safety of the territory with the developed road network.

It is established that the variability of the traffic conditions of the vehicles is functionally linked to the road network and landscape-territorial conditions of a specific natural-technogenic geo-ecosystem.

Subsequently they consist of changing the mode of movement of vehicles, the operation of internal combustion engines, fuel costs, and, as a consequence, to site-specific, functional characteristics of emissions of harmful substances, conditions of their subsequent migration and deposition [4].

On the basis of theoretical and experimental studies it is proved that the main factors of influence include structural features, technical level and operational condition of the highway. In addition, the transport capacity of the road, which is determined by the way the traffic is organized, provides both sufficient safety for each of its participants, and in turn, determines the level of technogenic and environmental safety of the motor transport complex as a whole.

Based on the findings, it is confirmed that the level of environmental safety of the area with a dense network of roads is complex. It requires the search for new and effective methods of constructing all vehicles without exception.

There was performed the substantiation of the theoretical and methodological base of the increase of ecological safety levels of natural-technogenic geo-ecosystems with high density of the road network and intensive flows of vehicles. They are based on the formed concept of scientific-applied problem and the basic working hypothesis. Thus, the functional characteristics of traffic flows were established according to the criteria of their continuity. Also, there has been made an analytical determination

of the balance of volumes, structure and composition of pollutant emissions that are carried out under their influence.

Emissions of mineral dust and dust aerosols are determined in an analytical way. They depend on the processes of disintegration of mineral substances during the operation of roads and emissions as a result of abrasive wear of their construction. This component of the ecological safety of the transport infrastructure determines the structural features, technical level and operational condition of the highway.

Structure, gas emissions and soot are determined on the basis of a fraction of vehicles equipped with an internal combustion engine and a diesel engine. As a result of summarizing the material balance of the entire set of pollutant emissions, motorway categories have been established which exert a particularly dangerous influence on environmental objects by the volume of pollution of natural-techno-geo-ecosystems.

According to the results of studies of the dynamics of mass transfer and deposition of pollutants within the reserve technological roads, it is established that the surface roughness of the natural landscape and artificially created objects of the profile of the reserve technological road lane plays an important role. Furthermore, a special microclimate is created due to the anthropogenic changes in the landscape and the specific thermodynamic conditions of the atmosphere, which are caused by the influence of traffic flows. A stratification of the atmosphere is observed in the area of the highway. It should be used to control the airflows containing contaminants of transport emissions and their maximum deposition in the transverse profile of the highway. Structural support for the stratification of atmospheric layers adjacent to the roadway lane is realized through the use of gas-dust protective strips in the form of two-sided «geochemical» barriers. They should be fractal-consistent with natural landscapes with respect to their scientifically structural features and planting patterns of wood and shrubs. Also in the dissertation research there has been proposed the landscape-ecological optimization of the design of reserve-technological lanes of highways on sections with special traffic conditions (intersections, streamlines, etc.) [5].

In order to ensure the ecologically safe functioning of the motor transport complex, an indicator of the transport capacity of the territorial communication structure was used. In terms of system analysis it is considered to be one of the defining features of this structure. It is an integral part of the transport and communication transit «corridors» of energy and substance metabolism in the system and forms an appropriate demographic and economic framework. Thus, ecological and technological optimization

of the support frame of the road network of the natural-technogenic geoecosystem was carried out. It ensures ecological balance (ecological security) of the natural-territorial complex. As an example of this optimization of the support frame of the road network, the paper presents graph-analytical optimization of the motor transport infrastructure of the Podolsk region within the Khmelnytsky district.

In general, it has been established that the landscape organization of the NATESA (natural-technogenic safety of hydro-ecosystems) with the developed road network should be considered as a mosaic complex. It consists of separate landscape-territorial basins with the unity of common landscape features. Each of them should be topologically characterized by the principal axes and their geometric center. And they should be limited by some dominants of the basin fragment of the NATESA. Thus, the increase of the capacity of the NATESA motor vehicle should be done by creating artificial landscape objects. In turn, they will enhance the geomorphological features of the highway landscape and territorial basin [6].

On the basis of theoretical and experimental researches there have been developed the procedure and algorithm of project management of NATESA with the developed motor transport network for application in automated design systems. There also have been substantiated the corresponding recommendations for the project organizations and institutions.

References:

1. Екологічна безпека та економіка : монографія / М.І. Сокур, В.М. Шмандій, Є.К. Бабець, В.С. Білецький, І.Є. Мельнікова, О.В. Харламова, Л.С. Шелудченко. – Кременчук, ПП Щербатих О.В., 2020. – 240 с.
2. Внукова Н.В. Оцінювання інтегрального техногенного навантаження при функціонуванні автотранспортних систем. *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: збірник матеріалів 5-го Міжнародного конгресу*. – Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2018. – С. 40.
3. Харламова О.В., Шмандій В.М., Поліщук Д.В., Котенко О.Л., Гученко М.І. Моніторинг станів екологічної небезпеки при сумісній дії стаціонарних та пересувних джерел. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2017 № 2/2017 (24). С. 27–31.
4. Sheludchenko L., Ivanyshyn V., Hutsol T., Rud A., Skorobogatov D. Mass transfer management and deposition of contaminants within car road zones. *Environment. Technology. Resources*. Proceedings of the 12th

International Scientific and Practical Conference / Volume 1. Rezekne Academy of Technologies, (2019). P. 70–74.

5. Sheludchenko L. Dynamics modeling of traffic-related exhaust aerosol. *Scientific journal «Environmental problems»* Vol. 2, №4. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2017. P. 191-194.

6. Providing environmental safety in the conditions of the dense road network: Modern engineering research: topical problems, challenges and modernity: Collective monograph / Sheludchenko L., Semenyshena R. – Riga : Izdevnieciba «Bultija Publishing», 2020. P. 498–516.

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI

ВИКОРИСТАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД, УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЙ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ АРМАТУРИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Бондар Л. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»*

Бондар В. О.

*доктор технічних наук,
професор кафедри будівництва та цивільної інженерії
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»*

Попович Н. М.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»
м. Полтава, Україна*

На даний час створились умови, коли проблему захисту залізобетонних конструкцій будівель і споруд традиційним методом вже на вирішити. Це робить актуальність використання нетрадиційних для вітчизняної практики – електрохімічних методів її захисту. На перших етапах доцільно використовувати найбільш прості рішення, які максимально пов'язані з умовами їх використання та конструкціями, що підлягають захисту. В рамках державної науково-технічної програми Держкомітету України з питань науки і технологій 05.52.01 «Протикорозійний захист металофонду України» науковцями НУ «Полтавсь-

кої політехніки» (м. Полтава) проведені авторські дослідження по розробці та впровадженню експериментальних систем електрохімічного захисту від корозії металевої арматури надземних залізобетонних конструкцій адаптованих до деяких конкретних умов використання.

Одним із варіантів електрохімічного (катодного) захисту від корозії арматури залізобетонних колон був апробований в будівлі прядильного цеху Черкаського ВО «Хімволокно». Корозійному впливу підлягала арматура низів колон по причині частих проливів на підлогу агресивних розчинів з прядильних машин.

Для збору та видалення проливів в підлозі маються каналізаційні лотки, які розташовані на невеликій відстані, паралельно поперечним рядам колон, що підлягають захисту. Дані лотки були використані для розміщення лінійних анодів катодного захисту. Аноди, з окремих металевих стрижнів вкладались по дну лотків та накривались токопровідним розчином. Від'ємний полюс джерела живлення приєднувався до арматурного каркасу колон ряду, а позитивний полюс – до анодів в лотках. В анодну гілку включено регулювальний блок із шести (по кількості рядів колон) резисторів.

В якості джерела живлення використано звичайний регульований випрямлювач із вихідною напругою постійного струму 12В. Уже через добу при вмиканні катодного захисту при загальній напрузі на випрямлячі 9В і струму 0,07А, потенціал на арматурі зменшився у середньому на 13 %.

В даному проекті була спроба використати умови експлуатації та конструктивні рішення окремих елементів (підлоги). Для катодного захисту арматури в перекриттях будівель із збірних залізобетонних плит пропонується система, в якій дротяні аноди розташовуються в поздовжніх швах між збірними плитами [1]. Спочатку, у вивільнені від заповнюючих матеріалів шви вкладається гнучка електроізоляційна стрічка, яка має посередині поздовжню перфоровану поверхню у вигляді наскрізних отворів. При вкладанні стрічки надають U – подібну форму в перерізі, створивши корито, що має перфороване днище. У створене корито встановлюють дротяний анод у виді пасма із мідних дротів втопленого у електропровідну засипку з послідовним заповненням шва дрібнозернистим бетоном чи цементним розчином.

Таке влаштування не вимагає створення спеціальних каналів, пропилів, жолобів; аноди можуть бути встановлені по довжині будівлі й фіксуватись самою конструкцією швів між поздовжніми ребрами плит. Стрічки ізолюють аноди від контакту з боковою поверхнею швів, забезпечуючи замикання електричного ланцюга через робочу

поздовжню арматуру, яка підлягає захисту. Перфорована поверхня стрічки, яка знаходиться під анодом, сприяє отриманню розсіяного захисного електричного поля при захисті робочої арматури. Крім того, укладання анодів у шви захищає їх від зовнішнього середовища.

Актуальним є електрохімічний (катодний) захист арматури залізо-бетонних настилів мостів, конструкції яких підлягають дії хлоридів. Дорожнє покриття зволожується нерівномірно. Розподіл вологи, яка часто насичена хлоридами, на окремих ділянках змінюється за часом. Це вимагає необхідності використання анодів, які б забезпечували можливість катодної поляризації арматури налюбій ділянці настилу. Виконання такої умови можливо у випадку використання аноду, рівномірно розміщеного по поверхні настилу в дорожньому покритті.

Настил моста являє собою складну конструкцію, яка складається з окремих шарів: гідроізоляційного, підстиляючого, поверхневого покриття. Очевидно, що аноди доцільно розташувати між периферійними шарами. Як відомо, у вітчизняних конструкціях настилів мостів гідроізоляційний шар підсилюється укладанням металевих сіток. Таким чином, в покриттях настилів з підсилюючими сітками в принципі анод є.

Як показує практика, поздовжня струмопровідність по арматурі настилів забезпечується при будівництві мостів. Достатньо у даному випадку приєднати джерело постійного струму від'ємним полюсом до арматури, а позитивним – до сітки. Безумовно, можливість практичного використання даної сітки в якості розподіленого аноду потребує деякої перевірки.

Даний підхід був реалізований в проектних пропозиціях систем катодного захисту арматури настилу мостів при реконструкції шляхопроводу на автомобільному шляху Полтава – Олександрія, та при реконструкції монолітної плити шляхопроводу на ділянці дороги Полтава – Ромодан.

В процесі аналізу конструктивних елементів із залізобетону, умов їх експлуатації з'являється можливість використання найбільш простого електрохімічного захисту арматури – протекторного.

Для захисту від локальної корозії каркасів залізобетонних виробів пропонується влаштування, основним елементом якого є гальванічний анод – металева пластинка, що з'єднується з арматурою залізобетонного виробу електропровідником [2]. Метал пластинки має більш високий електрохімічний потенціал, наприклад цинк, ніж метал арматури.

Сам елемент може бути захищений покриттям від впливу зовнішнього середовища, а для зменшення перехідного опору між ним і бетономною поверхнею розташований активатор.

Запропоноване влаштування відрізняється простотою виконання, можливістю відтворення в процесі експлуатації.

Універсальністю відрізняється гальванічний анод, який є одночасно підсилюючим елементом для розтягнутої зони залізобетонних балок [3]. Підсилюючий елемент виконується у вигляді металевої стрічки, метал якої має власний електрохімічний потенціал вищий за власний електрохімічний потенціал металу арматури. Дана металева стрічка укладається на струмопровідний розчин та з'єднується з арматурним каркасом балки.

Виходячи з того, що ефект катодного захисту залежить від розподілу захисного потенціалу, розроблена методика розрахунку електрополя в бетоні як в поперечному, так і в поздовжньому перерізах конструкції із залізобетону [4].

Подальше вдосконалення систем катодного захисту арматури надземних залізобетонних конструкцій повинно будуватися на накопиченні практики його використання.

Література:

1. Патент 133697 Україна на корисну модель, МПК 2019.01, C23F 13/00, E04C 5/00. Спосіб електрохімічного захисту від корозії арматури залізобетонних ребристих плит, 2019.
2. А.с. СССР №694608, кл. МКИ E04C, 5/00. Устройство для защиты от коррозии арматуры железобетонных изделий. БИ №40, 1979.
3. Патент № 98481 України, МПК:E04B 1/00, E04C 5/00. Підсилення залізобетонних балок / 2015 р.
4. Бондарь В.А. Расчет защитного потенциала на арматуре линейных железобетонных конструкций // Известия вузов, Строительство, 1992. № 7-8.

DOI

СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ТОРГОВОГО ПРОСТОРУ АВТОЗАПРАВНИХ КОМПЛЕКСІВ

Зигун А. Ю.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедра будівництва та цивільної інженерії
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»*

Авраменко Ю. О.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедра будівництва та цивільної інженерії
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»
м. Полтава, Україна*

Під час бурхливого зростання будівництва стаціонарних автозаправних комплексів, магазин супутніх товарів при автозаправній станції стає важливою конкурентною перевагою, яка дозволяє не тільки залучити додаткових покупців на АЗК, а й отримати прибуток від самого сервісу. Частка товарообігу в пристанційному магазині супутніх товарів може становити до 20% від загального обороту комплексу. Не останню роль в досягненні такого результату відіграє точна організація торгового простору.

Однією з важливих складових концепції магазину при АЗК є технологічне планування, тобто сукупність всіх приміщень торгового підприємства в певному взаємозв'язку, що забезпечує найбільш раціональну організацію оперативних процесів.

Технологічне планування – першочергова умова створення або реконструкції магазину на території автозаправного комплексу, що дозволяє максимально ефективно використовувати наявні торгові площі. Завдання полягає в тому, щоб змусити працювати кожен квадратний метр площі з найбільшою віддачею[1].

Щоб вірно спроектувати простір торгового залу на АЗК, потрібно перш за все визначити його форму і загальну площу. Прямокутний простір – найбільш зрозумілий, простий і зручний в плані ефективно-

сті розміщення конструкцій. Торгівельна площа округлої або овальної форми ускладнює підбір і розміщення вітрин, полиць, стелажів.

«Вірне» планування торгового залу магазину на АЗК повинно забезпечувати:

- проходження покупців по всій площі торгового залу;
- зручність орієнтації і пересування покупців в торговому залі;
- ефективне зонування – розподіл місць для різних товарних категорій з тим, щоб досягти їх максимальної економічної ефективності;
- ефективне розташування торгового обладнання;
- емоційний комфорт для покупців, що сприяє підвищенню числа покупок.

Необхідно визначити основні зони торгового залу, розподілити товарні категорії або бренди в торговому залі і скласти план розташування торгового обладнання. Від розмірів торгового залу і зручності планування багато в чому залежать пропускна спроможність магазину і обсяг його товарообігу[2].

У торговому залі можна виділити три основні зони:

- вхідна зона;
- касова зона;
- зона основного потоку покупців.

За типом планування торгові зали поділяють: решітка, петля, лабіринт.

Ці три види планування є базовими при проектуванні, проте на практиці використовують поєднання двох або трьох видів планування[3].

Вид планування залежить від площі магазину, цінового рівня (формату) і асортименту. Головне при цьому забезпечити:

- зручність орієнтації і пересування покупців в торговому залі;
- прохідність купівельного потоку у всіх зонах магазину;
- прозорість торгового залу (в невеликих магазинах – повну, в великих – зональну).

Планування вважається вдалим, якщо досягнуто рівновагу між комфортом для покупців і ефективним використанням торгового простору. Для більшості магазинів ефективність використання площ можна визначити за допомогою узагальненого коефіцієнта установчої площі (відношення площі обладнання до загальної площі торгового залу, що складає від 0,25 до 0,35) [4].

Коефіцієнт установчої площі наближається до нижньої межі для магазинів типу петля – з дорогими товарами і невеликою торговою площею.

Коефіцієнт установчої площі наближається до своїх максимальних значень для магазинів економ-класу невеликої площі, де безліч дешевих товарів повинні мати високу оборотність для досягнення фінансової ефективності.

В цілому завантаженість торгових залів обладнанням залежить від рівня доходу цільових покупців: чим вище рівень доходу, тим більше вільного простору і менше обладнання в залі; чим нижче рівень доходу, тим більше торгового обладнання та товару представлено в залі.

Література:

1. Тютюнник Я. С. Аналіз розміщення АЗС на автомобільних дорогах І категорії // Вісник Національного транспортного університету. К. : НТУ, 2013. Вип. 28. С. 472–476.
2. Шалай В.В. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС : учебное пособие / В.В. Шалай. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 296 с.
3. Волгушев А.Н. Автозаправочные станции. Оборудование. Эксплуатация / А.Н. Волгушев, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков. – СПб.: ДНК, 2001. – 176 с.
4. Коршак А.А. Нефтебазы и АЗС : учебное пособие / А.А. Коршак, Г.Е. Корабейников, Е.М. Муфтахов. – Уфа: Дизайн полиграф сервис, 2006. – 416 с.

DOI

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Іванова Л. С.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри рисної геометрії та інженерної графіки

Київський національний університет будівництва і архітектури

м. Київ, Україна

Життєвий цикл будь-якого архітектурно-будівельного об'єкту або споруди включає ряд етапів і регламентується законодавством, технологічними особливостями цього процесу та інформаційним наповненням.

Визначення стадій (етапів) моделювання об'єкту будівництва і коректна постановка завдань, що розв'язуються на кожному етапі життєвого циклу об'єкту – основна частина документального забезпечення та прискорення повноцінного впровадження систем інформаційного моделювання (СІМ) у будівництві.

Таким чином основні задачі впровадження інформаційного моделювання наступні:

- визначення стадій життєвого циклу об'єкту будівництва;
- визначення принципів інформаційного моделювання об'єкту будівництва;
- розробка регламентів процесу інформаційного моделювання.

Життєвий цикл будівлі або споруди – період, протягом якого здійснюються інженерні вишукування, проектування, будівництво, консервація незавершеного будівництва, експлуатація, ремонт, реконструкція, капітальний ремонт, ліквідація будівлі або споруди. Проте для об'єкту будівництва робота з будівлею може тривати і після її ліквідації, наприклад віртуально, якщо це пам'ятник архітектури або наукові дослідження, пов'язані з територією або об'єктом у будь-якій галузі.

Тому видається більш правильним використовувати для будівель, особливо в системах інформаційного моделювання (СІМ), більш універсальне визначення життєвого циклу об'єкту або комплексу об'єктів: сукупність стадій, що охоплюють різні стани об'єкту: з моменту виникнення необхідності в такому об'єкті і до завершення роботи з ним. Після завершення життєвого циклу доцільним є архівне зберігання інформаційної моделі.

За впровадження технології системи інформаційного моделювання (СІМ) детальне визначення та формалізація етапів життєвого циклу об'єкту набуває особливої важливості.

Сфера будівництва раніше обмежувала себе застосуванням систем автоматизованого проектування (САПР) без географічної прив'язки інфраструктурних об'єктів. Зокрема сучасна система BIM (Building Information Modeling) також дає можливість охоплювати проектування, будівництво, експлуатацію, ремонт будівлі або іншої споруди без прив'язки до географічної моделі, географічного простору оточуючого середовища.

Модель BIM передбачає використання інформаційного ресурсу [2], що містить інформацію про об'єкти капітального будівництва та пов'язану з ними інформацію відповідно до її класифікації, що дозволяє однозначно ідентифікувати дані в єдиному інформаційному сере-

довищі [3] управління життєвим циклом об'єктів капітального будівництва.

Однак ситуація змінюється з тих пір, як ГІС почала створювати моделі даних, що підтримують як геометричні, так і ієрархічні потреби, які можуть враховувати внутрішню і зовнішню інфраструктуру. Геоінформаційні системи, або коротко ГІС, забезпечує збір, зберігання, обробку, аналіз і відображення геопросторових та інформаційних даних, а також отримання на їх основі знань про оточуюче середовище для створення об'єктів архітектури. Геопросторові дані – це дані, які ідентифікують географічне місце розташування і властивості природних або штучно створених об'єктів, а також їх межі на Землі.

Комплексна система інформаційного моделювання (СІМ) має базуватися на якісно новому і технологічно підпорядкованому рівні організації взаємодії учасників інвестиційно-будівельної діяльності, що передбачає перехід від управління документами до управління даними, оптимізацію кількості та термінів проходження адміністративних процедур в рамках підготовки землевпорядної, містобудівної, проектної документації; будівництва, введення об'єкта в експлуатацію, державного кадастрового обліку та державної реєстрації об'єктів нерухомості; створення єдиної державної галузевої цифрової платформи управління життєвим циклом об'єктів капітального будівництва, що забезпечує накопичення і обмін даними, їх достовірність і актуальність на всіх стадіях життєвого циклу.

Наприклад, до початку будівельних робіт ГІС може виконувати важливу роль у виборі ділянки під забудову і інтеграції даних протягом усього процесу, можливість вибору найкращих рішень, які забезпечують максимальний життєвий цикл інфраструктури за умови найменших витрат. ГІС розробляються з метою вирішення наукових і прикладних задач з моніторингу екологічних ситуацій, раціонального використання природних ресурсів, а також для інфраструктурного проектування, міського та регіонального планування, для прийняття оперативних заходів в умовах надзвичайних ситуацій та інше.

СІМ за умови ефективної інтеграції BIM і ГІС може забезпечити оптимальне і якісне моделювання всього життєвого циклу об'єкта з урахуванням розвитку, модернізації і впровадження нових технологій в майбутньому.

Системне об'єднання можливостей BIM-технологій і моделей ГІС [4] надають можливість на принципово новому рівні проектувати, будувати і експлуатувати сучасні будівлі і споруди, здійснювати моніторинг їх безпеки. Питання безпеки пов'язані з життєвими циклами

будівлі, споруди і території його розташування, з зношенням інженерних, транспортних мереж та споруд і систем комунікації будівель, з необхідністю актуалізувати комунікації щодо сучасних ресурсозберігаючих технологій. Система інформаційного моделювання повинна забезпечувати контроль основних дестабілізуючих факторів в процесі будівництва і експлуатації та своєчасний ремонт і модернізацію.

BIM (Building Information Modeling) і ГІС (Геоінформаційна система) є двома найважливішими цифровими технологіями, інтеграція яких може забезпечити революційний прорив у сфері цифрового забезпечення життєвого циклу об'єктів будівництва, міського планування, інфраструктури довкілля [4]. І нарешті забезпечити найважливіше – довгострокове перспективне управління життєвим середовищем, включаючи зайнятість громадян, аналіз стабільності, готовність до катастроф, можливості експлуатаційних і управлінських напрямів застосування, наукових досліджень у різних галузях існування людства, професійна підготовка фахівців [1], тощо.

Література:

1. Іванова Л.С. Завдання нарисної геометрії та інженерно-графічної підготовки фахівців в концепції впровадження BIM технології в будівництві. *Прикладна геометрія та інж. графіка*. – К: КДТУБА, 2020, Вип.98. – С. 48-56
2. Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Ukrainian BIM Community. *BIM-UABTG-Concept-ZZ-012720.pdf*
3. ISO 19650-2:2018, IDT. Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 2. Етап будівництво (*проект, перша редакція*)
4. В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, Д.Е. Намиот, Ю.В. Куприяновская. Экономические выгоды применения комбинированных моделей BIM-ГИС в строительной отрасли. Обзор состояния в мире. *International Journal of Open Information Technologies* ISSN: 2307-8162 Vol. 4. No. 5. 2016.

DOI

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ У СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ У МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

Трофимович Н. В.

*член-кореспондент Академії будівництва України,
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
доцент кафедри архітектурних конструкцій
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури
м. Київ, Україна*

Актуальність проведеного автором дослідження та його аналізу підтверджується необхідністю розробки заходів запобігання аваріям та пошкодженню будинків існуючої забудови під час спорудження об'єктів нової забудови у місті Києві, а також і в інших містах і селищах України.

В місті Києві почастишали аварії існуючих будинків попередніх років внаслідок порушень забудовниками нормативних вимог України у галузі будівництва під час проектування та спорудження об'єктів у щільній міській забудові.

Відомо, що ґрунтові умови України для потреб будівництва на 70% території є складними. Це просідаючі ґрунти, зони зсувів, подріблювані території, сейсмічно небезпечні райони, карст тощо.

В зв'язку з цим, будівельні компанії та корпорації при спорудженні нових об'єктів, обирають, як правило, буронабивні палі великої довжини та діаметру. Вважається, що підшова палі потрапляє на ґрунт з достатньою несучою здатністю, а слабкі ґрунти для передавання зусиль від системи «будівля – фундамент» не будуть задіяні. Завдяки використанню паль великої довжини при проектуванні будинків підвищеної поверховості, як правило, нехтують врахуванням рівня ґрунтових вод, який в Україні досить високий. При цьому, вважається, що у гірській місцевості про рівень ґрунтових вод, взагалі можна забути, хоча наявність джерел та струмочків свідчить про зворотне. Також не береться до уваги те, що більшість існуючої забудови споруджені на фундаментах мілкового закладення (стрічкових, стовпчастих, плитних) або з використанням забивних паль (стіжок та підвісок) у попередньо підготовлених котлованах з улаштуванням дренажних

заходів для зниження впливу ґрунтових та поверхневих вод. Виходячи з викладеного, майже кожний випадок появи великої кількості води можна було проаналізувати та, при бажанні, виявити причину. Деякі техногенні аварії (Волго-Донськ, Дніпропетровськ, Харків) були вивчені, проаналізовані та розроблені заходи запобігання таким явищам. Однак, зараз вважається, що, чим більше довжина буронабивної палі, тим надійніше споруда. Хоча зсув цілого масиву у Дніпропетровську показав, що мульди зсуву ще ніхто не відміняв!. Вони виникають у таких місцях, де водяні струмочки знаходять шлях і починають вимивати дрібні пильоваті часточки ґрунту, утворюючи шар змазки і зменшення сил тертя, після чого верхній масив ґрунту, привантажений забудовою, починає зміщуватись. Наслідки для будинків та споруд, при цьому, непередбачувані!

При цьому, не дуже ретельно аналізуються конструктивні схеми будинків старої забудови. особливо, це торкається великопанельних будинків або будинків із з панелями перекриттів та покриттів з цегляними і блоковими стінами. Відсутність додаткових поясів жорсткості викликає деформування конструкцій стінами. Відсутність додаткових поясів жорсткості викликає деформування конструкцій.

Наведу приклад пошкоджень 5-ти поверхового трисекційного цегляного будинку за адресою Тбіліський пров. 3а в м. Києві. Внаслідок не врахування усіх факторів підрядною Будівельною організацією (а саме, не здійснений ретельний аналіз ґрунтових умов у зоні можливих зсувів, з вивченням змінних напрямків підземних вод шляхом улаштування додаткових скважин , не надано правильну оцінку несучій конструктивній системі п'ятиповерхового цегляного трисекційного будинку з шатровими панелями перекриттів, наявністю перепаду висоти фундаментів в середині, що було пов'язано з вбудованою котельною у 1967 році, яка була не демонтована повністю та та аркою на краю) під час проектування та будівництва 25-поверхового будинку з підземним паркінгом за адресою пров. Тбіліський 1/26 (вул. Шулявська, 32) в м. Києві (Шевченківський район), в існуючому будинку з'явилися шпарини у несучих поздовжніх 3-х стінах на усі 5 поверхів та в усіх перекриттях у 2-х місцях, а саме: всередині будинку-на відстані 21,0 м та на відстані 9,0 м від торцевої стіни, тобто будинок розколовся у двох місцях і відокремлена частина почала зповзати в напрямку нового будівництва.. Також всі шпарини об'єднані зі шпаринами у перекриттях. (Фото 1, 2.)



1



2

В зв'язку, з появою аналогічних пошкоджень в інших місцях Києва, з метою розробки узагальненого підходу до запобігання аналогічним аваріям та збереженню житлового фонду та інших видів міської існуючої забудови, сформований перелік найбільш важливих порушень.

Фактори, що призвели до розлому вказаного будинку у декількох місцях на висоту п'яти поверхів:

1. Не було здійснено попереднє обстеження вказаного будинку, що є обов'язковим при новому будівництві на невеликій відстані від існуючого об'єкту. Як правило забудовник, посиляючись на брак коштів, не замовляє спеціалізованим організаціям обстеження навколишніх будинків. Таким чином, внаслідок візуального огляду представниками забудовника було зроблено помилкові висновки. Перемички над вікнами в цегляному будинку були сприйняті як монолітний по поверховий залізобетонний пояс. Також не було проаналізовано заміну під час спорудження будинку за адресою Тбіліський пров.3 а коло порожнистих панелей перекриттів на шатрові панелі, за винятком перекриттів над підвалом. Зазначена заміна суттєво змінила характер напруженодеформованого стану будинку в цілому, що передбачав до заміни-несучі поздовжні стіни та жорсткі диски перекриттів. Як відомо, шатрові панелі спираються за контуром, а не поздовжніми боками. Помилкові висновки призвели до відсутності забезпечення при проектуванні нового об'єкту спеціальних заходів захисту та підсиленню конструкцій цегляної трисекційної п'ятиповерхівки за адресою: місто Київ Тбіліський пров. 3 а.

2. Не було здійснено перевірку стійкості ґрунтів основ та існуючих фундаментів цегляного будинку при відкопуванні котловану. Помилкові висновки представників забудовника базувались на обмеженій кількості шурфів, які були розташовані на значній відстані від існуючого будинку. Це призвело до неможливості встановлення місцезнаходження водо насичених та слабких шарів ґрунту безпосередньо під існуючим будинком і вжити необхідні заходи щодо запобігання нерівномірним осіданням основ і фундаментів.

3. Не було враховано вплив на основу та фундаменти існуючого будинку будівельного та постійного водозниження при виконанні робіт у котловані. Не точні висновки забудовника призвели до виникнення суфозійних процесів під час рясних дощів та вичавлюванню ґрунтів основи існуючого будинку в бік котловану нової забудови, а також виникненню неконтрольованих процесів осадок існуючого будинку.

4. Не було влаштовано шпунтову стінку (внаслідок недостатнього обґрунтування можливих наслідків витиснення ґрунту з-під плями існуючого будинку, економії коштів забудовником), що є обов'язковим при більшому, ніж нормованому, розрахунковому осіданні нового будівельного об'єкту, що будується на відстані менше 20 м від існуючого, а також підшва залягання існуючого об'єкту вище відмітки підлоги підвального приміщення нового. Помилкові висновки призвели до катастрофічного осідання фундаментів існуючого будинку і утворенню численних наскрізних тріщин на всю висоту будівлі.

5. До початку будівельних робіт не було здійснено перевірку дії динамічних впливів при влаштуванні віброзанурюваних пальових фундаментів 2-ма агрегатами на відстані менше 20 м від торцьової стіни існуючого будинку. Помилкові висновки будувались на вигідних економічних показниках, а саме: використання двох агрегатів разом було суттєво дешевше, ніж одного протягом більш тривалого часу.

6. Край котловану на відстані менше 5,0 м від існуючого будинку взагалі нічим не був закріплений і ґрунт вичавився з-під існуючого будинку в бік котловану. Це відбулося внаслідок помилкових висновків з боку представників забудовника щодо підвищеної несучої здатності існуючого будинку за адресою м. Київ, Тбіліський пров. 3а. Тобто вважалося, що поява мульди осідання ґрунту не призведе до осадок фундаментів та будинку в цілому. Помилкові висновки базувались на невірній оцінці конструкцій фундаменту та підвалу представниками

забудовника. В дійсності, фундаменти існуючого будинку блокові мілкого закладення, мають суттєвий перепад висоти всередині будинку, стіни підвалу цегляні, несучі у дві цеглини, а перегородки у половину цеглини, що аж ніяк не можна вважати монолітною фундаментно-підвальною частиною.

Таким чином, економія на проведенні необхідних заходів, що передбачені нормативними вимогами в галузі будівництва України при спорудженні нових об'єктів, призвела до необхідності здійснювати усі конструктивні заходи з підсилення несучих конструкцій надземної та підземної частин будинкув м.Києві на Тбіліському пров.3 а, а також доцільно улаштовувати шпунтову стінку. Безумовно, будуть додаткові витрати на конструктивний та косметичний ремонт пошкоджених приватних осель та під*їздів.

Враховуючи викладене, надамо короткий перелік необхідних заходів, які повинен передбачити забудовник при спорудженні нових об'єктів у складних інженерно-геологічних умовах.

1. Здійснення попереднього обстеження існуючої в безпосередній близькості забудови, що є обов'язковим при новому будівництві на великій відстані від існуючого об'єкту.

2.Здійснення перевірки стійкості ґрунтів основ та існуючих фундаментів старої забудови з метою визначення конструктивної системи «основа-будинок» перед початком улаштування котловану.

3.Врахування впливів на основу та фундаменти існуючої забудови будівельного та постійного водозниження при виконанні робіт у котловані. За необхідності. Передбачити заходи дренажу.

4.Влаштування шпунтової стінки між існуючим будинком і новою забудовою, що є обов'язковим при більшому, ніж нормоване, розрахункове осідання нового будівельного об'єкту, що будується на відстані менше 20 м від існуючого, а також підшова залягання існуючого об'єкту вище відмітки підлоги підвального приміщення нового.

5. Проведення додаткових динамічних досліджень, у випадку здійснення будівельних робіт із залученням агрегатів динамічної дії, до початку будівельних робіт в напрямку перевірки дії динамічних впливів на несучі конструкції існуючої забудови і здійснення зазначеного контролю весь час при роботі вказаних механізмів на відстані менше 20 м від стіни існуючого будинку.

6.Обов'язкове закріплення краю котловану, який за проектом передбачено на відстані менше 5,0м м від існуючого будинку.

Література:

1. ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи .
3. ДБН В.1.2-14:18 .Ізагальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд
4. ДБН В 1.1-46:2017. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення.

TRANSPORT

DOI

ÚSPORA ENERGIE ŽELEZNIČNÍHO VOZIDLA

Biloshytskyi E. V.

*Ph. D.,
Engineer*

Zhyzhko K. V.

*Ph. D.,
Director
Škoda Transportation Ukraine
Dnipro, Ukrajina*

Je známo, že osobní doprava je jednou z hlavních činností železniční dopravy. V tomto případě je osobní kolejová vozidla důležitou součástí tohoto typu služby, což by mělo zajistit nejen bezpečnost provozu, ale také pohodlné přepravní podmínky. V této souvislosti úspora energie je jedním z klíčových faktorů zvyšování ziskovosti železniční dopravy. Byly stanoveny dva hlavní cíle v oblasti úspory energie, jmenovitě: snížení energetické náročnosti výrobních činností a zvýšení její energetické účinnosti [1].

Osobní automobily spotřebovávají významnou část elektřiny vytvářením pohodlných podmínek pro přepravu cestujících, zejména topení má významný podíl elektřiny. Přibližně 20 – 40% z celkové spotřeby elektřiny při přepravě cestujících slouží k vytápění, ventilaci a klimatizaci [2].

V bodech formace a obratu k udržení teploty v osobním vozu vyžaduje samostatný zdroj energie, v jehož roli se používá hlavně tuhé palivo. Při použití tuhých paliv, obvykle uhlí, je účinnost kombinovaného elektro-uhlí kotelu 0,40 – 0,65 v závislosti na kvalitě tuhého paliva a vakua v komíně, což zvyšuje náklady na tepelnou energii pro vytápění asi o 50 – 60% (v závislosti na kvalitě tuhého paliva).

Účelem této práce je zjistit možnosti zlepšení energetické účinnosti osobních automobilů, to znamená snížení spotřeby energie systému podpory života. V současnosti je široce používán audit tepelného zobrazování kolejových vozidel. Autor následující práce [3] provedl audit tepelného zobrazování vagonů elektrických vlaků s přihlédnutím k řadě faktorů. Další vývoj a implementace termovizního auditu vyžaduje vypracování a zavedení energetického pasu pro každý vůz elektrického vlaku a pro elektrický vlak jako celek.

V [4] autoři popisovali procesy infiltrace vnějšího vzduchu, prosakování do auta kvůli netěsnostem ve dveřích a karoserii, což zvyšuje náklady na tepelnou energii pro udržení pohodlných podmínek v kolejových vozidlech. V závislosti na rychlosti vozidla, množství infiltrace při změně rychlosti z 0 na 120 km / h dosáhne $325 \div 514 \text{ m}^3 / \text{h}$, při vyšších rychlostech bude infiltrace ještě větší.

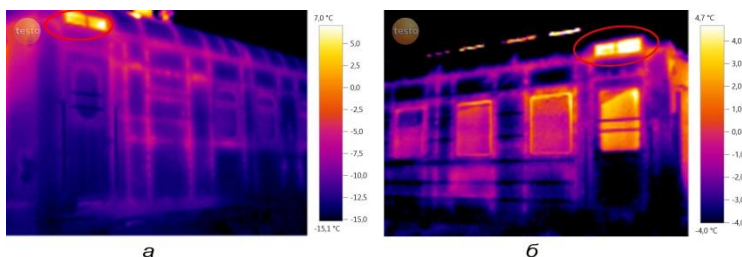
Účinek infiltrace není zkoumán v pracích během odstávky v místech vzniku a obratu cestujících vagonů, má se za to, že během parkování infiltrace chybí nebo je zanedbatelná, a proto se na ni nepřihlíží. Ve skutečnosti během provozu dochází k infiltračním procesům, které nejsou kryty a které zvyšují tepelné ztráty osobních vagonů.

Na jaře roku 2018 na základě osobních vagonů depa osobních vagonů Lvov PKVCHD – 8 autor prováděl měření termální zobrazovací teplotní pole na vnější straně karoserie osobního vagonu. Pozornost byla věnována také deflektorům k odvádění odpadního vzduchu od sání vagonu a nasávaného vzduchu ventilačního systému.

Účelem experimentálních měření bylo, stanovení míst spotřeby tepla ve vozech v důsledku působení infiltrace venkovního vzduchu při zastavení osobních vagonů, zlepšit modely tepelné bilance osobních vagonů s další úpravou konstrukčních prvků a zvýšením energetické účinnosti topných systémů.

Měření byla prováděna pomocí termokamery «Testo 875-1». № 1991253, Rozsah měření od -20 do 100 ° C; absolutní chyba měření je $\pm 2\%$ měřené hodnoty.

Experimentální měření zahrnovala měření teplotních polí vnějšku karoserie osobního vagonu, deflektory pro odvádění plného vzduchu z vůz a žaluzie venkovního vzduchu systému ventilace z obr. 1 a 2.

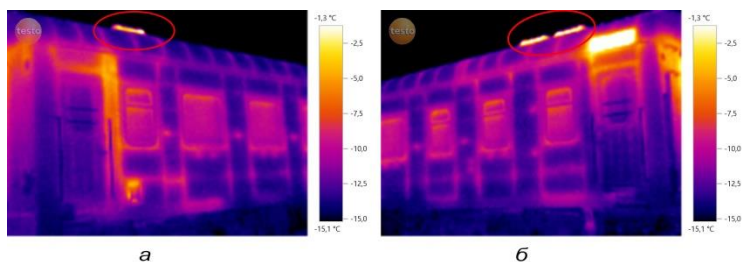


Obr. 1. Tepelné vzorce měření vagonu:

a, b – sací rolety systému ventilace venkovního vzduchu

Jak je patrné z termogramů zobrazených na obr. 1, dochází ke ztrátám tepelné energie sacími clonami ventilačního systému, zejména vzduch, který prochází vzduchovými kanály ventilačního systému, opouští vůz do okolního prostředí. Je třeba poznamenat, že situaci zhoršuje, že před vstupem do vnějšího vzduchu s pokojovou teplotou vůz prochází ohřívačem vody a zahřeje se na ještě vyšší teplotu.

Jak je patrné z termogramů zobrazených na obr. 2, přes deflektory se uvolňuje teplý vzduch, který odvádí odváděný vzduch z vůz do životního prostředí. Toto je obvykle jejich běžný provozní režim, ale jak je uvedeno v [5] v těle osobního vozu jsou přiděleny dvě zóny teplotních polí s různými teplotními režimy, které jsou odděleny ozdobným stropem. Zóny teplotních polí pod ozdobným stropem mají vyšší teplotu vzduchu.



Obr. 2. Tepelné vzorce měření vagonu:

a, b – deflektory pro odvod odpadního vzduchu

Za účelem zvýšení energetické účinnosti systémů ohřevu vody k eliminaci nebo snížení tepelných ztrát sacími clonami ventilačního systému autoři navrhuje instalovat zpětný ventil s nízkým odporem ve vzduchovém potrubí před ohřívačem ve směru pohybu vzduchu při běžícím ventilačním

systemu. Když je tedy ventilační systém vypnutý, ventil se uzavře a zabrání tepelným ztrátám skrz sací žaluzie ventilačního systému.

S pomocí termovizních měření osobních kolejových vozidel byla detekována neproduktivní spotřeba tepla nasávacími clonami ventilačního systému v důsledku infiltrace venkovního vzduchu během odstávky v místech vzniku a obratu osobních vagon. Vzhledem k tomu, že prochází vzduch s teplotou vagon ohřívacem a zahřeje se na ještě vyšší teplotu a jde do prostředí, proto se zvyšuje spotřeba tepelné energie.

References:

1. Фалендиш А. П., Володарець М. В., Артеменко О. В. Перспективи енергозбереження для електрофікованих транспортних засобів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2017. № 4. С. 215–218.
2. Vetterli N., Menti P., Sidler F., Thaler E., Zweife G. Energy efficiency of railway vehicles. *Future Buildings and Districts – Sustainability from Nano to Urban Scale: Proceedings of CISBAT 2015 International Conference*, Lausanne, 9.09-11.09. 2015. Lausanne, Switzerland, 2015. P. 955–960.
3. Sumtsov A., Falendysh A., Chygyryk N., Vasilenko O., Vyhopen I. Stock. Energy Saving for the Suburban Rolling. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. № 7. P. 361–365.
4. Ищенко В.Н., Кельрих М.Б., Брайковская Н.С., Осьмак В.Е. Теоретические основы раздельного определения показателей тепло-массообмена при теплотехнических испытаниях крытых вагонов с теплоизоляцией. *Збірник наукових праць Української Державної академії залізничного транспорту присвячений 60-ти річчю кафедри «Вагони»*. № 139. 2013. С. 35–40.
5. Білошицький Е. В. Енергоефективність систем життєзабезпечення рухомого складу залізниць. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2018. № 179. С. 13–25. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.179.2018.147709>

DOI

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ АВТОНОМНЫХ ТЯГОВЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Франтишек Буреш*ORCID ID: 0000-0003-2171-7476**член правления**АО «Украинские железные дороги»**г. Киев, Украина*

Повышение эффективности использования транспортных средств с учетом перспективных условий эксплуатации является одним из направлений развития транспортного машиностроения. Поэтому технические решения, направленные на решение данной научно-технической задачи, являются актуальными для как в целом для наземного транспорта, так и для железнодорожного транспорта в частности.

В основном, конструктора и исследователи уделяют внимание совершенствованию механической части тяговых средств железнодорожного транспорта, а именно локомотивов [1-4], при этом ограничиваясь рассмотрением только динамических или прочностных качеств этих транспортных средств. Разработка же конструкций тяговых транспортных средств для автономного и автоматизированного использования требует учета не только перспективных условий эксплуатации в виде повышения скоростей движения, но и учета smart-технологий, позволяющих полностью сделать автоматизированным процесс функционирования и ведения составов по железным дорогам.

Конструкция автономного транспортного средства выбрана по результатам предварительных исследований, проведенных автором, по определению характеристик конструкции тягового средства для использования при обеспечении перевозки железнодорожных поездов по направлению Китай – Евросоюз. При этом учитывались как механические особенности конструкции, так и тягово-энергетические параметры автономных тяговых модулей.

Конструкция представлена в виде следующих основных элементов: кузов, тележки, колесные пары, силовая система, система жизнеобеспечения, система диагностики, тормозная система и система

управления. Каждая из названных систем состоит из нескольких подсистем, которые функционально дополняют друг друга в эксплуатации.

Основными конструктивными элементами двухосной тележки являются колесные пары и рама. Двухосная тележка оснащена индивидуальным тяговым приводом на каждую ось с опорно-осевым подвешиванием двигателя. Конструкция тележки имеет буксовое и центральное рессорные подвешивания с использованием упругих элементов и гасителей колебаний. Буксовое рессорное подвешивание обеспечивает опору рамы тележки на каждую буксу через два пакета цилиндрических пружин. Для демпфирования вертикальных колебаний параллельно пружинам между буксами и рамой тележки установлено по одному гидравлическому гасителю колебаний на буксовый узел. Кузов опирается на рамы тележки через комплекты двухрядных цилиндрических пружин.

Наличие систем автономного жизнеобеспечения и резервной энергетической установки позволяет обеспечивать функционирование тягового модуля без дополнительного сервисного обслуживания в течении периода до 10 суток или 240 моточасов и более, что позволяет преодолевать расстояния более 12 000 км с учетом возможных технических остановок, связанных с технологией работы железных дорог и графиком движения поездов. Конструкционная скорость движения на 30-40 % выше, чем у обычных грузопассажирских мультисистемных локомотивов.

Таким образом, в работе предложено описание технических решений конструкции четырехосного автономного тягового модуля для осуществления магистральной и маневровой работы на железнодорожном транспорте с применением инновационных технологий по дизайну, управлению и диагностике. Данная конструкция позволяет обеспечивать транспортировку как грузовых, так и пассажирских поездов с учетом действующего графика движения и соблюдения функциональной совместимости с различными системами инфраструктуры железных дорог.

Литература:

1. Myamlin S., Luchanin M., Neduzha L. Construction Analysis of Mechanical Parts of Locomotives // TEKA. Commision of Motorization and Power Industry in Agriculture. – 2013. – Vol. 13, № 3. – P. 162–169.
2. Мямлин С. В., Лунис О., Недужая Л. А. Особенности конструкции ходовых частей тягового подвижного состава // Наука та прогрес транспорту. – 2017. – № 3 (69). – С. 130–146. DOI: 10.15802/stp2017/104824

3. Мямлин С. В., Недужая Л. А. Совершенствование конструкции ходовых частей локомотивов // Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2013. – № 5 (47). – С. 124–136. DOI: 10.15802/stp2013/17977

4. Spiryagin M., Wolfs P., Cole C., Spiryagin V., Sun Y. Q., McSweeney T. Design of Mechanical Systems of Locomotives from: Design and Simulation of Heavy Haul Locomotives and Trains. – CRC Press, 2016. – 477 p.

DOI

ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ ДЛЯ ПОСТКОНФЛІКТНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗРУЙНОВАНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Гернич М. В.

*викладач кафедри військової підготовки спеціалістів Державної
спеціальної служби транспорту
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка Всеволода Лазаряна*

Ключник С. В.

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри транспортної інфраструктури
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка Всеволода Лазаряна
м. Дніпро, Україна*

Набутий за тисячоліття досвід післявоєнної відбудови засвідчує, що неефективність заходів, спрямованих на відновлення зруйнованих бойовими діями територій та економічних зв'язків, може призвести до повторення військових конфліктів [1]. На території України в наслідок ведення бойових дій було знищено та пошкоджено значну частину транспортної інфраструктури, зокрема малих та середніх залізничних мостів. Для відновлення у стислі терміни цих об'єктів пропонується розглянути можливість використання металевих балок тривалого зберігання (мобілізаційного резерву) виготовлених за типовими проектами.

За конструкцією це – балкові, металеві із суцільною стінкою прогонові будови, виготовлені за типовими проектами у 80-90 роках минулого століття. Вони були розраховані на навантаження Н6 та не можуть без обмежень відповідати сучасним вимогам для пропуску рухомого складу. Постає питання підвищення вантажопідйомності цих прогонових будов.

Вантажопідйомність металевих балок можна підвищити за рахунок нарощування металу головних балок, або за рахунок зміни конструкції балок із звичайних металевих у сталезалізобетонні. Це можливо при включенні в спільну роботу типових металевих балок резерву із новою залізобетонною плитою проїжджої частини. Другий варіант може забезпечити ефективне використання наявних матеріальних ресурсів довготривалого запасу, але при цьому постає завдання розробки ефективних конструктивних рішень.

Сьогодні в Україні на залізниці експлуатуються 276 мостів із сталезалізобетонними прогоновими будовами із загальної кількості 2400, що складає близько 11% [15]. Це переважно балкові системи, із суцільною стінкою, їздою верхом довжиною 24-36 м. Накопичено значний досвід проектування, будівництва та експлуатації даних конструкцій.

Сталезалізобетонні прогонові будови складаються з металевої частини, яка повинна проектуватися по нормах що застосовуються для металевих конструкцій та залізобетонної плити, проектування якої не повинно суперечити проектуванню залізобетонних конструкцій. При цьому слід враховувати властивості, притаманні лише сталезалізобетонним прогоновим будовам мостів [2]. У вітчизняних нормах [3-6] доволі чітко викладено розрахунки сталезалізобетонних мостів за першою і другою групами граничних станів.

Основна перевага таких конструкцій полягає в тому, що при жорсткому об'єднанні металевої балки та залізобетонної плити виникає стиснення залізобетонної плити при вигині балок. Це призводить до зменшення стиснутої зони перетину верхніх поясів сталевих балок, підвищенню горизонтальної жорсткості прогонових будов, зниженню витрати сталі на 12-18% в порівнянні з металевими прогоновими будовами [7, с. 16]. До того ж сталезалізобетонні прогонові будови простіші за конструкцією та дешевші за металеві [2]. Мостове полотно на баласті служить довше ніж на металевій прогонів будові та дає можливість швидкісного руху потягів, також зменшує шум від потягу [17].

Витрати сталі на сталезалізобетонні прогонові будови у 1,5... 2 рази вищі за залізобетонні, але витрати бетону на одиницю довжини тут майже не залежать від величини прогону. У той же час як у залізобетонних прогонових будовах витрати бетону збільшуються зі збіль-

шенням прогону. Відповідно конкурентоздатність сталезалізобетонних прогонових будов у порівнянні із залізобетонними зі збільшенням прогону також збільшується [8].

Ще однією перевагою сталезалізобетонних мостів є економія часу, витраченого на будівництво, тому побудова сталезалізобетонних мостів є одним з найпривабливіших рішень при необхідності швидкого відновлення руху потягів. Ще більшу економію часу можна отримати шляхом заводського виготовлення залізобетонної плити проїжджої частини.

До недоліків мостів із сталезалізобетонних прогонових будов, в наших умовах, можна віднести сезонне виконання робіт по бетонуванню плити. Також до недоліків цих прогонових будов можна віднести улаштування залізобетонної плити після того як головні балки вже встановлені в прогін, тоді як металеві прогонові будови можуть бути зібрані на підходах та встановленні в прогін вже з огороженням та водовідводом [2].

В Україні є позитивний досвід використання металевих балок тривалого зберігання (мобілізаційного резерву) для відновлення автодорожніх мостів у стислі терміни після руйнівних повеней 1998 та 2000 років у Закарпатській області [9]. Цікавим є те, що використовуючи металеві балки мобілізаційного резерву були створені сталезалізобетонні прогонові будови. За рахунок використання їх на зруйнованих об'єктах отримана економія 1,197 млн. грн. [9]. Враховуючи це доцільно буде розглянути питання використання балок тривалого зберігання для відновлення руху залізничного транспорту.

В сталезалізобетонних прогонових будовах мостів важливим є надійне поєднання сталевих балки та залізобетонної плити для якісної сумісної роботи. Розглянувши розроблені конструкції анкерів [10–14] можна зробити висновок, що найбільш технологічним та надійним є використання гнучких анкерів, приварених напівавтоматичним методом.

Таким чином, спосіб об'єднання металевих балок тривалого зберігання (металевих балок мобілізаційного резерву) із залізобетонною плитою для спільної роботи, тим самим перетворивши їх на сталезалізобетонні прогонові будови, може підвищити їх вантажопідйомність, а використання цих прогонових будов для відновлення зруйнованої транспортної інфраструктури забезпечить високі темпи будівництва та економічний ефект.

Література:

1. Полчанов А. Ю. Стан наукових досліджень з питань постконфліктного відновлення, Інвестиції: практика та досвід №6, Миколаїв 2017. С. 46–51.

2. Корнеев М.М. Сталежелезобетонные мости, С. 335–343.
3. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житловокомунального господарства, 2006. 217 с.
4. ДБН В.2.3-22:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – К. : Мінрегіонбуд. України, 2009. 73 с.
5. ДБН В.2.3-26:2010. Споруди транспорту. Мости і труби. Сталеві конструкції. Правила проектування. К. : Мінрегіонбуд. України, 2011. 195 с.
6. ДБН В.1.2-15:2015. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження та впливи. К.: Мінрегіонбуд. України, 2015. 83 с.
7. Мосты и тоннели на железных дорогах : учеб. для вузов / В.О. Осипов [и др.] ; под ред. В.О. Осипова. М. : Транспорт, 1988. 367 с
8. Коваль П. М., Балабух Я. А. Робота сталезалізобетонних балок мостів та їх розрахунок. Проблеми розвитку міського середовища. Вип. 8. 2012.
9. Балабух Я. А. Міцність, деформації та експлуатаційні якості сталезалізобетонних мостів Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Львів. 2010 С. 4–10.
10. Pechar, J. Composite Steel Concrete Bridges. *Steel Structures in Combination with Concrete : 12th International Conference on Steel Structures*. Brno : CSVTS, 1979. P. 745–756.
11. Bridges in composite constructions / [British Constructional Steelwork Association]. – London : British Constructional Steelwork Association, 1967. – 40 p.
12. Johnson, R. Popular Structures of Composite Concrete Bridges [Текст] / R. Johnson, L. McRuddi // *World Composite Structures : 18th International Conference on Steel Structures*. Paris : CSVTS, 2009. P. 116–129.
13. Recent developments in composite structures. Kuhlmann, Ulrike. Stuttgart, Germany:s.n., 2007. Connections between Steel and Concrete. Pp. 27–42.
14. Стрелецкий, Н. Н. Исследование работы и расчет на прочность мостовых объединенных балок. *ВНИИ трансп. стрва*. 1960. Вып. 37. С. 26–38.
15. Новини. Прес-центр. Офіційний веб-сайт Укрзалізниці. https://www.uz.gov.ua/press_center/latest_news/
16. К.І.Солдатов, М. К. Журбенко, С. В. Ключник, А. В. Гармаш (ДНТ) «Порівняльний розрахунок класу залізничної залізобетонної прогонової будови моста». *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. Збірник наукових праць Дніпропетровського національного

університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Випуск 3. Дніпропетровськ 2012. С. 194–199.

17. О.Л. Загора, С.В. Ключник (ДІТ), М. І. Величко, Г. О. Линник, М.П. Дитиненко, Д.Л. Івашкевич, О.А. Забіяка (ДП «Укрзалізниця») «Експериментально-теоретичні дослідження прогінної будови в процесі заміни мостового полотна» *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Випуск 2. Дніпропетровськ 2012. С. 9–13.

DOI

ОЦІНКА РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА В СКЛАДНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Петров Л. М.

*кандидат технічних наук, доцент
Військова академія (м. Одеса)
м. Одеса, Україна*

Петрик Ю. М.

*старший викладач
Військова академія (м. Одеса)
м. Одеса, Україна*

Борисенко Т. М.

*магістр,
ведучий інженер-конструктор, механік
ТОВ «Телекарт-Прилад»
м. Одеса, Україна*

Дорожні умови характеризуються параметрами місцевості, в якій експлуатується автомобіль, параметрами опорної поверхні, по якій він рухається, стабільність стану опорної поверхні, інтенсивністю та організацією руху. Деякі параметри дорожніх умов (ті, якими визначається якість опорної поверхні) можуть бути використані при конструюванні автомобілів та закладені в його експлуатаційні характеристики, а також при розробці окремих агрегатів та вузлів автомобіля.

При розробці конструкції необхідно враховувати геометричні параметри профілю опорної поверхні, тобто кути підйомів або спусків та її фізико-механічні характеристики.

Розглянемо рух автомобільного колеса при його зустрічі з рухливою перепорою, рис.1.

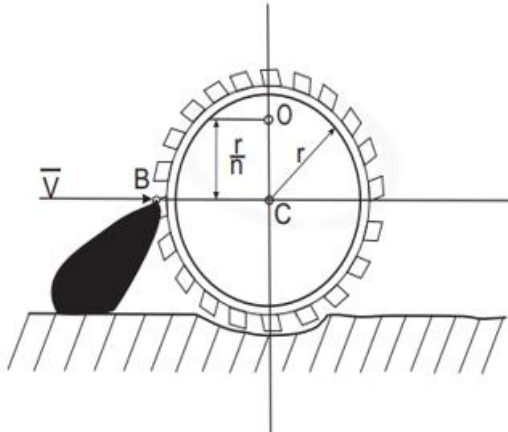


Рис. 1. Схема зустрічі автомобільного колеса з перепорою

В результаті зіткнення автомобільного колеса з ушкодженням шляху відбувається перетворення енергії кочення автомобільного колеса в енергію перекочування його через перепону.

Прийmemo припущення, що удар автомобільного колеса з перепорою відбувається непружним та опором шляху нехтуємо. Також прийmemo за гіпотезу, що при ударі автомобільного колеса при переїзді через перепону виникає миттєвий осередок обертання т. О.

Методика розрахунку.

1. Кутова швидкість обертання автомобільного колеса при його переїзді через перепону

Для знаходження кутової швидкості звернемося до теореми, яка описує виникнення кінетичного моменту під час удару автомобільного колеса у перепону [1, с.335-353]:

$$L_a - L_o = \sum M[S] \quad (1)$$

Згідно цієї теореми під час удару автомобільного колеса відносно миттєвої осі обертання змінюється кінетичний момент цілісної системи «автомобільне колесо-перепона».

На рис.2 зображена система «автомобільне колесо-перепона» яка навантажена ударним імпульсом.

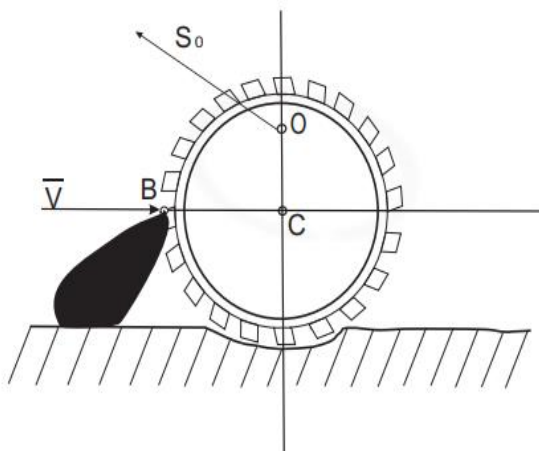


Рис. 2. Навантаження «автомобільної системи-перепони» ударним імпульсом.

Рівняння моментів під час удару автомобільного колеса з перепонною набуває вигляду:

$$L_a - L_o = \sum M [S_o] \quad (2)$$

Приймемо припущення що під час удару перепона набула швидкість V , тоді кінетичний момент відносно осі т.О розглянутої системи набуває вигляду:

$$L_o = \frac{P}{g} \cdot V \cdot \frac{r}{2} \quad (3)$$

Після зіткнення автомобільного колеса з перепонною автомобільне колесо буде обертатися з кутовою швидкістю ω а перепона буде рухатись разом з автомобільним колесом (удар не пружний).

Отже:

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 \quad (4)$$

де $L_1 = I_1 \cdot \omega$ – кінетичний момент автомобільного колеса;
 $= \quad \cdot \omega$ – кінетичний момент перепони.

Так як вісі обертання паралельні тому момент інерції автомобільного колеса визначаємо з формулою:

$$I_1 = \frac{Q}{g} \cdot \frac{r^2}{2} + \frac{Q}{g} \left(\frac{r}{2}\right)^2 \quad (5)$$

а момент інерції перепони визначаємо з формулою:

$$I_2 = \frac{P}{g} (OB)^2 \quad (6)$$

Підставивши (5) та (6) у формулу (4) отримуємо сумарний кінетичний момент інерції системи:

$$L_{\Sigma} = \frac{r^2}{4 \cdot g} (5 \cdot P + 3 \cdot Q) \cdot \omega \quad (7)$$

Після підстановки формули (3) у формулу (7) формула для визначення кутової швидкості обертання системи «автомобільного колеса-перепони» набуває вигляду:

$$\omega = \frac{2 \cdot P \cdot V}{(5 \cdot P + 3 \cdot Q)} \quad (8)$$

Схема силового навантаження колісного рушія при перекочуванні його через перепону представлена на рис. 3.

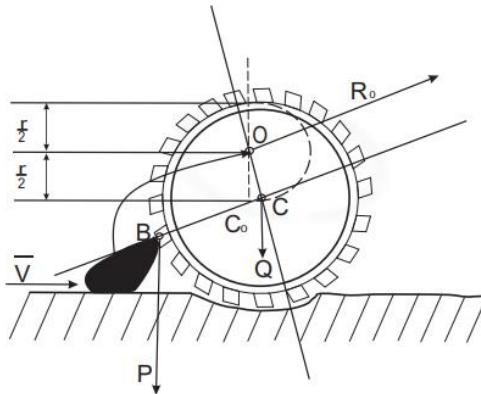


Рис. 3. Схема силового навантаження колісного рушія при перекочуванні його через перепону

На рис. 4 представлена Залежність кутової швидкості обертання системи «Автомобільного колеса – перепони» від ваги автомобільного колеса Q та сили зіткнення P автомобільного колеса з перепонею

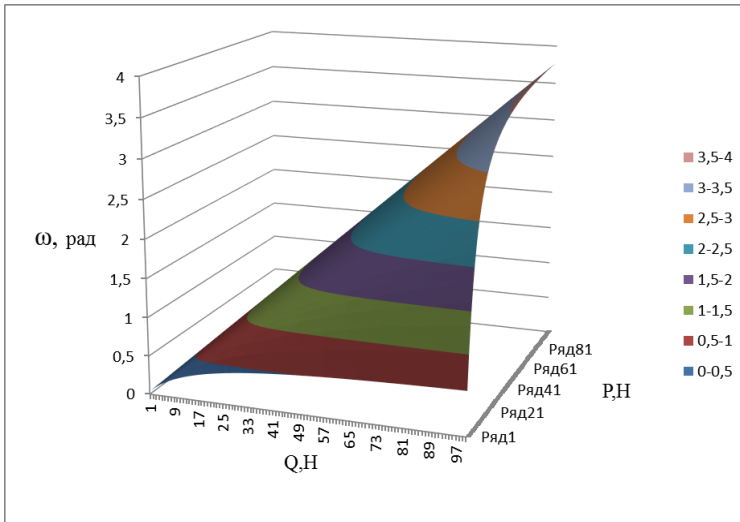


Рис. 4. Залежність кутової швидкості обертання системи «Автомобільного колеса – перепони» від ваги автомобільного колеса Q та сили зіткнення P автомобільного колеса з перепорою

Згідно рис. 4 можна зробити висновок, що швидкість перекидання автомобільного колеса через перепону в більшій степені впливає сила удару ніж вага автомобільного колеса.

Література:

1. Т.Б. Айзенберг, И.М. Воронков, В.М.Осецкий Руководство к решению задач по теоретической механике. Изд-во «Высшая школа», Москва, 1968.,-420с., С. 335–353.

DOI

ПРИНЦИП SMART В ЛОГІСТИЦІ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Слатвінська В. М.

*аспірантка кафедри господарського права і процесу
Національний університет «Одеська юридична академія»
м. Одеса, Україна*

Майже всі види транспорту відчули вплив цифровізації та інтелектуалізації [1, с. 146]. Не секрет що і діяльності водного транспорту торкнулися сучасні тенденції.

В науці відсутнє розуміння концепту «принцип SMART в логістиці водного транспорту». Натомість посилення концепції «smart» на логістику вимагає більш широкого обговорення, оскільки в літературі з цього питання все ще відсутнє визначення концепції «розумної логістики», більш широке обговорення цього питання відсутнє [2]. Можна зазначити, що «smart-логістика» («розумна логістика» або «інтелектуальна логістика») – це оптимізація інформаційних логістичних потоків, але обов’язково в електронному вигляді, з дедалі більшим відходом від ручного управління в сторону автоматизації за допомогою додатків / сервісів і вже на більш глибокому рівні алгоритмізації процесів [3].

При цьому через те, що «smart-логістика» змінюється в залежності від поточної технології, вона характеризується тимчасовою залежністю і для визначення концепції інтелектуальної логістики необхідно визначити поточний рівень технології [4, с. 25].

The S.M.A.R.T. абревіатура розшифровується як: «Specific, Measurable, Achievable, Realistic and Time-bound» — конкретний, вимірюваний, досяжний, реалістичний та обмежений часом. Які S.M.A.R.T. цілі ставить перед собою така логістика:

1. Не йти на компроміси в питаннях безпеки.
2. Використовувати KPI (ключові показники — графіки та гістограми для моніторингу та вимірювання прогресу).
3. Проводити щоденні зустрічі з підлеглими.
4. Товари, які переміщуються швидко, розмішувати в передній частині складу, повільніші — в задній. Намагатися підтримувати мінімальний рівень завантаженості.
5. Оптимізувати управління простором на складі та щоденною версифікацією запасів.

Найпопулярніша техніка – це SMART, яка проста і зручна у використанні. Метод дозволяє сформулювати цілі за найбільш важливими критеріями:

Specific – точність або конкретність;

Measurable – вимірність в конкретних показниках;

Achievable або attractive – досяжність і привабливість цілей;

Realistic або relevant – реальність або значимість завдань;

Timed-bound – обмеженість у часі конкретними датами [5, с. 239].

Вперше пропонуємо розуміти принцип SMART в логістиці водного транспорту як ідея автоматизовано-роботизованої техніки управління логістичними процесами на морському й річковому транспорті за допомогою інтелектуальних транспортних систем (Intelligent Transportation Systems); автоматизації робототехнічних процесів (Robotic Process Automation); штучного інтелекту (Artificial Intelligence); блокчейну (Blockchain and all Distributed Ledger Technologies); Інтернету речей (IoT)».

Smart-логістика оптимізує процеси, поєднуючи найкращі засоби автоматизації з обладнанням відповідно до різних типів вузлів та сценаріїв, таким чином досягаючи вищої продуктивності та значно покращуючи ефективність роботи бізнесу.

Література:

1. Гуренко А.В., Зубов С.В. Впровадження інтелектуальних логістичних технологій в інфраструктурний комплекс морського транспорту. Економічний вісник Донбасу. № 3(61), 2020. С. 146-153. doi: 10.12958/1817-3772-2020-3(61)-146-153
2. Dembińska, I., Frankowska, M., Malinowska, M., Tundys, B. Smart Logistics. Kraków-Legionowo: Wydawnictwo edu-Libri. Digital in 2017: Global Overview (2018). Retrieved from: <https://wearesocial.com/special-reports/digital-in-2017-global-overview>.
3. Costa R., Jardim-Goncalves R., Figueiras P., Forcolin M., Jermol M., Stevens R. Smart Cargo for Multimodal Freight Transport: When «Cloud» becomes «Fog», IFAC-Papers OnLine. 49 (12), 2016. 121–126.
4. Приходько А.Ю., Шуліка О.О. Застосування принципів «SMART-логістики» при організації доставки вантажів. Збірник матеріалів 82-ї Міжнародної наукової конференції студентів. Секція транспортних технологій. 2020. С. 25–26.
5. Дмитрієва О.І. Державне регулювання інноваційного розвитку транспортної інфраструктури. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.03 – економіка

та управління національним господарством (051 – Економіка). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет Міністерства освіти і науки України, Харків, 2020. – Український державний університет залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України, Харків, 2020. 525 с.

DOI

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ТА МІЦНОСТІ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ КРИТОГО ВАГОНА З ПРУЖНО-ФРИКЦІЙНОЮ ХРЕБТОВОЮ БАЛКОЮ

Фомін О. В.

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри вагонів та вагонного господарства
Державний університет інфраструктури та технологій
м. Київ, Україна*

Ловська А. О.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції
Український державний університет залізничного транспорту
м. Харків, Україна*

Рибін А. В.

*старший викладач кафедри інженерії вагонів та якості продукції
Український державний університет залізничного транспорту
м. Харків, Україна*

Перспективи розвитку транспортної інфраструктури викликають необхідність підвищення ефективності експлуатації залізничного транспорту, як її провідної галузі. При цьому особлива увага повинна приділятися технічній забезпеченості залізничного парку.

Для перевезення вантажів, які потребують захисту від атмосферних опадів використовуються криті вагони. Відомо, що найбільш пошкоджуваним елементом несучих конструкцій критих вагонів є рама. Здебільшого її пошкодження обумовлені дією значних динамічних навантажень, що виникають в експлуатації. Циклічність дії цих

навантажень зменшує втомну міцність несучих конструкцій вагонів. Така обставина викликає необхідність проведення позапланових видів ремонту або виключення вагонів з інвентарного парку.

Тому важливим є впровадження в експлуатацію інноваційного рухомого складу для утримання лідерських позицій залізничної галузі на ринку транспортних послуг. При проектуванні такого рухомого складу необхідно використання нових нетривіальних рішень, спрямованих на підвищення втомної міцності, а відповідно і проектного строку служби [1; 3]. Це зумовлює необхідність проведення відповідних досліджень та створення напрацювань в даному напрямку.

Для зменшення динамічної навантаженості несучої конструкції критого вагона та підвищення втомної міцності при експлуатаційних режимах пропонується впровадження в нього пружних елементів. Розміщення пружних елементів передбачається у хребтовій балці за її довжиною між задніми упорами автозчепів. Для цього пропонується використання замість типового профілю хребтової балки – П-подібного.

Зменшення динамічної навантаженості хребтової балки при цьому досягається за рахунок опору сил сухого тертя між вертикальними полками П-подібного профілю, а також вертикальними частинами горизонтального листа при коливаннях підскакування вагона.

Дослідження проведені стосовно критого вагона моделі 11-217. Для визначення динамічної навантаженості несучої конструкції критого вагона з урахуванням запропонованих заходів проведено математичне моделювання. Дослідження проведені в площині XZ. Вагон при цьому розглядається як система з трьох твердих тіл – несучої конструкції та двох візків моделі 18-100 з ресорними комплектами, які мають жорсткість та коефіцієнт відносного тертя.

Враховано, що на систему накладені такі зв'язки:

- переміщення кузова та візків вагона уздовж осі колії однакові.
- колісні пари рухаються без проковзування.
- через відсутність пружних елементів в буксовому підвішуванні підстрибування візків визначаються підстрибуванням колісних пар.

Враховано, що вагон рухається у порожньому стані стиковою нерівністю. Вхідними параметрами моделі є технічні характеристики несучої конструкції критого вагона, ресорного підвішування, а також збурюючої дії. Розв'язок диференціальних рівнянь руху здійснений в програмному комплексі MathCad. При цьому початкові переміщення та швидкості покладені рівними нулю.

Максимальне вертикальне прискорення несучої конструкції критого вагона у порожньому стані склало близько $1,57 \text{ м/с}^2$ (0,16g), а візків – близько $8,3 \text{ м/с}^2$ (0,8g). З урахуванням запропонованого рішення стає можливим знизити вертикальні прискорення, які діють на несучу конструкцію вагона майже на 20%. Хід вагона оцінюється як «відмінний» [4; 5].

Для визначення основних показників міцності несучої конструкції критого вагона з пружними елементами в хребтовій балці проведено розрахунок за методом скінчених елементів в програмному комплексі SolidWorks Simulation (CosmosWorks).

Максимальні еквівалентні напруження при цьому зафіксовані у зоні взаємодії шворневої балки з хребтовою та склали 137,4 МПа. Максимальні переміщення виникають у середній частині хребтової балки та дорівнюють 1,2 мм. Отже міцність несучої конструкції критого вагона забезпечується [4; 5].

Визначено проектний строк служби несучої конструкції критого вагона з урахуванням запропонованих заходів щодо удосконалення. Проектний строк служби складає близько 40 років, що вище майже на 20% за строк служби вагону-прототипу.

Висновки та пропозиції.

1. Запропоновано заходи щодо зменшення динамічної навантаженості критого вагона шляхом впровадження в хребтову балку, як основного несучого елемента рами, пружних елементів. Це сприяє перетворенню динамічних навантажень, які діють на несучу конструкцію у роботу сил сухого тертя між складовими хребтової балки.

2. Проведено математичне моделювання динамічної навантаженості критого вагона з урахуванням запропонованих заходів. Максимальне вертикальне прискорення несучої конструкції критого вагона у порожньому стані складає близько $1,57 \text{ м/с}^2$ (0,16g), а візків – близько $8,3 \text{ м/с}^2$ (0,8g). З урахуванням запропонованого рішення стає можливим знизити вертикальні прискорення, які діють на несучу конструкцію вагона майже на 20%.

3. Визначено основні показники міцності несучої конструкції критого вагона з урахуванням запропонованих заходів. Максимальні еквівалентні напруження при цьому виникають у зоні взаємодії шворневої балки з хребтовою та складають 137,4 МПа. Максимальні переміщення виникають у середній частині хребтової балки та дорівнюють 1,2 мм. Отже міцність несучої конструкції критого вагона забезпечується.

Проектний строк служби запропонованої несучої конструкції кри- того вагона складе близько 40 років. Отримане значення проек- того строку служби вище майже на 20% за строк служби вагону- прототипу.

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності експлуатації залізничного транспорту.

Література:

1. Fomin Oleksij, Lovska Alyona, Radkevych Valentyna, Horban Ana- tolii, Skliarenko Inna Gurenkova Olga. The dynamic loading analysis of containers placed on a flat wagon during shunting collisions. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2019. Vol. 14, No. 21. P. 3747–3752.
2. Fomin O., Lovska A. Improvements in passenger car body for higher stability of train ferry. *Engineering Science and Technology an International Journal*. 2020. Vol. 23, Issue 6, P. 1455–1465. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.08.010>
3. Fomin O., Lovska A., Píštěk V., Kučera P. Dynamic load effect on the transportation safety of tank containers as part of combined trains on railway ferries. *VIBROENGINEERING PROCEDIA*. 2019. Vol. 29, P. 124–129.
4. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розра- хунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, 2015. 162 с.
5. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. Москва, 2016. 54 с.

GENERAL ISSUES OF ENGINEERING SCIENCES

DOI

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СЕРЕДОВИЩА НА РОБОТУ НКТ

Василишин В. Я.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерної та комп'ютерної графіки
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Чорна Ю. В.

*студент
Інститут економіки та менеджменту
Івано-Франківського національного технічного університету
нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

Всебічне дослідження вірців насосно-компресорних труб (НКТ) базується на оцінці багатьох факторів, серед них: оцінка механічних властивостей досліджуваного металу, оцінка корозійної сумісності НКТ зі свердловинними середовищами.

Для виявлення відхилень параметрів міцності сталей під дією експлуатаційних факторів в умовах свердловини і свердловинних мінералізованих рідин виконують дослідження вірців на міцність. Зменшення показників міцності порівняно з нормативними значеннями є основою для уточнення допустимих умов для подальшої експлуатації корозійно-пошкоджених НКТ. Уточнення стосується визначення обмеженої глибини їх спуску в свердловину на основі фактично вимірних параметрів міцності металу і фактичної площі несучого перерізу труби. Фактична площа несучого перерізу корозійно-пошкоджених труб визначається за відомим виразом із врахування зменшення зовнішнього D_3 і внутрішнього D_6 діаметрів за рахунок корозії:

$$F = 0,785 \left(\left(D_3 - 2 \cdot h_{\kappa(z)} \right)^2 - \left(D_6 - 2 \cdot h_{\kappa(\theta)} \right)^2 \right),$$

де $h_{\kappa(z)}$, $h_{\kappa(\theta)}$ – глибина корозійного пошкодження стінок труби, відповідно зовнішньої і внутрішньої.

Глибина корозійного пошкодження h_{κ} стінки труби визначається як середньозважена величина з виразу

$$h_{\kappa} = \frac{3,955 \cdot V_F \cdot D_3}{\rho_{\text{дл}(z)} \cdot (D_3 - D_6) \cdot z},$$

де V_F – ймовірне найбільше значення об'єму корозійного пошкодження обстежених труб;

$\rho_{\text{дл}(z)}$ – довжина дуги вздовж зовнішньої стінки елемента;

z – висота елемента.

Отримане значення F порівнюється з критичною площею $F_{\text{кр}}$ перерізу труби для визначення запасу надійності корозійно-пошкоджених труб НКТ по несучому перерізі, при цьому повинна виконуватися умова $F/F_{\text{кр}} \geq 1$.

Оцінка залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ передбачає чотири підходи:

1) метод ймовірного розрахунку залишкового ресурсу на основі статичних вимірювань початкової товщини стінок труб; у цьому випадку значення залишкового ресурсу визначається як різниця

$$R_{\text{зал.}} = t - t_{\kappa},$$

де t_{κ} – час, протягом якого труба піддавалась корозії;

$$t = \frac{t_{\kappa} \cdot \sqrt{1 - [1 - q(\tau)]^2}}{\sqrt{1 - [1 - q(\tau_n)]^2}} - \text{розрахунковий час безвідмовної роботи}$$

нового виробу при умові, що $q(\tau)$ – вірогідність відмови в момент часу τ , при якому максимальне із заміряних товщини стінок $\delta_{i\text{max}}$ зменшиться до допустимого значення $\delta_{\text{дон.}}$ при виконанні умови

$$q(\tau) = \frac{\delta_{i \max} - \delta_{\text{дон.}}}{\delta_{i \max}},$$

а $q(\tau_n)$ – ймовірність відмови у момент часу τ_n , при якому відбувається повне руйнування зразка і виконується умова

$$q(\tau_n) = \frac{\delta_{i \max} - \delta_{i \min}}{\delta_{i \min}},$$

причому $\delta_{i \min}$ – мінімальне із замірених значень товщин стінок у статистичній вибірці.

Виконавши нескладні перетворення, отримаємо вираз для прогностичного розрахунку залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ:

$$R_{\text{зал.}} = t_{\kappa.} \cdot \left(\frac{\sqrt{1 - [1 - q(\tau)]^2}}{\sqrt{1 - [1 - q(\tau_n)]^2}} - 1 \right);$$

2) розрахунок залишкового ресурсу $R_{\text{зал.}}$ на основі вимірювання глибини $h_{\kappa.}$ корозійного пошкодження поверхонь труб; у цьому випадку значення залишкового ресурсу визначається за формулою

$$R_{\text{зал.}} = \frac{h_{\text{зал.}}}{\nu_{\kappa.}}, \quad (1)$$

де $h_{\text{зал.}}$ – товщина залишкового шару металу, допустимого для потоншення стінки труби, визначається так

$$h_{\text{зал.}} = \frac{0,875 \cdot \delta_n - \delta_{\text{дон.}} - 2 \cdot h_{\kappa.}}{2}. \quad (2)$$

У цій формулі: $0,875 \cdot \delta_n$ – імовірна мінімальна товщина стінки ($0,875$ – коефіцієнт, що враховує стандартне граничне відхилення від товщини стінки, яке дорівнює $12,5\%$); δ_n – номінальна товщина стінки; $\delta_{\text{дон.}} = 0,75 \cdot \delta_n$ – допустима товщина стінки труби, при якій

зберігається її несуча властивість; h_{κ} – виміряна глибина корозійного руйнування стінки труби; v_{κ} – швидкість корозії, яка визначається з умови її пропорційності за період t_{κ} корозійної дії, визначається так:

$$v_{\kappa} = h_{\kappa} / t_{\kappa} . \quad (3)$$

Розв'язавши сумісно (1), (2), (3), отримуємо вираз для розрахунку залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ

$$R_{\text{зал.}} = t_{\kappa} \cdot (0,0625 \cdot \delta_n - h_{\kappa}) \cdot h_{\kappa}^{-1} ;$$

3) розрахунок залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ на основі лабораторних досліджень швидкості корозії трубних зразків; у цьому випадку значення залишкового ресурсу $R_{\text{зал.}}$ визначається з виразу:

$$R_{\text{зал.}} = \frac{0,0625 \cdot \delta_n - h_{\kappa}}{v_{\kappa, \text{лаб.}}} ,$$

де $v_{\kappa, \text{лаб.}}$ – виміряна швидкість корозії трубних зразків в лабораторних умовах.

4) розрахунок залишкового ресурсу за результатами втомних випробувань.

Таким чином, оцінка залишкового експлуатаційного ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ базується на основі імовірнісного підходу з умовою статистичних вимірювань початкової товщини стінок труб, а також на основі прямого вимірювання глибини корозійного пошкодження за період корозійної дії у різноманітному пластово-свердловинному середовищі.

Література:

1. С.Ф. Савула, Є.В. Харченко, Кичма А.О. Експериментальні дослідження динаміки ліфтових колон підземного сховища газу С.Ф. Машинознавство. – 2006. – №6. – С. 30–34.
2. Е. Kryzhanovsky, V. Ivasiv, V. Vasylyshyn, R. Rachkevich. «Fatigue life of threaded pipe connections in curved sections of wells». *Scientific Bulletin National Mining University*, vol. 5, 2015, Pp. 14–21
3. V. Vasylyshyn, I. Paliychuk, P. Shcheglyuk, S. Roketsky. «Analysis of problems and ways to increase the reliability and tightness of clutch

joints casing». *Exploration and development of oil and gas fields*. 2012. № 1 (42). Pp. 1690–176.

4. V. Vasylyshyn. «Analysis of the Impact of the Threaded Unloading Groove on the Fatigue Resistance of Castle Thread Joints» in *Proc. Innovative potential of Ukrainian science – XXI century*, 2010, pp. 67-70.

5. V. Vasylyshyn. «Graphoanalytic modeling of surfaces of threaded unloading grooves of threaded joints of pipes of oil assortment». *Oil and gas industry*, 1999. vol. 36. Pp. 167-173.

DOI

STATISTICAL ASPECTS OF OCCUPATIONAL INJURIES IN THE MANUFACTURE OF MAIN PHARMACEUTICAL PRODUCTS AND PHARMACEUTICAL PREPARATIONS

Yevtushenko O. V.

*Candidate of Technical Sciences (Ph.D.),
Associate Professor at the Department of Environmental Safety
and Labor Protection
National University of Food Technologies*

Siryk A. O.

*Candidate of Technical Sciences (Ph.D.),
Associate Professor at the Department of Environmental Safety
and Labor Protection
National University of Food Technologies*

Okhmakevych A. M.

*Student
National University of Food Technologies
Kyiv, Ukraine*

Introduction. Statistical analysis of the causes, consequences and circumstances of occupational injuries in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations is a theoretical base for the formation of complex and effective measures to prevent accidents and reduce their level. Due to this, it will be possible to identify directions and recommendations for creating safe working conditions for production staff

at the sectoral, regional and productional levels of labor protection management. It is an actual scientific task primarily related to solving social problems.

Therefore, **the purpose of this work** is analyzing the causes, consequences and circumstances of occupational injury in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations for the period from 2013 to 2019.

The main results and their significance. According to the results of statistical analysis, 65 employees received occupational injuries in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations from 2013 to 2019 [1-2]. Of these, 63,3% of injuries were received by males. Females account for 36,7%, which is almost 2 times less than the level of male injuries.

Violation of traffic safety rules; non-performance of labor protection instruction requirements; violation of safety requirements during operation of equipment, machinery, mechanisms; non-performance of official duties, lack of proper control by officials became the most common organizational reasons.

It is also necessary to point out incorrect actions and mistakes due to the wrong choice of a set of measures to increase the level of security by the heads of the structural unit. The most common reason for wrong actions is the formal attitude of employees to safety, or imperfect knowledge of regulatory and technical documentation by the heads of structural units of pharmaceutical companies, or inability to apply the knowledge in a specific emergency situation. Experimental studies show that often the time spent on decision-making in the event of an unusual situation can reach half or more of the total available time, and this is unacceptable in an acute shortage of time.

Features of information support are the constant change in the structure and scope of the regulatory base for labor protection, the processes of updating and replenishing operational information about the state of labor protection, the availability of probabilistic information, that complicate the perception by workers.

Effective management of labor protection can be carried out only in the presence of complete, timely and reliable safety information. It is possible to obtain this information, identify possible deviations from the norms and check the implementation of plans and management decisions only with the regular and objective control. Labor protection specialists control the following aspects: compliance with current legislation on labor protection; compliance with instructions; compliance with regulations on labor

protection of machines, mechanisms, equipment, vehicles, technological processes, personal protective equipment, collective and accident protection of workers; providing employees with personal protective equipment, medical and preventive nutrition, sanitary facilities; providing employees with benefits and compensation provided by law, related to severe harmful working conditions; implementation of measures, orders, instructions on labor protection, implementation of measures to eliminate the causes of accidents and incidents identified in the acts of investigation; timely training and briefing of employees, attestation and re-attestation on safety issues of officials and persons performing high-risk work, as well as compliance with safety requirements when performing these work.

The analysis of statistical data shows that the determining factors for the types of events that lead to accidents are road accidents both on public roads and on the territory of the factory; the action of objects and details that move, fly, rotate; fall of the victim, including from height in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations. Design disadvantages, imperfections, insufficient reliability of means of manufacture, vehicles, unsatisfactory technical condition of manufacture objects, buildings, structures, engineering communication, territory dominate among the technical reasons. Injury due to alcohol intoxication and personal negligence of the victim became the most common psychophysiological reasons.

In addition, a survey of employees in the group of pharmaceutical companies was conducted, which showed that employees themselves consider the most common causes of occupational injury to be monotonous work, bad mood, fatigue, family and team conflicts, inattentive attitude of managers to subordinates, unsatisfactory psychological climate.

According to the analysis results of the study for occupational injury for the period 2013-2018, it was found that about 55% of accidents in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations are related to the equipment, machines, mechanisms and vehicles operations.

The influence of various factors on the indicators of occupational injury was analyzed: total length of service, length of service in the specialty, profession, age of victims. According the results of the study, driver is the most traumatic profession in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations, because they are often injured both through their own fault and through the fault of an outsiders. The next professional group is workers, which operate and maintain equipment and facilities. More than half of accidents with electricians, locksmiths, welders

and low-skilled workers occur due to non-performance of instruction requirements of labor protection.

The fact, that more than half of all accidents account for employees between the ages of 30 and 50, is of particular concern. Most employees in this age group have managed to change several professions in different companies, they are characterized by excessive self-confidence and overestimation of their own capabilities, which reduce attention and lead to neglect of safety rules during the technological process, which ultimately creates abnormal situations. Most of the injuries account for workers with more than 20 years of experience and workers with 1-5 years of experience. Both categories are characterized by an extremely negative factor of habituation to danger with hyperbolization of their own experience in solving standard situations. Special attention should be given to these facts during the initial and repeated on-the-job training. Moreover, it is necessary to improve the quality of the briefings, to enhance control over the work of employees with little professional experience.

Fatal accidents were analyzed separately. According to the results of statistical analysis, 15 employees died [1-4]. As a rule, each such injury is caused by several reasons in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations from 2013 to 2019. Violations of labor and manufacture discipline, violation of safety requirements during operation of equipment, machinery, mechanisms, violation of traffic rules, non-performance of instructions of labor protection, disadvantages during training in safe work methods, non-use of personal protective equipment, if any, are among the main ones.

Therefore, employers first of all need to: enhance control over compliance with traffic rules by employees, whose work related to the transportation of pharmaceutical products and drugs; to increase the quality of briefings and the development of instructions of labor protection; to increase the effectiveness of training and testing of knowledge of employees labor protection, including employees engaged in high-risk work; provide monitoring of the condition of manufacture equipment, control systems, manufacture processes management, signaling and communications; to realize control over the abundance by both employees and heads of structural subdivisions of the requirements of legislative and normative-legal acts of labor protection in order to prevent occupational injury, increase the level of manufacture safety in the manufacture of main pharmaceutical products and pharmaceutical preparations. It is necessary to implement modern information-analytical systems of labor protection management, which should be organized taking into account the clear interaction of the head of

the service (department) of labor protection with heads of all structural subdivisions of the pharmaceutical factory, for adequate and continuous management, taking into account all the factors affecting the condition of labor protection, and provide to the heads of structural subdivisions an optimal set of measures to ensure work safety for constant control and monitoring of the condition of labor protection [3].

References:

1. Калачова І. Статистичний бюлетень. Травматизм на виробництві у 2013 році. К. : *Держкомстат України*, 2014.
2. Карамзіна О.О. Статистичний бюлетень. Травматизм на виробництві у 2014–2019 роках. К. : *Держкомстат України*, 2020.
3. Siryk A.O., Evtushenko O.V., Lych I.V., Soloshenko K.I. Methods of assessment of operating effectiveness of the Intellectual information and analytical system of Occupational safety management at pharmaceutical industry enterprises. *SWorld Journal* (Болгарія), February 2019. Issue No1. P. 9–17.
4. Євтушенко О.В. Інтелектуалізація інформаційно-аналітичної системи управління охороною праці на харчовому підприємстві. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2018. Том. 24, № 3. С. 100–112.

DOI

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ У РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ: ДОСЯГНЕННЯ, АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Кривулькін І. М.*кандидат фізико-математичних наук,
директор**Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний
інститут мікрографії***Гребцова І. А.***заступник завідувача відділу**Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний
інститут мікрографії
м. Харків, Україна*

Напрями досліджень, які охоплюють питання технічного спрямування, різні та мають специфіку за галузями. Діяльність та звітність бюджетних наукових установ регламентовано низкою нормативно-правових актів [1]–[2]. Практичне застосування набутих доробок та втілення у виробничу діяльність – найголовніше завдання, визначене вимогами економічної доцільності виконання науково-технічних робіт.

Унікальною профільною установою є Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії (НДІ мікрографії) – єдина наукова установа в Україні, що здійснює прикладні дослідження і займається вирішенням актуальних науково-технічних завдань державної системи страхового фонду документації (далі – СФД).

Важливість цієї системи для держави, враховуючи забезпечення інформаційної складової національної безпеки, визначена і регламентована комплексом законодавчих та нормативно-правових актів, зокрема Законом України [3], та підтверджена на практиці. На сьогодні СФД – єдине джерело інформації в Україні про культурні цінності, які залишились на непідконтрольних Україні територіях АР Крим, м. Севастополя, Донецької та Луганської областей. На базах зберігання СФД України відновлюються дані з документів СФД, що дозволить

Мінкультури створити відповідний реєстр та відстоювати права держави у міжнародних судах. Крім того, на цей час проводиться організація робіт з виготовлення копій документів СФД на низку виробів військового призначення з документації, оригінали якої втрачені в результаті військового конфлікту для подальшої розробки на їх основі новітніх зразків озброєння. Документ страхового фонду (документації) – документ, який знаходиться на державному обліку у СФД України і необхідний для поставлення на виробництво, експлуатацію та ремонт продукції оборонного, мобілізаційного і господарського призначення, для проведення будівельних (відбудовчих), аварійно-рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт під час ліквідування надзвичайних ситуацій та в особливий період, а також для збереження культурної спадщини, на випадок утрати або псування оригіналу документа [3].

Стабільне функціонування повного циклу комплексу виробничих потужностей спеціальних установ СФД України забезпечується виконанням досліджень у широкому спектрі напрямків, починаючи з розроблення технологічної, проектної, конструкторської, нормативної та програмної документації до її апробації та впровадження.

Ефективними для спільноти можуть бути запропоновані НДІ мікрографії технології збереження інформації за допомогою мікрофільмування (створення фотокопій документів, рукописів, мап, креслень тощо, виконаних зі значним зменшенням на фотоплівці та надійне зберігання з наступним відтворенням в паперовому вигляді), а саме: технологія створення зображень у цифровому вигляді, що містять інформацію про культурні цінності, для формування, ведення і використання СФД України (реєстраційний номер в Державному реєстрі технологій 0620U000125); автоматизовані цифрові технології для технологічних операцій контролю та підготовки до мікрофільмування цифрових зображень документів СФД України (0620U000122); технологія кодування та декодування цифрової інформації у вигляді бітових потоків для виготовлення мікрофільмів та відтворення з них копій (0620U000135) та інші [4].

Актуальними проблемами мікрофільмування та збереженням важливої для безпеки кожної держави інформації опікуються провідні країни світу.

Задля набуття досвіду, переймання та адаптування технічних аспектів технологічного процесу мікрофільмування до можливостей в Україні НДІ мікрографії активно провадить міжнародне співробітництво. Технічний комітет стандартизації (ТК 40), функції ведення

секретаріату якого здійснює інститут, є постійним членом міжнародних комітетів ISO/TC 42 «Фотографія», ISO/TC 46 «Інформація і документація», ISO/TC 171 «Управління документообігом» та ISO/TC 292 «Безпека».

Однак, актуальними проблемними питаннями залишаються на часі:

- технологічні загрози (припинення випуску плівки для мікрофільмування, повне припинення виробництва фунгіцидів для обробки мікрофільмів СФД від грибків за розробленою НДІ мікрографії технологією);

- соціальні загрози (зниження престижності наукової роботи, низький рівень підтримки науковців, відсутність заохочення передавання досвіду робіт);

- фінансові загрози (недостатність фінансування досліджень, яке щорічно катастрофічно знижується, зокрема відсутність можливості оновлення експериментальної бази, відсутність матеріально-технічного забезпечення).

Перспективи розвитку та розширення можливостей насправді існують – це і перехід на збереження інформації з використанням COM-систем (перспективний розвиток гібридних технологій для модернізації традиційного процесу), і застосування везикулярної плівки, і можливість виготовлення лише на цифровому устаткованні документів СФД з урахуванням новітніх галузевих науково-технічних досягнень тощо.

Таким чином, у зв'язку із розвитком цифровізації та інформатизації суспільства й економіки, гармонізації законодавчої та нормативної бази України з європейською системою технічного регулювання, удосконаленням технологій розроблення документації, що надається на мікрофільмування до державної системи СФД, виокремлено ряд актуальних напрямів досліджень, що у найближчій перспективі сприятимуть вдосконаленню чинного нормативно-методичного та технологічного комплексу забезпечення формування, ведення та використання СФД України на підставі прикладних досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок.

Література:

1. Про наукову та науково-технічну діяльність: Закон України від 26 листопада 2015 р. № 848-VIII / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення: 06.03.2021).

2. Порядок формування тематики наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок, що фінансуються за рахунок коштів державного бюджету: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 11 січня 2018 р. № 13. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/13-2018-п#Text> (дата звернення: 06.03.2021).

3. Про страховий фонд документації України: Закон України від 23 березня 2001 р. № 2332-III / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2332-14#Tex> (дата звернення: 06.03.2021).

4. Державний реєстр технологій. URL: <http://rkt.ukrintei.ua/search>

DOI

ОГЛЯД СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У САДІВНИЦТВІ

Кутковецька Т. О.

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри агроінженерії*

Уманський національний університет садівництва

Дідур В. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри агроінженерії*

*Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Черкаська область, Україна*

На сьогодні використання сучасної сільськогосподарської техніки в будь-якій галузі є невід'ємною складовою ведення господарства, що в свою чергу дає можливість як найменших витрат на виробництво з отриманням високого прибутку в майбутньому. Галузь садівництва є трудомісткою галуззю, тому без використання засобів механізації технологічних процесів у садівництві неможливе ведення його на сучасному рівні.

Як при вирощуванні сільськогосподарських культур, так і при веденні садівництва виконуються наступні роботи: обробіток ґрунту, догляд за насадженнями та збір урожаю. Для наведеного виду

робіт використовується сучасна техніка вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Серед сучасного виробництва сільськогосподарської техніки для обробітку ґрунту відзначається культиватор типу CFX [1], що використовується для міжрядного обробітку ґрунту в садах (Рис. 1).



**Рисунок 1. Культиватор типу CFX
для міжрядного обробітку ґрунту в садах**

Культиватор типу CFX спеціально розроблений для міжрядного обробітку ґрунту у виноградниках і фруктових садах. До основних переваг культиватора належать: конструктивно передбачене підтримання однакової відстані між стійками, незалежно від того, чи знаходиться культиватор повністю в розсунутому, чи звуженому стані, що дозволяє уникати забивання рослинними рештками та працювати на глибині до 25 см; подвійний гідравлічний циліндр з синхронізованим розширенням; підготовлене до монтажу обладнання для міжстовбурного обробітку ґрунту; С-подібні стійки з пружинами; міцна рама і роботизоване зварювання; легка і швидка навіска на будь-який трактор; місце встановлення передніх металевих коліс.

Ще однією новинкою, що використовується для догляду за насадженнями є обладнання для обробітку міжстовбурної зони дерев у садах типу ID WEEDER (Рис. 2) [3].



Рисунок 2. Обладнання для обробітку міжстовбурної зони дерев у садах типу ID WEEDER

Дане обладнання встановлюється на будь-яку раму або культиватор і використовується для боротьби з бур'янами. Прополка здійснюється між насадженнями, що висаджені рядами (це виноградники та фруктові сади). Основними перевагами є: електрогідравлічний важіль, що призначений для роботи навколо рослин навіть з дуже малою товщиною з різними змінними робочими органами, які дозволяють обробляти поверхню, як без заглиблення, так і з глибиною обробітку до 20 см, під контролем регульованого датчика з індуктивним сенсором; ексклюзивна система, що поєднує в собі паралелограмне зміщення робочого знаряддя разом з радіальним рухом, забезпечує високу точність і велику стійкість навіть при відхиленнях, що перевищують 30 см при вирівнюванні рослин або при рухові трактора по рядах плантації; дозволяє працювати зі швидкістю до 12 км/год.

Одним із трудомістких процесів у садівництві є збирання врожаю. Основні причини, які гальмують створення засобів для механізованого збирання врожаю, полягають в особливостях фізико-механічних властивостей плодів та плодових дерев, великій різноманітності схем садіння дерев та типів крони. Крім того, більшість плодів дуже чутливі до механічних дій, що значно ускладнює механізацію цього процесу. Проте сучасне виробництво сільськогосподарської техніки все ж таки вирішило дану проблему та представило ряд сучасної техніки для збирання плодів з різними удосконаленими механізмами. До лідерів виробників техніки для механізації технологічних процесів у садівництві можна віднести країни Німеччини, Італії, Польщі, США та ін. [4]

Як зазначалося вище, на сьогодні існує велика кількість сучасних машин для збирання врожаю й одними із розповсюджених технічних засобів для збирання плодів є машини, робочий орган яких трусить стовбур, а плоди падають на розтягнуте під кроною полотно. Наприклад, такою є машина польського виробництва фірми WEREMCZUK MAJA AUTOMATIC (Рис. 3) [2].



**Рисунок 3. Машина для струшування
та очищення вишень та слив**

Наведена модель машини може працювати з будь-якою відстанню між деревами. Гарантує високу ефективність збирання врожаю (майже 100 %) та високу якість зібраних плодів. Може використовуватися для збирання фундука, мигдалю та промислових яблук.

Таким чином, нами розглянуто лише деякі машини, що використовуються в садівництві. Проте, в сучасному виробництві сільськогосподарської техніки представлена дуже велика кількість машин для механізації технологічних процесів в садівництві з різними конструктивними рішеннями. Машини, які виробляються, постійно модерні-

зуються та удосконалюються, в залежності від посадки саду, типів крони, виду плодів та інше. Сучасні машини можуть забезпечити потреби будь-якого господарства, починаючи від малих фермерських садів до садів промислового рівня.

Література:

1. Культиватор для міжрядної обробки саду типу CFX. URL: https://agsolco.com/ua/kultivator_dlya_mezhduryadnoy_obrabotki_sada_tipa_cfx/ (дата звернення: 16.02.2021).
2. Новий ягодозбиральний комбайн WEREMCZUK MAJA AUTOMATIC URL: <https://autoline.ua/-/prodazh/yagodozbiralni-kombayni/WEREMCZUK-MAJA-AUTOMATIC17032211530486689500> (дата звернення: 08.03.2021).
3. Обладнання для обробки міжстовбурової зони дерев в саду ID WEEDER, що монтується на культиватор. URL: https://agsolco.com/ua/oborudovanie_dlya_obrabotki_mezhstvolovoy_zony_derevev_v_sadu_id_weeder_montiruемое_na_kultivator/ (дата звернення: 16.02.2021).
4. Погорілий В., Мігальов А. Механізація збирання фруктів – один із шляхів підвищення ефективності садівництва. *Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК»*. 2017. № 9 (96). С. 7–14.

NOTES

NOTES

NOTES

International scientific and practical conference «Science, engineering and technology: global trends, problems and solutions»

March 12–13, 2021

Izdevniecība «Baltija Publishing»
Lacplesa iela 41A, Rīga, LV-1011

Iespiests SIA «Izdevniecība «Baltija Publishing»
Parakstīts iespiešanai: 2021. 30. septembris
Tirāža 100 eks.