

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛІЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2025”**

Дніпро
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2025”
27 листопада 2025 року**

ЗБІРНИК ТЕЗ

Том II

Дніпро
2025

Наука і сталий розвиток транспорту 2024. Т.П: зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, Дніпро, 27 листоп. 2025 р.-Дніпро: УДУНТ, 2025- с.234

У збірнику наводяться тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених “Наука і сталий розвиток транспорту 2025”, в яких розглянуті питання раціонального використання енергетичних ресурсів, створення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів, вирішення екологічних та економічних проблем сучасного виробництва для забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку

Матеріали, що містяться у II томі, висвітлюють результати досліджень та розробки у галузях комп'ютерних наук та інформаційних технологій, матеріалознавства та обробки металів, машинобудування, інженерної механіки, економіки та підприємництва.

Організаційний комітет конференції:

Голова: д.т.н., професор Пройдак Ю.С.- проректор з наукової роботи УДУНТ

Члени організаційного комітету:

к.т.н., доцент Пуларія А.Л.

к.т.н., доцент Сковрон І.Я.

к.т.н., доцент Громова О. В.

к.т.н., доцент Горячкін. В. М.

д.т.н., професор Дейнеко Л. М.

д.т.н., професор Білодіденко С.В.

к.т.н., доцент Куроп'ятник О.С.

д.е.н., професор Чаркіна. Т. Ю.

к.т.н., професор Козенков Д.Є.

к.т.н., доцент Бондар.О. І.

к.х.н., доцент Тарасова Л.Д.

д.т.н., професор Должанський А.М.

к.т.н., доцент Сорока М.Л.

к.філол.н., доцент Мунтян А.О.

Бібліотекар 1 категорії Мартинова Л.З.

	Секція «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»	13
	Підсекція «Комп'ютерна інженерія та кібербезпека»	
1	Русакевич С.Р. (КБ2211) «Використання інноваційних технологій у мобільних мережах для зменшення затримок передачі даних (кер. Тимошенко Л.С.)	13
2	Янов М.В. (КС2211) Енергоефективні ІОТ-системи у мобільних мережах: Виклики та інноваційні рішення (кер. Тимошенко Л.С.)	14
3	Кабринська А.А. (КБ2211) «Проектування бази даних “Школа англійської мови Валерія Соловова” та її захист» (кер. доц. Пахомова В.М.)	15
4	Колодій Д.О. (КБ23120) «Реалізація дискреційної моделі доступу до об'єктів бази даних розташування військової техніки» (кер. доц. Пахомова В.М.)	16
5	Колодяжна М.О. (КБ2211) «Сучасні проблеми цифровізації залізничного транспорту: логістика та кібербезпека» (кер. доц. Пахомова В.М.)	17
6	Тимчак Д.В. (КБ2211) «Виявлення мережових атак категорії DOS засобами багатопланового перцептронну» (кер. доц. Пахомова В.М.)	18
7	Фартушний В.М. (КБ2211) «Розробка захищеної бази даних комп'ютерних вірусів, створених за допомогою штучного інтелекту» (кер. доц. Пахомова В.М.)	19
8	Чорний К.І. (КБ2211) «Комплексний підхід щодо організації безпеки бази даних “Каталог вибіркового дисциплін спеціальності F5”» (кер. доц. Пахомова В.М.)	19
9	Мілін Н.В. (КС2421) «Розробка та дослідження ефективності менеджера паролів» (кер. доц. Остапець Д.О.)	20
10	Панін Д.В. (КС2521) «Огляд методів виявлення шкідливого програмного забезпечення» (кер. доц. Остапець Д.О.)	20
11	Пірогов Д.А. (КС2521) «Стегоаналіз при приховуванні інформації з використанням графічних файлів-контейнерів» (кер. доц. Остапець Д.О.)	21
12	Подольський М.О. (КС2421) «Стеганографічний аналіз інформації, прихованої в аудіо-файлах» (кер. доц. Остапець Д.О.)	21
13	Русакевич С.Р. (КБ2211) «Аналіз алгоритмів постквантової криптографії» (кер. доц. Остапець Д.О.)	22
14	Сасаров О.О. (КС2421) «Стеганографічний аналіз інформації, прихованої в зображеннях» (кер. доц. Остапець Д.О.)	23
15	Сумовський О.М. (КБ2211) «Розробка інтерактивних засобів для демонстрації та вивчення цифрових водяних знаків» (кер. доц. Остапець Д.О.)	23
16	Ткаченко К.А. (КС2421) «Автентифікація з використанням мобільних пристроїв» (кер. доц. Остапець Д.О.)	24
17	Музиченко А.О. (КС2421) Інтелектуальна система управління охолодженням персонального комп'ютеру (кер. Дзюба В.В.)	24
18	Кравченко Т.О. (аспірант) «Огляд типових архітектур для розпізнавання мовлення у реальному часі» (кер. доц. Єгоров О.Й.)	25
19	Борщенко В.О. (аспірант) «Використання великих мовних моделей для аналізу текстів великого обсягу» (кер. доц. Єгоров О.Й.)	26
20	Праник М.С. (КС2421) «Автоматизація побуту з використанням ESP32 та протоколу MQTT» (кер. доц. Єгоров О.Й.)	27
21	Надопта М.Ю. (КБ2211), «Варіанти організації доступу між віддаленими	27

	локальними мережами великих підприємств» (кер. доц. Остапець Д.О.)	
22	Сливець О. Д. (КБ2211), «Огляд принципів використання одноразових паролів» (кер. доц. Остапець Д.О.)	28
	Підсекція «Інформаційні технології та системи»	28
1	Романов А.І. (КН01-24-М) «Красношапка Н.С. (аспірант) Програмна реалізація математичної моделі оптимізації розподілу ресурсів в ІТ-проектах з урахуванням ризиків» (кер. доц. Селівьорстова Т.В.)	28
2	Олексієнко М.А. (КН901-24-М) «Малієнко С.Є. (аспірант) Реалізація методів багатокритеріальної оптимізації для задач маршрутизації та логістики в комп'ютерних мережах» (кер. доц. Селівьорстова Т.В.)	29
3	Сінгер А.В. (КН01-22) «Гнатушенко М.В. (КН01-22) Сучасні методи картографування земного покриття на основі знімків SENTINEL-1» (кер. доц. Островська К.Ю., доц. Каштан В.Ю.)	30
4	Ольшанський Є. (аспірант) Аналіз методів оптимізації продуктивності запитів у великих базах даних на основі використання методу індексування» (кер. проф. Гнатушенко В.В.)	31
5	Бімалов Д.В. (КН01-24-М) «Методи виявленні мін на основі аерокосмічних зображень» (кер. доц. Дмитрієва І.С., проф. Гнатушенко В.В.)	33
6	Говрихів Р.В. (ПЗ01-23) «Розробка веб-сервісу для визначення психологічного підтипу людини» (кер. доц. Островська К.Ю.)	34
7	Чернов Д.Р. (КН01-24-М) «Дослідження ефективності автоматизованої системи мікроклімату для теплиць з використанням мікроконтролера Arduino та засобів IoT» (кер. доц. Калініна Н.Ю.)	35
8	Прокопенко Д.О. (ПЗ01-22) «Розробка сайту-архіву ННІ «Дніпровський металургійний інститут» з використанням сучасних технологій». (кер. доц. Журба А.О.)	36
8	Велегура Є. А. (аспірант) «IoT-моніторинг транспортних перевезень у контексті блокчейн-інфраструктури» (кер. доц. Горячкін В.М.)	37
10	Лисиця С.В. (ПЗ2212) «Автоматизація рутинних задач програмування: аналіз переваг і недоліків» (кер. доц. Гришечкіна Т.С.)	38
11	Бородін О.С. «Дослідження ефективності використання kotlin multiplatform для розробки кросплатформених мобільних застосунків на прикладі інтернет-магазину» (кер. доц. Волкова С.А.)	39
12	Волошин О.К. (ПЗ24140) «Математичне моделювання у Maple» (кер. доц. Гришечкіна Т.С.)	41
13	Бондаренко П.Е. (ПЗ2313) «Дослідження градієнтного методу з фіксованим кроком для знаходження точки мінімуму» (кер. ас. Стаднік А.В.)	42
14	Солод І. М. «Використання фреймворку Flutter для реалізації обчислювально складних алгоритмів у багатоплатформених додатках» (кер. ас. Стаднік А.В.)	43
	Підсекція «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»	44
1	Бабенко О.Г. (АВ01-23м) «Система автоматичного управління енергорежимом дугової сталеплавильної печі АТ «Нікопольський завод феросплавів» (кер. доц. Михайловський М.В.)	44
2	Ветлужських В.В. (АВ01-24м) «Автоматичне управління транспортуванням труб на ділянці дефектоскопії ТПА 30-102 ТОВ «Інтерпайп Нікотьюб» (кер. проф. Потап О.Ю.)	45
3	Горб Д.С. (АВ01-25м) «АСР рівня шихти у басейні скловарної печі» (кер. доц. Шибакінський В.І.)	46
4	Губаренко Д.О. (АВ01-24м) «Дослідження методу автоматичного управління	47

	безупорною зупинкою пакетів дрібносортного прокату на рольгангу» (кер. проф. Потап О.Ю.)	
5	Зеніков С.А. (AB01-23м) «Проектування автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії» (кер. доц. Михайловський М.В.)	47
6	Іванюк С.А. (AB01-25м) «Проектування автоматизованої системи доступу до приміщення з використанням комп'ютерного зору» (кер. доц. Рибальченко М.О.)	48
7	Козлов Н.С. (AB01-23м) «Розробка САУ пакувальною машиною УМТ-600А-06КП» (кер. доц. Зінченко М.Д.)	49
8	Куликов А.Д. (AB01-25м) «Розробка АСР температурного режиму у процесі плавки сталі у кисневому конвертері» (кер. доц. Маначин І.О.)	50
9	Хохлюк Д.В. (AB01-25м) «Система автоматичного регулювання температури у вапняній обертовій печі» (кер. доц. Кисляков В.Г.)	50
10	Чернецький Д.Е. (AB01-25м) «Проектування автоматизованої системи «розумного будинку» на базі мікроконтролеру ESP32» (кер. доц. Рибальченко М.О.)	51
11	Шевчук В.М. (AB01-25м) «Розробка та дослідження системи моніторингу якості повітря для «розумного будинку» на базі IoT» (кер. доц. Рибальченко М.О.)	51
12	Шулім Д.О. (AB01-25м) «Розробка АСР витрати аргону при продувці металу на агрегаті «під-ківш» (кер. доц. Маначин І.О.)	52
13	Яблуков Є.В. (AB01-25м) «Автоматизована система управління кліматом у виробничих приміщеннях з електронним обладнанням» (кер. доц. Шибакінський В.І.)	52
14	Бриков Б. В. (AT2421) «Виявлення несправностей та діагностика стрілочних переводів за допомогою звукового аналізу» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	53
15	Вахмістров Б. О. (СК2421) «Цифрова система діагностування рейкових кіл» (кер. доц. Профатилов В. І.)	54
16	Іванов Д. Р. (СК2421) «Удосконалення системи автоматичної локомотивної сигналізації шляхом застосування цифрових методів передачі даних» (кер. доц. Гончаров К. В.)	55
17	Кисельов В. О. (СК2421) «Метод діагностики несправностей залізничних стрілок» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	56
18	Масалов Є. О. (аспірант) «Використання методів цифрової обробки для дешифрування сигналів АЛС» (кер. доц. Профатилов В. І.)	57
19	Лифар О. Ю. (СК2421) «Розробка блоку автоматичного керування гальмуванням поїзда» (кер. доц. Гончаров К. В.)	58
20	Овчинников А. В. (AT2421) «Використання RFID – систем на залізничному транспорті» (кер. доц. Профатилов В. І.)	59
21	Фролков І. В. (СК2421) «Перспективи застосування літій-іонних акумуляторів для резервного живлення» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	60
22	Шевчук М. С. (СК2421) «Удосконалення роботи приймача тональних рейкових кіл за рахунок використання цифрових фільтрів» (кер. доц. Профатилов В. І.)	62
	Підсекція «Прикладна математика»	63
1	Ребрик І. І. (ME01-25) «Розробка сучасних навчально-контролюючих засобів з використанням 3d технологій» (кер. доц. Моня А. Г.)	63
2	Шаповалова С.О. (ET 2411), «Теорія ймовірностей і сьогодення», (кер. доц. Мухіна Н.А.)	63
3	Гак І. О. (СО 25120) «Бездротові технології та біо-ефекти: що варто знати»	64

	(кер. доц. Гулівець О.М.)	
4	Рачок А. СО2411(924) «Математичне моделювання роботи фірми із застосуванням методів диференціального числення» (кер. доц. Михайлова Т.Ф.)	65
5	Грабарчук О.Д.(ВВ2411), «Можливості МП MAPLE в розв'язанні задач лінійної алгебри» (кер. проф. Кузнецов В.М.)	66
6	Кібовський І.Е.(ПБ2411), «Нейромережі, як розумний помічник при вивченні вищої математики» (кер. проф. Кузнецов В.М.)	67
	Секція «Матеріалознавство та обробка металів»	68
	Підсекція «Інженерне матеріалознавство»	
1	Заболотських Є.В., Ярошенко Я.О. (аспіранти) «Освоєння технології виплавки сталей 20ГЛ та 20ГФЛ для відливок елементів візків залізничних вагонів» (кер. доц. Дерев'янко І.В.)	68
2	Коновалов К.А.(КМіДМ-23) «Зародження корозії поблизу неметалевих включень в сталях, що піддані лазерній дії» (кер. проф. Губенко С.І.)	70
3	Кулагін Д.М. (МЕ01-24-М) «Дослідження впливу кінетики сушки залізородних окатишів на їх металургійні властивості» (кер. доц. Ягольник М.В.)	72
4	Кравченко Д.В. (МЕ02- 24-М) «Використання продувних пристроїв при безперервному розливанні сталі» (кер. доц. Стоянов О.М.).	73
5	Комеристий І.В.(МВ01-24М) «Вплив структурних особливостей на гарячу пластичність вольфрамо-молібденових швидкорізальних сталей» (кер. проф. Миронова Т.М.)	74
6	Семенчевський Є.О (МВ01-24М) «Особливості прискореного охолодження низьковуглецевої конструкційної сталі в лабораторних умовах» (кер. проф. Погребна Н.Е.)	75
7	Коваленко І.С. (МВ01-24М) «Дослідження структури та властивостей низьковуглецевої сталі, деформованої в субкритичному інтервалі температур» (кер. доц. Котова Т.В., доц. Аюпова Т.А.)	76
8	Насонов В.В. (МВ01-24М) «Особливості формування залізовмісних фаз при мікролегуванні сплаву АК7ч комплексом Ti-B-Sr» (кер. доц. Аюпова Т.А., доц. Носко О.А.)	77
9	Ліхоша М.Л.(аспірант) «Аналіз сучасних технологічних схем виробництва гарячекатаного сталевих листового прокату» (кер. доц. Бояркін В.В.)	78
10	Макарушкіна К.І.(КМіДМ-23) «Розвиток корозії колісної сталі з різним структурним станом» (кер. проф. Губенко С.І.)	79
	Підсекція «Термічна обробка металів»	80
1	Шпортько Ю.В. (аспірант) «Перспективи застосування термічної обробки для отримання нанобейнітної структури в інструментальних сталях» (кер. проф. Дейнеко Л.М.)	80
2	Бережний В.В. (МВ05-24М) «Дослідження технологій зміцнення деталей засипних апаратів доменних печей» (кер. доц. Перчун Г.І.)	81
3	Коротун Д.В. (МВ05-24М) «Аналіз технологій виробництва і зміцнення деталей ланцюгових конвеєрів» (кер. доц. Перчун Г.І.)	82
4	Шнайдер Н.О. (МВ05-24М) «Аналіз технологій виробництва дискових пил для гарячого різання прокату» (кер. доц. Перчун Г.І.)	85
5	Якушев О.С. (аспірант) «Вплив поверхневих дефектів катанки на процес холодного волочіння вуглецевого дроту» (кер. доц. Перчун Г.І.)	87
6	Мачула М.В. (МВ05-24М) «Формування властивостей вуглецевого дроту в процесі холодного волочіння» (кер. доц. Перчун Г.І.)	88

7	Фролов В.Д. (МВ05024М) «Експериментальні дослідження можливостей отримання дроту із аустенітної сталі» (кер. ст. викл. Соболенко М.О.)	89
8	Спорник В.В., Шевченко М.І. (МВ05-24М) «Кінетика розпаду аустеніту за безперервного охолодження гарячедеформованої низьковуглецевої борвмісної сталі » (кер. ст. викл. Соболенко М.О.)	90
9	Заліт А.Є. (МВ05-24М) Цифрова обробка зображень (кер. доц. Романова Н.С., ст.викл. Карпова Т.П.)	91
10	Алесенко І.О. (МВ05-24М) Герасименко А.М.(аспірант) «Постановка завдання для моделювання внутрішніх напруг при термічній обробці футерувальної плити вагонів мокрого гасіння коксу» (кер. доц. Романова Н.С.)	92
11	Устименко Д.А. (МВ05-24М) «Техніко-економічне обґрунтування використання висококремнистих алюмінієвих сплавів для виробництва поршнів дизельних двигунів» (кер. доц. Романова Н.С.)	94
	Підсекція «Покриття, композиційні матеріали та захист металів»	95
1	Поезднікова Н.М. (МВ04-24М) «Дослідження впливу розмірів вихідних порошків на властивості бронзових фільтрів» (кер. доц. Ковзік А.М., ст. викл. Кушнір Ю.О.)	95
2	Богун І.М. (МВ04-24М) «Розробка та дослідження технології нанесення фосфатного шару для штамповки виробів складної конфігурації» (кер. доц. Носко О.А., доц. Голуб І.В.)	95
3	Русанов Р.В. (МВ04-24М) «Дослідження сполучного процесу електрохімічного травлення і нанесення олов'яного підшару перед гарячим свинцюванням» (кер. доц. Носко О.А. доц. Аюпова Т.А.)	96
4	Карташева А. (МВ04-24М) «Дослідження особливостей процесів корозії колісних сталей з різною мікроструктурою» (кер. доц. Біла О.)	97
	Підсекція «Ливарне виробництво»	97
1	Колода С.В. (МЛ01-24-1Мн) «Дослідження впливу переплавлення на спадковість чавунів, модифікованих диспрозієм» (кер. проф. Іванова Л.Х.)	97
2	Мельник В.С. (МЛ01-24-2Мн) «Оптимізація термічної обробки модифікованих валкових чавунів» (кер. проф. Іванова Л.Х.)	98
3	Рябий Д.Ю. (МЛ01-24-2Мн) «Дослідження впливу термічної обробки на зносостійкість валкових чавунів» (кер. проф. Іванова Л.Х.)	99
4	Візір М.С. (МЛ01-24-Мн) «Аналіз гарячоломкості мідних сплавів» (кер. доц. Білий О.П.)	100
5	Григорчук О.С. (МЛ01-24-Мн) «Дослідження впливу високодисперсного вуглецевмісного матеріалу на фізико-механічні властивості формувальнісумішей» (кер. проф. Реп'ях С.І.)	101
6	Грушевенко О.О. (МЛ01-24-Мн) «Експериментальні дослідження впливу високодисперсних наповнювачів на підвищення проникаючої здатності протипригарних покриттів» (кер. доц. Осипенко І.О.)	102
7	Кислий В.С. (МЛ03-24-М) «Дослідження впливу складу форм сумішей та технологічних факторів на підвищення якості стоматологічного литва» (кер. доц. Осипенко І.О.)	103
8	Туренко М.С. (МЛ03-24-М) «Дослідження литтєвої технології у протезуванні незнімними конструкціями» (кер. доц. Білий О.П.)	104
9	Шаульський Д.Л. (МЛ03-24-М) «Дослідження впливу металооксидних дисперсних матеріалів на технологічні властивості протипригарних фарб для прецизійного литва» (кер. доц. Осипенко І.О.)	105
10	Пліска Д.М. (МЛ03-24-М) «Дослідження впливу дисперсного складу на	106

	фізико-механічні та технологічні властивості РСС» (кер. доц. Усенко Р.В.)	
11	Хмара М.С. (МЛ03-24М) «Аналіз факторів виникнення пригару на виливках виготовлених зі сталі» (кер. доц. Доценко Ю.В.)	107
12	Дьяченко П.П. (МЛ01-24м) «Вибір газоутворюючої речовини для стрижня газового тиску крупного сталевих виливках» (кер. проф. Селівьорстов В.Ю.)	107
13	Карагодін О.Д. (МЛ01-24м) «Перспективи використання пов'язуючих систем cold box амін» (кер. проф. Селівьорстов В.Ю.)	108
14	Лебедев В.С. (МЛ03-24м) «Вплив способу формовки на тривалість прогартування керамічних форм» (кер. проф. Селівьорстов В.Ю.)	109
15	Судаков К.Є. (МЛ01-24м) «Аналіз видів браку литва із високомарганцовистої сталі» (кер. проф. Селівьорстов В.Ю.)	109
16	Юраков В.В. (МЛ03-24М) «Розробка технологічного процесу лиття ікони «Божа матір» » (кер. проф. Хричиков В.Є.)	110
17	Карелін О.О. (МЛ01-24-1Мн) «Розробка технології графітизуючого модифікування ферросілікобарієм рідкої та рідко-твердої осьової зони прокатних валків виконання СШХН » (кер. проф. Хричиков В.Є.)	110
18	Столеру Д.А. (МЛ01-24-2Мн) «Визначення впливу контраційного та температурного інтервалу твердіння на процеси утворення твердої фази в сталевих виливках з вмістом вуглецю до 1,3%» (кер. проф. Хричиков В.Є.)	111
19	Сторчай Р.Г. (МЛ01-24-2Мн) «Визначення впливу процесу твердіння прокатних валків з нестандартними розмірами бочки і шийок на утворення теплових вузлів» (кер. проф. Хричиков В.Є.)	111
20	Шевченко А.С. (МЛ01-24-2Мн) «Дослідження використання різних складів екзотермічних сумішей для обігріву надливу чавунних прокатних валків» (кер. проф. Хричиков В.Є.)	112
21	Мещеряков О.В. (МЛ03-24М) «Розробка технології виготовлення виливках ритон «Баран»» (кер. проф. Меньяло О.В.)	112
22	Дуда Є.О. (МЛ01-24-М) «Визначення об'ємної усадки чавунних прокатних валків» (кер. проф. Меньяло О.В.)	112
23	Кітов О.С. (МЛ03-24М) «Розробка технологічного процесу виготовлення художнього виробу «Купальниця»» (кер. проф. Меньяло О.В.)	113
24	Корнієнко В.С. (МЛ03-24М) «Розробка технології виготовлення барельєфу «Янголятко»» (кер. проф. Меньяло О.В.)	113
25	Олексієнко Р.А. (МЛ01-24-2Мн) «Розробка технологічного процесу виготовлення художнього виливках «Велика черепаха»» (кер. доц. Мазорчук В.Ф.)	114
26	Фурдуй І.М. (МЛ03-24М) «Дослідження технологічних властивостей керамічних оболонкових форм, що виготовлені з використанням відходів металургійного виробництва» (кер. доц. Мазорчук В.Ф.)	114
27	Чорний М.В. (МЛ01-24-2Мн) «Дослідження властивостей вогнетривких формувальних сумішей на основі золи-виносу» (кер. доц. Мазорчук В.Ф.)	115
28	Бурахін А.С. (МЛ01-24-М) «Внутрішньоформенне модифікування валкових чавунів» (кер. доц. Хитько О.Ю.)	115
29	Мацерук І.М. (МЛ01-24-2Мн) «Лиття бюгельних конструкцій зубних протезів», (кер. доц. Хитько О.Ю.)	116
	Секція «Машинобудування»	116
	Підсекція «Галузеве машинобудування»	116
1	Плішак Ю. О. (ПМ2421) «Перспективи використання газобалонного обладнання для дизельних двигунів» (кер. доц. Анофрієв П. Г.).	116
2	Коток Б.О. (ПМ2312) «Про модернізацію пересувних ремонтних засобів»	117

	(кер. доц. Богомаз В.М.)	
3	П'ятков С.К. (АГ2421) «Підвищення маневреності автопоїзда за рахунок модернізації ходового обладнання» (кер. асист. Брильова М.Г.)	118
4	Пікало А.О. (ПМ2421) «Розробка фізичної моделі універсального відвала бульдозера для наукових досліджень» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	119
5	Василенко Є.І. (ПМ2212) «Розробка міні екскаватора для будівництва фортифікаційних споруд. Розробка робочого обладнання пряма лопата» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	120
6	Москалюк В.С. (ПМ2212) «Розробка міні екскаватора для будівництва фортифікаційних споруд. Розробка робочого обладнання зворотна лопата» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	121
7	Федоренко О.В. (ПМ2212) «Розробка міні екскаватора для будівництва фортифікаційних споруд. Розробка опорно-ходового пристрою» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	122
8	Новіков С.І. (ПМ23130) «Модернізація робочого обладнання гідравлічного екскаватора» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	123
9	Сорока Є.О. (АГ22160) «Дослідження технологічних процесів безпечної експлуатації та цільового застосування групи автотранспортних засобів» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	124
10	Гриньов С.П. (АГ2426) «Дослідження і розробка технологічних процесів ремонту гідроциліндрів автомобілів» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	126
11	Лісний В.А. (АГ2421) «Дослідження і розробка гідравлічного обладнання автосамоскидів» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	128
12	Філоненко А.С. (АГ2421) «Дослідження і розробка механізмів керування заднім бортом вантажних автомобілів» (кер. доц. Главацький К.Ц.).	130
13	Новіков С. І. (ПМ23130) «PVD/CVD-покриття в машинобудуванні: ефективність, доцільність та перспективи розвитку» (кер. доц. Плітченко С.О.).	132
14	Тищенко Е. О. (ПМ2311) «Особливості 3D-друку виробів з нейлону» (кер. доц. Плітченко С.О.).	133
15	Безнощенко Є.Ф. (ПМ2426) «Моніторинг технічного стану дизельних двигунів будівельних машин і його екологічне значення» (кер. доц. Щека І.М.).	134
16	Пономаренко Д.А. (ПМ 2426) «Обґрунтування технічної та економічної доцільності формування ремонтних комплектів на етапі проектування машин» (кер. доц. Щека І.М.).	135
17	Агеев Я. В. (ПМ2212) «Проведення технічного обслуговування автомобільної техніки в обмежених часових умовах» (кер. викл. Приймак М.В.).	136
18	Горобець Д. С. (ПМ2211) «Рациональне та безпечне використання паливно-змащувальних матеріалів при експлуатації колійних машин» (кер. доц. Боренко М.В.).	137
19	Косенко Д. С. (АГ2421) «Підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів шляхом модернізації технічного обслуговування електрообладнання» (кер. ст. викл. Черкудінов В.Е.).	138
20	Марченко В. А. (АГ2421) «Сучасні технології відновлення карданного валу автомобіля» (кер. ст. викл. Черкудінов В.Е.).	138
21	Телятник І. С. (АГ2421) «Вплив конструктивних та динамічних параметрів автомобіля на його коливальні властивості» (кер. ст. викл. Черкудінов В.Е.).	139
22	Брильов Р.А. (ПМ2311) «Проект гідростанції змінної продуктивності та	140

	регулюванні по постійній потужності для установки статичного проколювання ґрунту» (кер. доц. Посмітюха О.П.).	
23	Гальонко І. П. (ПМ2212) «Проект лебідки для важкого дрона-гексокоптера» (кер. доц. Посмітюха О.П.).	141
24	Москалюк В.С. (ПМ2212) «Дослідження здатності підрозділів Держспецтранс служби виконувати аварійні роботи при розчищенні колії для виконання завдань технічного прикриття логістичних шляхів» (кер. доц. Боренко М.В.).	142
25	Просоленко В.М.(МБ01-) «Дослідження динаміки руху елементів еластичного карткового сита» (кер. доц. Кононов Д.О.).	143
26	Джабраїлов М.Р. (МБ01-25м) «Дослідження технологічних показників роботи вібраційного грохота з еластичними ситами»(кер. доц. Кононов Д.О.)	144
27	Шалевський Д.М. (МБ01-24м) «Дослідження роботи гідросистеми прошевного пресу у період розгону прошивної траверси» (кер. доц. Мазур І.А.)	144
28	Перевертайло Є.Е. (МБ01-24м) «Дослідження динамічних процесів у гідросистемі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з ковшів» (кер. доц. Мазур І.А.)	146
29	Трофімчук П.О. (МБ01-25м) «Дослідження навантаженості механізму повороту конвертера ємністю 250 тон» (кер. доц. Гануш В.І.).	147
30	Гаврилюк Д.О.. (МБ01-24м) «Дослідження навантаженості вузла чорнового барабану стану для волочіння проволони» (кер. доц. Гануш В.І.)	148
31	Горб Д.С. (МБ02-24м) «Забезпечення ресурсу гідравлічних насосів модифікації НШ-К удосконаленням ремонтно-технологічних процесів» (кер. доц. Мельянцов П.Т.)	149
32	Ключник Є.О. (МБ02-24м) «Підвищення якості припрацювання деталей спряжень аксіально-поршневих гідромашин удосконаленням технології їх обкатки» (кер.: доц. Мельянцов П.Т.)	150
33	Яйчук О.О. (аспірант), Васькін Д.С. (МБ01-24м) «Проблеми експлуатації машин для перевезення рідкого шлаку» (кер. доц. Поворотній В.В.)	150
34	Горбатенко І.В. (МБ01-24м) «Порівняльний аналіз технологічних можливостей триконусного і безконусного завантажувальних устроїв доменної печі» (кер. доц. Толстіков Г.І.)	153
35	Сьомік К.І. (МБ01-24м) «Порівняння конструктивних особливостей і довговічності станин робочих клітей станів ХПТ прямокутної та раціональної форми» (кер. доц. Толстіков Г.І.).	153
36	Гончаров М.Д. (МБ02-25м) «Оптимізація процесу притирання деталей у машинобудуванні» (кер. ст. викл. Лосіков О.М.)	154
37	Каманов Я.Г. (МБ02-24м) «Оптимізація технологічного процесу виготовлення колінчастого вала з урахуванням вимог до точності та зносостійкості» (кер. ст. викл. Сидоренко В.К.)	155
38	Бородін А.Д. (МБ02-25м) «Аналіз конструкції головних передач сідлових тягачів з прогнозуванням їх експлуатаційної надійності» (керівник к.т.н., проф. Маліч М.Г.)	156
39	Соболевський Є.В. (МБ02-25м) «Проблеми та перспективи розвитку екологічних складових автомобільного транспорту» (кер. ст. викл. Сидоренко В.К.)	157
	Секція «Інженерна механіка»	159
	Підсекція «Технічна механіка»	159
1	Самков С.О. (ЛГ2411) «Дослідження поздовжньої навантаженості вагонів-	159

	цистерн при гальмуванні» (кер. доц. Урсуляк Л. В.).	
2	Бутко А.А. Коваленко Д.І. (ПМ2412) «Оцінка безпеки в транспортній галузі» (кер. доц. Недужа Л.О.)	160
3	Хрипко І.С. (МТ2212), «Удосконалення конструкції мобільного окопного укриття для захисту особового складу всу від сучасних засобів ураження» (кер. доц. Костриця С.А.)	161
4	Козапетов А.А. (МЛ01-24) «Ключові переваги композитних матеріалів у машинобудуванні» (кер. доц. Каряченко Н.В.)	162
5	Шевцов С.О. (МТ2211) «Наближені методи розрахунку багатоповерхових і багатопрольотних рам» (кер. ст. викл. Федоров Є.Ф.)	162
6	Щербина Р.О. (МБ01-23т) «Зниження осьових сил при прокатці на станах холодної пильгерної прокатки труб за допомогою зубчасто-важільного механізму приводу валків» (кер. доц. Сьомічев А.В.)	163
	Підсекція «Прикладна механіка»	164
1	Євлашевич Є.М. (ІМ01-24м) Технологія відновлення пластикових деталей машин методом 3D-друку із застосуванням зворотного реінжинірингу (кер. ст. викл. Бончук С.В.)	164
2	Устименко А.К. (ІМ01-24м) Технологічне забезпечення зносостійкості силового гвинта лещат у контексті концепції сталого виробництва (кер. доц. Бондаренко С.В.).	166
3	Костюков В.В. (ІМ01-22т) Симуляція процесів наладки та програмування верстатів з ЧПК (кер. ст. викл. Карабут В.М.)	166
4	Шаповалов О.Р. (ІМ01-24) Створення розкадровок та анімації моделей в Autodesk Inventor Professional (кер. ст. викл. Вишневецький І.В.)	167
5	Васін А.А., (ІМ901-24м) Відновлювальні можливості електроіскрового відновлення оправок стану холодної прокатки (кер. доц. Негруб С.Л.).	167
6	Гладкий О.Ю. (ІМ01-24м) Електрошлакове лиття як спосіб отримувати великогабаритні заготовки (кер. доц. Негруб С.Л.)	168
	Секція «Економіка та підприємництво»	168
	Підсекція «Економіка»	
1	Головко О. М. (МО2421) «Формування сучасної системи управління клієнтськими потоками в торговельному бізнесі України» (кер. доц. Задоя В. О.)	168
2	Засуха В. О. (МО2421) «Сучасні підходи до формування конкурентної стратегії розвитку українських торговельних мереж» (кер. доц. Задоя В. О.)	169
3	Лоза О. С. (МО2421) «Антикризове управління як інструмент зміцнення конкурентоспроможності бізнесу в Україні» (кер. доц. Задоя В. О.)	170
4	Марценюк М. М. (МО2421) «Антикризові стратегії українських корпорацій як інструмент підвищення адаптивності в умовах війни та економічної турбулентності» (кер. доц. Задоя В. О.)	171
5	Ігнашкін В. О. (аспірант) «Стосовно врахування податку на додану вартість в грошових потоках при оцінюванні ефективності інвестиційних проєктів» (кер. проф. Довбня С. Б.).	171
6	Нудная М. О. (ЕП901-24М) «Сутнісна характеристика ресурсного потенціалу підприємства» (кер. доц. Ігнашкіна Т.Б.).	172
7	Ємельянов О.В. (аспірант) «Порівняння моделей фінансування сфери водопостачання і водоочищення в Україні та країнах G7» (кер. доц. Педько А.Б.).	174
8	Бодня Д.А. (аспірант) «Цифровізація бізнес-процесів як важлива складова ефективної роботи підприємства» (кер. доц. Гулик Т.В.).	175
9	Распопов О.С (аспірант) «Організаційно-економічний механізм інвестування	176

	промислового підприємства» (кер. доц. Ігнашкіна Т.Б.).	
10	Чернишев Я.Р. (ЕП01-22) «Актуальні теоретичні концепції стимулювання праці в системі менеджменту персоналу» (кер. доц. Гулик Т.В.).	178
11	Коваленко Ю.С. (ЕП01-24М) «Брендинг в умовах військового стану» (кер. доц. Семенова Т.В.).	180
12	12.Божко В.В. (ЕП01-24М) «Релокація промислового бізнесу: аналіз закордонного і вітчизняного досвіду» (кер. доц. Педько А.Б.)	181
13	Корнєєв О.В. (ЕП01-24М) «Визначення ефективності зовнішньоекономічної діяльності підприємства» (кер. доц. Семенова Т.В.).	182
14	Нальотов А.Р. (ЕП01-24М) «Удосконалення стратегічного менеджменту асортиментної політики підприємства в умовах конкурентного ринкового середовища» (кер. доц. Гулик Т.В.).	184
15	Андрєєв С.Є. (ЕП01-24М) «Деякі питання автоматизації виробничих процесів в українських компаніях » (кер. доц. Педько А.Б.).	185
16	Дубіков Р. Є (ЕП01-24М) «Підходи до оцінювання фінансової стійкості підприємства» (кер. старший викладач Найдовська А. О.)	186
17	Мельник М.В. (ЕП01-24М) «Оцінка конкурентоспроможності компаній за допомогою штучного інтелекту» (кер. доц. Педько А.Б.).	188
18	Балачук В. Д. (МО2211) «Мотивація логістичного персоналу» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	189
19	Балачук В. Д. (МО2211) «Організація інтегрованих виробничих систем у просторі» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	190
20	Бондарєва С. В. (МО2211) «Надійність у логістичних системах. Страхування ризиків» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	191
21	Бондарєва С. В. (МО2211) «Операційна стратегія у сфері послуг» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	193
22	Бровко Д. С. (МО2211) «Робоче місце як первинна ланка організації виробничого процесу» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	194
23	Бровко Д. С. (МО2211) «Інформаційні технології у логістичних ланцюгах» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	195
24	Будяк Ю. Г. (ТМ24120) «Особливості страхування туристів та туристичних організацій» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	197
25	Якимець А. О. (МО23120) «Логістика та її роль у підвищенні конкурентоспроможності підприємства» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	198
26	Якимець А. О. (МО23120) «Конкурентоспроможність продукції та методи її оцінки» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	199
27	Якимець В. О. (МО23120) «Логістичні ризики: види, класифікація та методи обліку» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	201
28	Якимець В. О. (МО23120) «Сучасні виробничі структури підприємств та принципи їх побудови» (кер. доц. Гребенюк Г. М.)	203
29	Гаркуша Д.Л. (ТМ23120) «Напрями розвитку екологічного туризму в Україні» (кер. проф. Марценюк Л.В.)	204
30	Якимець В.О. (МО23120) «Напрями безбар'єрності на залізничному транспорті» (кер. проф. Марценюк Л.В.)	206
31	Якимець А.О. (МО23120) «Криза персоналу на залізничному транспорті та напрями її подолання» (кер. проф. Марценюк Л.В.)	208
32	Балачук В. Д. (МО2211) «Перспективи розвитку виробництва високотехнологічного взуття для військових» (кер. проф. Чаркіна Т. Ю.)	210
33	Клепалова В.В. «Аналіз можливостей запровадження нормативної собівартості навчання» (кер. доц. Герасимова О.Л.)	211

34	Горєвий Є.І. (ДНз-25мн) «Маркетингова стратегія як основа успіху девелоперської діяльності» (кер. доц. Фісуненко П.А.)	213
35	Орел М.В.(ДН-25мн) «Вплив нестабільності розвитку ринку нерухомості на механізм ревіталізації територій дніпропетровської області» (кер. доц. Фісуненко П.А.)	215
36	Євтушенко І.А. (ДН-25мн) «Цифрова трансформація: перспективи для сфери девелопменту» (кер. доц. Фісуненко П.А.)	216
37	Сорока О.А.(ДН-25мн) «Взаємозв'язок девелопменту нерухомості та територіального маркетингу» (кер. доц. Фісуненко П.А.)	218
38	Воробйов Ю.Я.(аспірант) «Сучасні тенденції в підборі персоналу: стратегії провідних компаній» (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.)	220
	Підсекція «Фінанси, банківська справа та страхування»	222
1	Юдкін Є.О. (БО2421) «Оптимізація обліку та аудиту кредитних операцій банку в умовах воєнного стану» (кер. доц. Дронь М.А.)	222
2	Шибінський М.О. (УФ2421) «Стан та перспективи розвитку банківської системи України» (кер. доц. Матусевич О.О.)	223
3	Небоян К.О. (ФК2211) «Управлінська підзвітність як основа внутрішнього контролю бюджетних установ» (кер. доц. Топоркова О. А.)	224
4	Река К.М. (ФК23120) «Впровадження контролінгу в практику управління бюджетною установою» (кер. доц. Топоркова О. А.)	225
	Підсекція «Облік і аудит»	226
1	Ніколенко Ю.Г. (БО2426) «Удосконалення обліку та контролю виробничих запасів на промисловому підприємстві за допомогою методу Just-in-time» (кер. ст. викл. Ломтева І.М.)	226
2	Старіченко І.О. (БО2426) «Удосконалення обліку та аналізу оплати праці на залізничному підприємстві із використанням КРІ» (кер. ст. викл. Ломтева І.М.)	228
3	Ільїн О.Д. (АС0022) «Адаптація облікових даних суб'єктів ЗЕД до вимог інтегрованої звітності та сталого розвитку» (кер. доц. Топоркова О. А.)	230
4	Силкін А.С. (БО2421) «Удосконалення формування товарно-транспортних накладних шляхом переходу з паперового документу на цифровий файл» (кер. доц. Топоркова О. А.)	231
5	Хомич В.В. (БО2421) «Використання блокчейн-технологій у сфері фіскального регулювання як інструмент забезпечення прозорості даних» (кер. доц. Топоркова О. А.)	232

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ПІДСЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА»

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Русакевич С.Р., керівник Тимошенко Л.С.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток сучасних мобільних мереж характеризується стрімким зростанням обсягів переданого трафіку, збільшенням кількості підключених пристроїв та підвищенням вимог користувачів до швидкості обміну інформацією. Затримка передачі даних (latency) стає одним із ключових показників якості роботи мережі, що безпосередньо впливає на ефективність функціонування сервісів реального часу – таких як відеоконференції, онлайн-ігри, автономний транспорт та системи Інтернету речей (IoT). Тому пошук і впровадження інноваційних технологій для зменшення затримок є пріоритетним завданням сучасних телекомунікаційних систем.

Одним із провідних напрямів зниження затримок є застосування технологій Edge Computing – обчислень на периферії мережі. Її суть полягає у перенесенні обробки даних ближче до кінцевого користувача, що дозволяє скоротити час, необхідний для передачі інформації до віддалених дата-центрів. Завдяки цьому зменшується навантаження на магістральні канали зв'язку, підвищується стабільність з'єднання та забезпечується швидкий відгук систем. Зокрема, у мобільних мережах п'ятого покоління (5G) технологія Multi-access Edge Computing (MEC) стала ключовим елементом архітектури, який дозволяє досягти затримки менше 10 мілісекунд. Це створює можливості для розвитку таких напрямів, як інтелектуальний транспорт, промислові мережі та розумні міста.

Важливим компонентом підвищення ефективності обробки та передачі даних у мобільних мережах є використання штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML). Ці технології дають змогу прогнозувати навантаження на мережу, динамічно розподіляти ресурси та оптимізувати маршрути передачі трафіку в реальному часі. Застосування інтелектуальних алгоритмів керування дозволяє не лише зменшити затримки, але й підвищити енергоефективність мережевого обладнання. У поєднанні з технологіями Edge Computing, алгоритми штучного інтелекту забезпечують адаптивну реакцію системи на зміну умов навколишнього середовища та користувацької активності.

Ще однією інноваційною складовою сучасних мобільних систем є віртуалізація мережевих функцій (NFV) та мережеве програмно-визначене керування (SDN). Завдяки цим технологіям з'являється можливість централізовано керувати трафіком і гнучко змінювати маршрути передачі даних. SDN розділяє функції управління та пересилання трафіку, що забезпечує швидке реагування на перевантаження або відмови окремих вузлів. У свою чергу, NFV дозволяє реалізовувати мережеві сервіси на віртуальних платформах без потреби у фізичному перепідключенні пристроїв, що значно скорочує час реакції системи.

Суттєву роль у мінімізації затримок відіграє також використання технології 5G та підготовка до впровадження 6G. 5G забезпечує значно більшу пропускну здатність і менший рівень латентності порівняно з попередніми поколіннями. Її архітектура побудована на принципі гнучких мережевих зрізів (network slicing), що дозволяє виділяти окремі віртуальні сегменти для різних типів сервісів – від масових IoT до критичних систем зв'язку з ультранизькою затримкою. Очікується, що технології 6G

ще більше знизять час реакції мережі до рівня 1 мс, завдяки інтеграції квантових комунікацій, голографічного зв'язку та інтелектуальних поверхонь, які керують поширенням сигналу.

Крім технічних аспектів, важливою умовою зниження затримок є оптимізація розміщення серверів та вузлів зв'язку. Створення розподілених центрів обробки даних на регіональному рівні забезпечує скорочення фізичної відстані між користувачем та точкою обробки запиту. Для цього оператори мобільних мереж активно співпрацюють із провайдерами хмарних сервісів, інтегруючи ресурси Edge Cloud у власну інфраструктуру.

Таким чином, зменшення затримок передачі даних у мобільних мережах досягається комплексним впровадженням інноваційних технологій – від архітектурних рішень на рівні мережі (Edge Computing, SDN, NFV) до інтелектуальних алгоритмів керування трафіком. Це не лише покращує користувацький досвід, а й відкриває нові можливості для розвитку критичних застосувань, зокрема в медицині, транспорті, енергетиці та промисловому виробництві. Перспективи подальших досліджень полягають у створенні інтегрованих платформ для спільного використання обчислювальних ресурсів і забезпеченні надійного, стабільного зв'язку з мінімальними затримками.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ІОТ-СИСТЕМИ У МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ: ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ

Янов М.В., керівник Тимошенко Л.С.

Український державний університет науки і технологій

Сучасний розвиток інформаційних технологій, зокрема Інтернету речей (ІоТ), зумовлює стрімке зростання кількості пристроїв, підключених до глобальної мережі. За прогнозами аналітиків, до кінця десятиліття кількість ІоТ-пристроїв перевищить десятки мільярдів. Таке масштабне розширення екосистеми призводить до зростання енергоспоживання, що створює як технічні, так і екологічні виклики. Енергоефективність стає одним із ключових критеріїв проектування сучасних ІоТ-систем, особливо в умовах мобільних мереж п'ятого та майбутнього шостого покоління.

ІоТ-пристрої, на відміну від звичайних комп'ютерних систем, часто мають обмежені ресурси живлення та обчислювальні можливості. Вони працюють автономно, використовуючи батареї або джерела енергії з навколишнього середовища. Тому тривалість їх роботи без підзарядки безпосередньо залежить від ефективності використання енергоресурсів під час обміну даними з мережею. У цьому контексті мобільні мережі нового покоління відіграють важливу роль у зменшенні енергоспоживання завдяки впровадженню технологій оптимізації передавання, динамічного розподілу ресурсів і локальної обробки даних.

Одним із найперспективніших напрямів підвищення енергоефективності є використання технології Edge Computing, що дозволяє переносити обробку даних ближче до місця їхнього виникнення. Завдяки цьому зменшується потреба у передачі великих обсягів інформації на віддалені сервери, що скорочує енергозатрати на комунікацію. Крім того, використання локальних обчислювальних вузлів забезпечує швидший відгук системи, підвищуючи її стабільність і зменшуючи затримки. У мобільних мережах 5G це реалізується через архітектуру Multi-access Edge Computing (МЕС), що поєднує гнучке управління ресурсами та інтелектуальну маршрутизацію даних.

Ще одним ефективним напрямом розвитку енергоощадних ІоТ-систем є впровадження технологій штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML). Вони

дозволяють прогнозувати поведінку користувачів і навантаження на мережу, оптимізуючи передачу даних у режимі реального часу. Алгоритми AI здатні аналізувати роботу тисяч пристроїв, визначати оптимальні періоди активності та сплячого режиму, що дає змогу мінімізувати споживання енергії без втрати продуктивності. Наприклад, у системах розумного міста інтелектуальні контролери вуличного освітлення активуються лише за наявності руху, а сенсори екологічного моніторингу передають дані лише при зміні параметрів середовища.

Суттєвий внесок у розвиток енергоефективних IoT-рішень роблять нові стандарти бездротового зв'язку. Технології, такі як NB-IoT (Narrowband Internet of Things) і LTE-M, спеціально створені для пристроїв з низьким енергоспоживанням та малою швидкістю передачі даних. Вони забезпечують тривалий час автономної роботи пристроїв – до 10 років без заміни батареї. Ці технології оптимізовані для передачі коротких повідомлень і роботи в умовах слабого сигналу, що робить їх ідеальними для застосувань у сільському господарстві, логістиці та промисловості.

Окрім технічних рішень, важливу роль у підвищенні енергоефективності відіграє архітектурна оптимізація систем IoT. Використання гібридних моделей, де частина даних обробляється на периферії мережі, а інша – у хмарних центрах, дозволяє досягти балансу між швидкістю, точністю та енерговитратами. Водночас інтеграція відновлюваних джерел енергії – наприклад, сонячних панелей або систем збору енергії з вібрацій – сприяє створенню автономних, екологічно чистих IoT-пристроїв.

Проте попри значні досягнення, існують і певні виклики. Серед них – складність у забезпеченні стабільного енергопостачання для великої кількості пристроїв, необхідність стандартизації протоколів обміну даними, а також потреба у масштабованих алгоритмах енергокерування. Важливою тенденцією є перехід до когнітивних IoT-систем, здатних самостійно визначати найефективніші способи комунікації та адаптуватися до змін умов мережі.

Отже, формування енергоефективних IoT-систем у мобільних мережах є стратегічним напрямом розвитку сучасних телекомунікаційних технологій. Інтеграція Edge Computing, штучного інтелекту, спеціалізованих бездротових стандартів і автономних джерел енергії створює передумови для побудови стійких, екологічно безпечних та інтелектуальних мереж майбутнього. Подальші дослідження у цій галузі повинні бути спрямовані на розробку адаптивних алгоритмів енергокерування, удосконалення протоколів комунікації та впровадження комплексних рішень для зменшення енергоспоживання у масштабних IoT-екосистемах.

ПРОЄКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ «ШКОЛА АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ВАЛЕРІЯ СОЛОВОВА» ТА ЇЇ ЗАХИСТ Кабринська А.А., керівник доц. Пахомова В.М. Український державний університет науки і технологій

На сучасному етапі бази даних становлять невід'ємну складову діяльності різних організацій, зокрема навчальних закладів, приватних підприємств навчання та педагогічних фірм, що надають освітні послуги в різних форматах (очному, дистанційному та змішаному). Відповідні бази даних містять широкий спектр інформації: від конфіденційних даних учнів і викладачів до власної бізнес-аналітики, роблячи їх головною мішенню для кібератак, які постійно посилюються під час повномасштабного вторгнення та умовах воєнного положення, що підтверджує актуальність теми.

При проектуванні бази даних «Школа англійської мови Валерія Соловова» вивчено предметну область та зібрано наступну інформацію: дані про учнів (ПІБ, Вік,

Мобільний телефон, Електронна пошта, Рівень підготовки та ін.); дані про викладачів (ПІБ, Стаж, Категорія, Мобільний телефон, Електронна пошта та ін.); дані про заняття (Вид заняття, Курс, Група, Форма навчання, Засіб проведення, Дата проведення, Час проведення, Вартість та ін.). Основною задачею, що обмірковується в процесі проєктування бази даних, являється задача нормалізації її відношень. При проєктуванні бази даних «Школа англійської мови Валерія Соловова» використаний метод нормальних форм, який є чітким математичним засобом. Нормалізація має цілий ряд переваг: найкраща загальна організація бази даних; скорочення кількості непотрібних повторень даних; узгодженість даних усередині бази даних; більш гнучка структура бази даних; ефективні можливості забезпечення безпеки та надійності бази даних.

Побудову бази даних виконано з використанням додатку MySQL Workbench, можливості якого цілком достатні для більшості операцій із загальними та просунутими базами даних, таблицями та записами. Основними цілями заходів захисту бази даних «Школа англійської мови Валерія Соловова» є забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації. Атаки (DDoS атаки, атаки зловмисного програмного забезпечення, атаки на резервні копії) та внутрішні загрози (навмисні та ненавмисні) на базу даних можуть призвести до наступних наслідків: втрата даних та порушення роботи самої школи, тому необхідно впроваджувати надійні засоби контролю безпеки бази даних: адміністративні засоби контролю; превентивний контроль та засоби виявлення загроз.

РЕАЛІЗАЦІЯ ДИСКРЕЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДОСТУПУ ДО ОБ'ЄКТІВ БАЗИ ДАНИХ РОЗТАШУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Колодій Д.О., керівник доц. Пахомова В.М.

Український державний університет науки і технологій

Під час воєнних дій захист інформації про розташування та стан військової техніки набуває критичного значення для забезпечення національної безпеки України. Несанкціонований доступ до таких даних призводить до розкриття маршрутів, втрати інформаційної переваги, завдання ударів по уразливих об'єктах – це становить загрозу для обороноздатності держави і, в свою чергу, потребує розробки надійних систем контролю доступу до баз даних військового призначення, що підтверджує актуальність теми.

При створенні бази даних вивчено предметну область та зібрано наступну інформацію: дані про військову техніку (інвентарний номер, тип, модель, рік випуску, технічний стан, стан бойової готовності, дата оновлення даних); дані про розташування (широта, довгота, висота, назва об'єкту, зона відповідальності, стан, дата останньої зміни); дані про підрозділи (найменування, командир, чисельність, тип, час автономності, автономність обслуговування); дані про користувачів (ПІБ, посада, структурний підрозділ, рівень доступу, дата реєстрації, статус активності). При проєктуванні бази даних розташування військової техніки використано метод нормальних форм, в основі якого використання математичного апарату відношень, що дозволило позбутися явного та неявного надлишкового дублювання даних, а також аномалій оновлення відношень. Усі результуючі відношення, що надходять до загальної структури спроектованої бази даних, відповідають вимогам нормальної форми Бойса-Кодда (БКНФ).

Створену базу даних призначено щодо використання представниками командного складу, офіцерами штабів, а також відповідальним особам з логістики та аналітики безпеки. Кожній категорії користувачів присвоюється фіксований набір прав (читання, запис, модифікація, видалення) згідно з їх посадою та функціями. Основний механізм

контролю доступу реалізується на основі дискреційної моделі (Discretionary Access Control, DAC) засобами SQL, що дозволяє гнучко налаштовувати доступ на рівні кожного запису (наприклад, окремо для конкретної одиниці техніки чи конкретного розташування) з використанням списку контролю доступу (Access Control List, ACL), списку записів доступу (Access Control Entries, ACE), де для кожного об'єкту визначено: які суб'єкти (користувачі або групи) мають які саме права (читання, запис, модифікація, видалення). У якості формального методу аналізу прав поширення доступу передбачається використання Take-Grant моделі (контрактно перевіряти: чи не може користувач отримати непрямий доступ через передачу прав). Крім того, планується реалізація гібридної моделі захисту: модель DAC доповнюється елементами ролей (Role-Based Access Control, RBAC), тобто користувачам із тієї самої ролі автоматично присвоюються базові права (наприклад, усім офіцерам штабу надається набір стандартних прав).

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ: ЛОГІСТИКА ТА КІБЕРБЕЗПЕКА

Колодяжна М.О., керівник доц. Пахомова В.М.

Український державний університет науки і технологій

На сучасному етапі залізничний транспорт залишається найбільшою та вагомою складовою транспортної інфраструктури, і потребує впровадження ІТ-рішень в умовах воєнного стану для управління логістикою та забезпечення кібербезпеки, що підтверджує актуальність теми.

У країнах із розділеною структурою управління залізницями, де інфраструктурний менеджер та оператори перевезень функціонують окремо, виникають складнощі координації. Попри існування європейського стандарту TAF/TAP TSI (Telematic Applications for Freight/Passenger – Technical Specification for Interoperability), практична реалізація обміну даними між операторами залишається обмеженою. У деяких країнах, зокрема в Індії, експерименти з використанням систем штучного інтелекту для управління логістикою показали, що без поетапної адаптації такі рішення можуть створювати додаткові операційні труднощі. Сучасні проблеми залізничного транспорту вимагають комплексного підходу до цифровізації, що включає розробку уніфікованих стандартів обміну даними, впровадження систем прогнозової аналітики та створення інтегрованих платформ для координації між усіма учасниками транспортного процесу.

Міжорганізаційний обмін даними, зокрема у залізничній галузі при використанні стандарту railML, вимагає також значної уваги. У таких системах Infrastructure Manager та Railway Undertaking потребують доступу до спільної бази даних, але кожна сторона повинна бачити лише релевантну для неї частину інформації. Оператор інфраструктури не має права доступу до комерційних даних перевізника, а перевізник не повинен отримувати конфіденційну технічну інформацію про всю інфраструктуру. Використання моделі Zero Trust дозволить реалізувати таку гранульовану сегментацію даних, де навіть довірені партнери будуть мати доступ виключно до необхідного мінімуму інформації, що забезпечує підвищення рівня інформаційної безпеки, зменшує ризики від внутрішніх загроз та створює прозору систему контролю доступу до критичних даних.

Використання ІТ-технологій в комп'ютерних мережах, що складають основу інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) на залізничному транспорті України, з одного боку, мають потенціал вирішити цілий ряд логістичних завдань, але з іншого боку, становляться мішенню для різноманітних кібератак, які постійно посилюються під час повномасштабного вторгнення та в умовах війни. Відповідно до цього задача

своєчасного виявлення мережевих атак на комп'ютерну мережу з використанням нейромережних технологій є не менш важливою. Виконаний огляд показав можливість щодо виявлення мережевих атак на комп'ютерну мережу наступних нейронних засобів: багатошарового персептрону (Multi Layer Perceptron, MLP); самоорганізуючої карти Кохонена (Self Organizing Maps, SOM); радіально-базисної мережі (Radial Basis Function Network, RBF), нейронечіткої мережі (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS), а також їх комбінації. Виконаний огляд також показав доцільність використання дворівневого підходу щодо виявлення атаки: визначення мережевої категорії атаки (на першому рівні); визначення мережевого класу атаки відповідно до категорії (на другому рівні), що потребує проведення додаткових досліджень з використанням даних із існуючої відкритої бази NSL-KDD для створення навчальних і тестових вибірок відповідних нейронних і нейронечітких мереж при визначенні їх оптимальних параметрів.

ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК КАТЕГОРІЇ DOS ЗАСОБАМИ БАГАТОШАРОВОГО ПЕРСЕПТРОНУ

Тимчак Д.В., керівник доц. Пахомова В.М.

Український державний університет науки і технологій

В основі інформаційно-телекомунікаційної системи залізничного транспорту лежать комп'ютерні мережі, захист яких від кібератак стає ключовим елементом інформаційної безпеки. Через еволюцію атак традиційні методи їх виявлення втрачають ефективність. Для підвищення ефективності виявлення ситуацій, що пов'язані з можливими вторгненнями в комп'ютерні мережі, на сучасному етапі доречно використання нейронних і нейронечітких мереж, що підтверджує актуальність теми.

Однією з найшкідливіших атак є відмова в обслуговуванні, коли зловмисник намагається паралізувати доступ до сервісів шляхом переповнення ресурсів мережі чи сервера. Відомо, що до мережевої категорії DOS надходять наступні мережеві класи атак: Back, Land, Neptune, Pod, Smurf, Teardrop.

Виконаний огляд нейронних мереж щодо виявлення мережевих атак, серед яких: багатошаровий персептрон (MLP, Multi Layer Perceptron); радіально-базисна мережа (RBF, Radial Basis Function Network); самоорганізуюча карта Кохонена (SOM, Self Organizing Maps); нейронечітка мережа (ANFIS, Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System). У якості методу дослідження обраний математичний апарат багатошарового персептрону, що добре підходить для вирішення задачі класифікації та створений за допомогою пакету Neural Network Toolbox системи MatLAB для виявлення мережевих класів атак категорії DOS. Для створення вибірок (навчальної, тестової та валідаційної) використана відкрита база даних NSL-KDD з параметрами мережевого трафіку.

На створеному багатошаровому персептроні проведено дослідження середньоквадратичної похибки та кількості епох його навчання при різних кількості прихованих нейронів за різними алгоритмами навчання: Levenberg-Marquardt; Bayesian Regularization; Scaled Conjugate Gradient на вибірках різної довжини, що дозволяє визначити оптимальні параметри. На створеному багатошаровому персептроні при визначених оптимальних параметрах проведено оцінювання якості виявлення мережевих атак категорії DOS (помилки першого та другого роду).

**РОЗРОБКА ЗАХИЩЕНОЇ БАЗИ ДАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ВІРУСОВ,
СТВОРЕНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**
Фартушний В.М., керівник доц. Пахомова В.М.
Український державний університет науки і технологій

На сучасному етапі під час воєнного стану для підвищення ефективності виявлення ситуацій, які пов'язані з можливими вторгненнями в комп'ютерні мережі, що складають основу інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) залізничного транспорту України, доречно використання нейромережної технології, однак саме використання штучного інтелекту призводить також до появи нових типів комп'ютерних вірусів, що підтверджує актуальність теми.

Відомо, що нові типи комп'ютерних вірусів, які створені за допомогою штучного інтелекту: адаптивні віруси; віруси зі змінним шифруванням; генеративно-змагальні мережі (Generative Adversarial Networks, GAN); фішингові атаки з використанням NLP (Natural Language Processing); ботнети з автономним управлінням на базі штучного інтелекту, мають складні властивості та представляють загрозу для сучасних систем кібербезпеки. Відповідно до цього вивчено предметну область та зібрано наступну інформацію: дані про комп'ютерні віруси, що створені штучним інтелектом (назва, тип, конфігурація, навчання, принцип роботи, використання, дослідження та ін.), а також дані про методи протидії вірусам на основі штучного інтелекту (антивірусні системи на базі штучного інтелекту, поведінковий аналіз, динамічний аналіз у пісочницях, використання шифрування, двофакторна автентифікація, захист від соціального інжинірингу, хмарні рішення з активною протидією вірусам). Проектування довідкової бази даних комп'ютерних вірусів, що створені штучним інтелектом, виконано з використанням класичного методу нормальних форм. Отримані результуючі відношення, що надходять до загальної структури бази даних, відповідають вимогам нормальної форми Бойса-Кодда (БКНФ).

Розроблена довідкова база даних комп'ютерних вірусів, створених штучним інтелектом, потребує організації відповідного захисту: розуміння середовища загроз (атаки SQL-ін'єкцій, неавторизований доступ, шкідливе програмне забезпечення, витік даних); створення політики безпеки (документування обов'язків); використання шифрування; проведення регулярного аудиту безпеки та оцінки вразливостей; впровадження засобів превентивного контролю (вимкнути непотрібні служби, змінити стандартні імена та паролі облікових записів); навчання користувачів; створення надійного процесу виправлень та оновлень; резервне копіювання бази даних (правило резервного копіювання «3-2-1» рекомендує зберігати щонайменше три повні копії даних, дві з яких локальні, але на різних пристроях, а одну – за периметром).

**КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ БАЗИ ДАНИХ
«КАТАЛОГ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН СПЕЦІАЛЬНОСТІ F5»**
Чорний К.І., керівник доц. Пахомова В.М.
Український державний університет науки і технологій

На сучасному етапі бази даних складають основу інформаційно-пошукових систем, зокрема вищих навчальних закладів (ВНЗ). Такі бази даних містять широкий спектр інформації: від конфіденційних даних здобувачів і викладачів до власної аналітики ВНЗ, це потребує комплексного підходу до організації баз даних, що підтверджує актуальність теми.

Для створення бази даних «Каталог вибіркового дисциплін спеціальності F5» вивчено предметну область та зібрано наступну інформацію: дані про здобувачів (ПІБ,

Група, Мобільний телефон, Електронна пошта та ін.); дані про викладачів (ПІБ, Кафедра, Стаж, Посада, Мобільний телефон, Електронна пошта та ін.); дані про освітні програми спеціальності F5 (Назва освітньої програми, Група забезпечення якості, Гарант, Дата введення в дію та ін.); дані про вибіркові дисципліни (Назва дисципліни, Статус дисципліни, Курс, Кількість кредитів, Кількість годин, Форма здачі та ін.). Основною задачею, що обмірковується в процесі проєктування бази даних, являється задача нормалізації її відношень. При проєктуванні бази даних «Каталог вибірових дисциплін спеціальності F5» використаний метод «Нормальні форми», що надає можливість отримати результуючі відношення у нормальній формі Бойса-Кодда (НФБК). Проведена нормалізація дозволяє позбутися явного та неявного надлишкового дублювання даних, уникнути аномалій оновлення відношень (введення, редагування та видалення), а також забезпечити надійність та безпеку бази даних.

Комплексний підхід щодо організації безпеки створеної бази даних «Каталог вибірових дисциплін спеціальності F5» передбачає наступні практики: створення політики безпеки, зокрема документування обов'язків; впровадження суворого контролю доступу (автентифікація, дотримання принципу найменших привілеїв, контроль доступу на основі ролей, регулярна перевірка облікових записів користувачів та їхніх дозволів); використання шифрування; надійне резервне копіювання бази даних.

Створену базу даних доцільно використати при обрані здобувачем вибірових дисциплін.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕНЕДЖЕРА ПАРОЛІВ

Мілін Н.В., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Менеджер паролів – це програмний засіб для захищеного зберігання та керування паролів в зашифрованому вигляді. Дозволяє зберігати облікові дані, платіжну інформацію та інші конфіденційні відомості. Керування даними надається через головний пароль.

Основна функція менеджера паролів – створення складних, стійких до злому комбінацій символів, що унеможливають підбір паролю. Функція розпізнавання здатна виявити уразливі, слабкі та повторювані паролі, забезпечуючи вищий рівень захисту персональних даних у цифровому середовищі.

Необхідність створення менеджера паролів виникла через стрімке зростання онлайн-платформ і підвищення рівня кіберзагроз, що і призвело до ефективного способу збереження.

У час стрімкого розвитку новітніх технологій необхідним інструментом кожного користувача має бути менеджер паролів, який стане у нагоді задля безпечного захисту своїх персональних даних. Зростання популярності зумовлено їхньою здатністю ефективно захищати ваші облікові дані у цифровому просторі.

В рамках даної роботи пропонується розробити особистий менеджер паролів для персональних комп'ютерів, що покликаний буде забезпечити надійний захист особистих даних у цифровому просторі.

Програмне забезпечення створюється задля безпечного та ефективного комплексного збереження інформації користувача в зашифрованому вигляді, а також для автоматичного генерування складних паролів та додаткове виявлення слабких паролів.

Дане запропановане рішення спрямоване на зміцнення системи кіберзахисту та на необхідністю зниження витоку або втрати облікових даних користувачів.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ШКІДЛИВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Панін Д.В., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Шкідливе програмне забезпечення становить одну з головних загроз сучасним інформаційним системам. Для його виявлення, блокування та видалення використовуються антивірусні програми, які застосовують різні методи сканування.

Найпоширенішим є сигнатурний метод, що базується на пошуку відомих фрагментів вірусного коду – сигнатур. Він ефективний проти уже відомих загроз, але не дозволяє виявляти нові або модифіковані віруси. Метод перевірки цілісності ґрунтується на порівнянні контрольних хеш-значень файлів із початковими, що дає змогу визначити зміни в системі. Евристичний аналіз дозволяє розпізнавати невідомі віруси шляхом аналізу структури та поведінки програм, хоча іноді може давати хибні спрацювання. Поведінковий аналіз контролює дії програм у реальному часі, запобігаючи виконанню шкідливих операцій.

Найвищий рівень захисту забезпечується комплексним використанням усіх методів у поєднанні з регулярним оновленням антивірусних баз даних. Такий підхід дозволяє ефективно протидіяти як відомих, так і новим загрозам, підтримуючи стабільність і безпеку інформаційних систем.

СТЕГОАНАЛІЗ ПРИ ПРИХОВУВАННІ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНИХ ФАЙЛІВ-КОНТЕЙНЕРІВ

Пірогов Д.А., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Стегоаналіз – це галузь досліджень, спрямована на виявлення факту наявності прихованої інформації в цифрових носіях, зокрема в зображеннях, аудіо- чи відеофайлах. Основна мета стегоаналізу – визначити, чи був контейнер модифікований методами стеганографії, навіть якщо повідомлення неможливо відновити безпосередньо. Сучасний стегоаналіз поділяють на специфічний та універсальний. Перший базується на знанні конкретного алгоритму вбудовування й використовує характерні статистичні ознаки. Універсальний стегоаналіз спрямований на виявлення будь-яких змін незалежно від методу приховування. Основні підходи до стегоаналізу ґрунтуються на статистичних, структурних та машинно-навчальних методах. Статистичний аналіз дозволяє порівнювати розподіли яскравостей або коефіцієнтів перетворень контейнера зі звичайними зображеннями. Структурні методи шукають ознаки модифікацій у форматі файлу або нестандартні параметри блоків. Використання нейронних мереж і класифікаторів машинного навчання забезпечує вищу точність виявлення у складних випадках.

СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЇ, ПРИХОВАНОЇ В АУДІО-ФАЙЛАХ

Подольський М.О., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Стеганографічний аналіз (стегоаналіз) – це сукупність методів та інструментів, спрямованих на виявлення прихованої інформації, яка була вбудована в цифровий об'єкт (контейнер) за допомогою методів стеганографії. Зокрема, у контексті аудіо-файлів, це пошук прихованих даних, що маскуються серед звукових даних. Він

дозволяє ідентифікувати факт приховування та, за можливості, вилучити секретне повідомлення.

Основна функція стегоаналізу – виявлення несанкціонованого приховування інформації шляхом аналізу статистичних, спектральних та часових характеристик аудіо-файлу, які можуть бути змінені при вбудовуванні. Ефективні засоби стегоаналізу здатні виявляти навіть високозахищені стегоконтейнери, забезпечуючи вищий рівень контролю та безпеки в інформаційному просторі.

Необхідність розробки ефективних засобів стегоаналізу виникла через стрімке поширення методів прихованої передачі даних, які можуть бути використані для кібершпигунства, передачі шкідливого програмного забезпечення або іншої незаконної діяльності, що і призвело до потреби в контрзаходах.

У час стрімкого розвитку новітніх технологій та кіберзагроз, стегоаналіз є необхідним інструментом фахівців з кібербезпеки, який стає у нагоді для ідентифікації прихованих комунікацій. Зростання його актуальності зумовлено здатністю ефективно протидіяти загрозам, пов'язаним із маскуванню інформації.

В рамках даної роботи пропонується розробити та дослідити ефективність власного комплексу засобів стегоаналізу, орієнтованого на роботу з аудіо-файлами, що покликаний буде забезпечити надійне виявлення прихованих даних у цифровому просторі. Програмне забезпечення створюється задля ефективного виявлення стеганографічних вкладень, аналізу характеристик аудіо-файлів та ідентифікації найбільш поширених методів приховування інформації.

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПОСТКВАНТОВОЇ КРИПТОГРАФІЇ

Русакевич С.Р., керівник доц. Остапеч Д.О.

Український державний університет науки і технологій

За останні три десятиліття криптографія з відкритим ключем стала невід'ємним компонентом глобальної цифрової комунікаційної інфраструктури. Криптографія є важливою для захисту даних і користувачів, забезпечення конфіденційності та запобігання перехопленню кіберзлочинцями конфіденційної інформації.

Безпека сучасних криптосистем залежить від складності певних задач теорії чисел, тобто певних математичних задач. Побудова великомасштабного квантового комп'ютера, який використовує фізичні властивості матерії та енергії для виконання обчислень і може експоненціально швидше вирішувати складні математичні задачі, робить всі криптосистеми з відкритим ключем практично безсилими.

Постквантова криптографія (PQC), яку іноді називають квантово-безпечною або квантово-стійкою, зосереджується на питаннях розробки криптографічних алгоритмів (зазвичай алгоритмів з відкритим ключем), які вважаються захищеними від криптоаналітичної атаки квантового комп'ютера.

Дослідження постквантової криптографії здебільшого зосереджені на п'яти різних підходах: криптографія на ґратках, криптографія на кодах виправлення помилок, багатовимірна криптографія, криптографія на геш-функціях, криптографія з використанням суперсингулярної ізогенії. Кожен з цих підходів є доведено захищеним і безпечним для використання, адже за допомогою зведення до відомих математичних проблем було доведено складність зламу таких криптографічних систем за допомогою квантових комп'ютерів.

СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЇ, ПРИХОВАНОЇ В ЗОБРАЖЕННЯХ

Сасаров О.О., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Стеганографія, термін, що походить із грецької мови та означає «тайнопис», – це мистецтво приховування інформації таким чином, щоб її існування залишалося непомітним. На відміну від криптографії, яка шифрує дані, роблячи їх незрозумілими без ключа, стеганографія ховає сам факт наявності даних. Наприклад, у зображенні, аудіофайлі чи відеопотоці можна замаскувати текст, зображення чи інший звук, які не виявляються людськими органами чуття чи без спеціального аналізу.

Процес виявлення прихованої інформації називається стеганоаналізом. Він не завжди дає точну відповідь, але допомагає оцінити ймовірність наявності замаскованої інформації. Методи стеганоаналізу класифікують за кількома критеріями. За типом алгоритму вони бувають спрямованими, що орієнтовані на конкретний метод стеганографії, та універсальними, які застосовуються до різних технік. За характером аналізу розрізняють пасивні методи, що лише виявляють факт прихованих даних, і активні, які аналізують зміни при взаємодії з об'єктом. За способом виявлення виділяють візуальні методи (пошук видимих аномалій у файлі), статистичні (порівняння з типовими характеристиками носія), методи стиснення (аналіз змін розміру файлу після компресії) та методи на основі штучного інтелекту, зокрема нейромереж, які виявляють аномалії за допомогою машинного навчання.

Статистичні методи є найпоширенішими через їхню універсальність, але вони мають недолік: важко точно визначити, як виглядає «нормальний» файл без прихованих даних. Один із ефективних підходів – аналіз переходів молодших бітів у сусідніх пікселях зображення. Наприклад, у BMP-файлах досліджують молодші біти пікселів, а в JPEG – дискретні косинусні коефіцієнти, які змінюються під час стеганографічного кодування.

Додатково варто зазначити, що сучасна стеганографія активно розвивається завдяки новим технологіям. Наприклад, у цифрових медіа, таких як потокове відео чи музика, приховані дані можуть бути вбудовані в шумові компоненти, які не впливають на якість сприйняття. Водночас стеганоаналіз вдосконалюється за рахунок глибоких нейромереж, які здатні виявляти навіть найтонші відхилення у структурі даних. Ці технології знаходять застосування не лише в кібербезпеці, але й у цифрових водяних знаках для захисту авторських прав чи у прихованій передачі даних у мережах із високим рівнем цензури.

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ТА ВИВЧЕННЯ ЦИФРОВИХ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ

Сумовський О.М., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному цифровому світі, де обсяги інформації зростають з величезною швидкістю, питання захисту даних набуває особливої актуальності. Одним із найефективніших методів забезпечення автентичності, цілісності та захисту авторських прав є технологія цифрових водяних знаків (ЦВЗ), що базується на принципах стеганографії – прихованого вбудовування інформації у цифрові носії. Цифровий водяний знак – це унікальний код або зображення, яке непомітно впроваджується у файл (зображення, аудіо, відео чи документ) без погіршення його якості. Основними

вимогами до ЦВЗ є стійкість, непомітність, ємність та надійність, що визначають здатність водяного знака зберігатися після редагування, обробки чи стиснення.

Для кращого розуміння принципів роботи таких технологій недостатньо лише теорії. Важливо мати інтерактивні навчальні засоби, що дозволяють спостерігати процеси формування, вбудовування та виявлення цифрових водяних знаків. Такі інструменти дають змогу експериментально досліджувати властивості різних методів, оцінювати їх стійкість і непомітність, що особливо важливо у навчанні фахівців з кібербезпеки.

У роботі проаналізовано основні методи вбудовування водяних знаків та реалізовано програмний засіб, що демонструє процес вбудовування та зчитування цифрового водяного знака. Інструмент дозволяє завантажувати зображення, вибирати параметри, накладати водяний знак і порівнювати результати «до» та «після» візуалізації.

АВТЕНТИФІКАЦІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Ткаченко К.А., керівник доц. Остапець Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Дослідження сучасних методів автентифікації, зокрема технології одноразових паролів (ОТР), є одним із ключових напрямів розвитку інформаційної безпеки. Аналіз використання мобільних додатків як платформи для автентифікації дозволяє не лише оцінити їхні можливості, а й визначити потенційні загрози. Завдяки обмеженому часу дії кодів і можливості поєднання з додатковими рівнями захисту (такими як PIN-коди чи біометричні дані), ОТР забезпечують високий рівень захищеності. Водночас ефективність таких систем значною мірою залежить від безпеки самого пристрою та надійності каналів передачі інформації. Це підкреслює важливість глибокого аналізу способів захисту як мобільних пристроїв, так і мережевого середовища.

Сучасні смартфони перетворилися на універсальні засоби реалізації систем автентифікації. Вони підтримують багаторівневу перевірку користувача – через відбитки пальців, розпізнавання обличчя чи голосу – що значно підвищує рівень безпеки доступу. Проте, оскільки зловмисники постійно вдосконалюють методи обходу захисту, розробники повинні швидко реагувати на появу нових кіберзагроз.

У цілому, одноразові паролі залишаються дієвим інструментом для забезпечення цифрової безпеки, однак їх ефективне застосування потребує комплексного підходу, що поєднує технічні, програмні та організаційні заходи. Подальше вивчення цієї технології сприятиме підвищенню стійкості інформаційних систем до атак і гарантуватиме надійний захист даних користувачів в умовах цифрової трансформації.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОЛОДЖЕННЯМ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРУ

Музиченко А.О., керівник Дзюба В.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні персональні комп'ютери характеризуються зростанням обчислювальної потужності та щільності розміщення електронних компонентів, що спричиняє значне тепловиділення. Традиційні системи охолодження, які використовують статичні алгоритми регулювання швидкості вентиляторів, не завжди забезпечують оптимальний баланс між температурним режимом, рівнем шуму та енергоспоживанням. Це особливо помітно під час динамічних змін навантаження, коли класичні підходи призводять або до надмірного шуму, або до перегріву й термального тротлінгу.

Метою роботи є проведення аналізу існуючих підходів до інтелектуального керування охолодженням персонального комп'ютера, визначення вимог до майбутньої адаптивної системи, здатної оптимізувати тепловий режим з урахуванням специфіки апаратного забезпечення та профілю навантаження користувача, а також подальша розробка інтелектуальної системи керування охолодженням персонального комп'ютера.

На даному етапі дослідження здійснюється порівняльний аналіз комерційних і експериментальних рішень у цій галузі, зокрема алгоритмів керування за температурними точками, кривими, методів нечіткої логіки та нейромережових підходів.

Попередньо розглядаються варіанти апаратної реалізації на базі сучасних мікроконтролерних платформ (STM32, ESP32, Arduino тощо) із використанням сенсорів температури та ШІМ-контролерів для регулювання швидкості обертання вентиляторів. На основі результатів аналітичного етапу буде сформульовано технічні вимоги та обрано оптимальний підхід до подальшої реалізації. Ефективність побудованої системи планується оцінити за критеріями стабільності температурного режиму, рівня акустичного шуму та енергоспоживання.

Проміжними результатами дослідження є створення узагальненої моделі системи керування охолодженням і визначення перспективних підходів до реалізації інтелектуального регулювання, що стануть основою для завершального етапу розробки.

ОГЛЯД ТИПОВИХ АРХІТЕКТУР ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВЛЕННЯ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Кравченко Т.О., керівник доц. Єгоров О.Й.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні веб-технології дозволяють реалізовувати розпізнавання мовлення безпосередньо у браузері чи клієнтських застосунках. Завдяки розвитку JavaScript API та інтеграції з хмарними сервісами стало можливим здійснювати обробку аудіо в реальному часі, що відкриває перспективи для освітніх платформ, голосових інтерфейсів, систем доступності та інтерактивних мультимедійних продуктів.

Існує кілька основних стратегій реалізації:

1. Використання вбудованого Web Speech API. Це найпростіший шлях, який підтримується деякими браузерами. API дозволяє отримувати текст безпосередньо з мікрофона у режимі реального часу, забезпечуючи проміжні та фінальні результати. Основними обмеженнями є залежність від браузера, обмежена кількість мов та відсутність контролю над якістю моделей.

2. Стрімінг аудіо на сервер з подальшим розпізнаванням. У цьому випадку JavaScript використовується для захоплення та передачі аудіосигналу (через WebSocket або інші канали) у форматі PCM на сервер. Там застосовуються системи автоматичного розпізнавання мовлення (ASR), наприклад, локальні бібліотеки Vosk, Whisper чи хмарні рішення (Google Speech-to-Text, Azure Cognitive Services тощо). Такий підхід дає гнучкість, точність, підтримку багатьох мов і можливість використання доменних словників, але потребує додаткових ресурсів і стабільного інтернет-з'єднання.

3. Офлайн-розпізнавання у браузері. У цьому підході модель для автоматичного розпізнавання мовлення завантажується безпосередньо у браузер і виконується на клієнтському пристрої. Для цього використовуються технології WebAssembly (WASM) та WebGPU/WebGL. WASM дозволяє запускати мовні моделі, скомпільовані з C++/Python-бібліотек (наприклад, Vosk або Whisper), у середовищі браузера. А

WebGPU/WebGL використовується для апаратного прискорення обчислень, що суттєво підвищує швидкість і зменшує затримку обробки. Цей метод забезпечує конфіденційність даних та автономність, але вимагає значних обчислювальних потужностей і може мати затримки на слабких пристроях.

Таким чином розпізнавання аудіо у реальному часі може реалізовуватись різними шляхами залежно від вимог: від простих прототипів до масштабованих систем. Найбільш універсальним вважається підхід зі стрімінгом аудіо на сервер із сучасними моделями ASR, тоді як Web Speech API зручний для швидких експериментів, а офлайн-розпізнавання в браузері актуальне для застосунків з підвищеними вимогами до конфіденційності. Подальший розвиток WebAssembly та оптимізованих моделей мовлення може зробити клієнтські рішення основним напрямком у майбутньому.

ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТЕКСТІВ ВЕЛИКОГО ОБСЯГУ

Борщенко В.О., керівник доц. Єгоров О.Й.

Український державний університет науки і технологій

Великі мовні моделі (Large Language Models, LLM) останніх поколінь стали фундаментальним інструментом для автоматизованої обробки текстів великого обсягу. Вони дозволяють здійснювати семантичний аналіз, структурування інформації та виділення змістових одиниць (речень, абзаців, розділів, діалогів) у потоках даних у реальному часі. Розглянемо можливості LLM у цій сфері, наявні архітектури моделей, методи їхнього тренування, а також роль інженерії промптів у забезпеченні коректних результатів.

Обробка великих текстових масивів вимагає не лише класифікації чи пошуку інформації, а й організації матеріалу в логічно зв'язані сегменти. Ключовими завданнями є автоматичне виділення речень і абзаців у неструктурованому тексті; виявлення тем і підтем, побудова ієрархії розділів; ідентифікація та розмітка діалогів у художніх і розмовних текстах; узагальнення змісту для створення резюме чи конспектів.

LLM здатні виконувати ці функції завдяки навчанню на корпусах із сотнями мільярдів слів, що включають тексти різних жанрів та мов.

Найбільш поширені сучасні LLM побудовані на трансформерах (Transformer), що забезпечує ефективне моделювання довготривалих залежностей у тексті. Завдяки механізму self-attention ці моделі здатні працювати з контекстами обсягом у десятки тисяч токенів, що є критично важливим для аналізу великих документів.

Вибір моделі залежить від доступних обчислювальних ресурсів і вимог до обсягу контексту (від тисячі до сотень тисяч токенів). LLM тренуються у кілька етапів:

1. Попереднє навчання (pretraining). Модель навчається прогнозувати наступне слово за контекстом, використовуючи гігантські текстові корпуси.
2. Донавчання (fine-tuning). Виконується на спеціалізованих доменних даних (наприклад, юридичних чи медичних текстах) для підвищення точності.
3. Навчання з підкріпленням на основі людських оцінок (RLHF). Дозволяє оптимізувати вихідні відповіді відповідно до якості, зрозумілості та релевантності.

Для завдань структуризації тексту особливо ефективним є інструкційне донавчання (instruction tuning), де модель навчається виконувати завдання на основі формалізованих інструкцій. У випадку структуризації тексту instruction-tuned модель здатна коректно виділяти логічні сегменти навіть без попереднього спеціалізованого навчання на такій задачі.

Якість структуризації великого тексту значною мірою визначається правильно

сформульованим запитом. Важливо формулювати їх максимально чітко, задаючи бажаний формат результату. Це мінімізує неоднозначність і знижує ймовірність помилок моделі.

Таким чином великі мовні моделі забезпечують нову якість у структуризації й аналізі текстів великого обсягу в реальному часі. Вони дозволяють автоматизувати виділення змістових блоків, діалогів та ієрархії розділів, що значно підвищує ефективність інформаційних систем. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію моделей для роботи з довгими контекстами, а також на розвиток методів інженерії промптів, що визначають якість і точність структуризації.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОБУТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ESP32 ТА ПРОТОКОЛУ MQTT

Праник М.С., керівник доц. Єгоров О.Й.

Український державний університет науки і технологій

Сучасний розвиток технологій Інтернету речей (IoT) стрімко трансформує побутову сферу, роблячи системи «Розумний дім» доступним засобом підвищення комфорту, енергоефективності та безпеки. Актуальність роботи полягає у необхідності розробки доступного та масштабованого рішення на базі мікроконтролерів, здатного інтегруватися у відкриті IoT-екосистеми. Метою даного дослідження є розробка, реалізація та тестування функціонального прототипу системи «Розумний дім», орієнтованого на базовий моніторинг та управління. Для реалізації системи було проведено аналіз існуючих апаратних платформ та протоколів зв'язку. На основі аналізу було обрано мікроконтролер ESP32 (WROOM-32) завдяки його високій продуктивності, вбудованим модулям Wi-Fi та Bluetooth. Для зв'язку пристрою з хмарною платформою використано легкий комунікаційний протокол MQTT, який працює за архітектурою "Публікація/Підписка". Архітектура системи є тривірневою, включаючи рівень пристроїв (ESP32, датчик DHT22), рівень комунікацій (Wi-Fi, MQTT-брокер) та рівень додатків (хмарний дашборд). Розроблене програмне забезпечення реалізує алгоритми опитування датчика DHT22 (вимога ФВ 1), публікації даних та обробки команд управління релейним модулем (вимога ФВ 2).

Проведене тестування підтвердило повну працездатність розробленого прототипу. Усі ключові функціональні та нефункціональні вимоги були успішно виконані. Зокрема, система продемонструвала високу надійність зв'язку (відновлення в середньому за 15 секунд) та низький час відгуку (середня затримка управління 1.2 секунди). Це підтверджує, що архітектура, базована на IoT-платформі, забезпечує швидку та надійну передачу даних. Створений програмно-апаратний комплекс є гнучким, економічним і придатним для базової автоматизації житлового простору. Подальші перспективи розвитку включають підвищення кібербезпеки (шифрування MQTT за допомогою TLS/SSL) та додавання можливості локального управління у разі відсутності Інтернету.

ВАРІАНТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСТУПУ МІЖ ВІДДАЛЕНИМИ ЛОКАЛЬНИМИ МЕРЕЖАМИ ВЕЛИКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Надопта М.Ю., керівник доц. Остапеч Д.О.

Український державний університет науки і технологій

У великих підприємствах та компаніях, які мають декілька об'єктів на великій відстані один від одного, постає питання обміну файлами та інформацією, в межах корпоративних потреб. Такі обміни як і інші подібні операції, можуть бути жертвами

кібератак, через вразливість доступу до загальної мережі або необачність співробітників.

Наразі існує багато варіантів рішення проблеми об'єднання декількох мереж у єдину корпоративну, від найпростішого – фізичного, що полягає у прокладенні інфраструктури між двома мережами, в обхід глобального інтернету, до засобів шифрування та створення VPN-тунелів між мережами, з доступом тільки для обмеженого кола користувачів.

Наразі багато компаній використовує пряме підключення до робочих комп'ютерів віддалено через Remote Desktop Protocol (RDP), що вразливе через прив'язку до порту 3389. Відкритий RDP порт часто стає жертвою спроб підбору паролів зловмисниками.

Одне з простих та все існуючих рішень є використання протоколу Wireguard для з'єднання серверної інфраструктури різних об'єктів підприємства, та відомий застосунок OpenVPN, щоб організувати доступ користувачам до мережі, зі збереженням захисту трафіку та політики доступу до серверу.

Приховування інформації про мережу та обмеження можливості перебору до неї – один з найкращих варіантів захисту такої мережі, зі збереженням функціоналу та зручності для задіяних у ній осіб.

ОГЛЯД ПРИНЦИПІВ ВИКОРИСТАННЯ ОДНОРАЗОВИХ ПАРОЛІВ

Сливець О. Д., керівник доц. Остапеч Д.О.

Український державний університет науки і технологій

Одноразові паролі є важливим елементом систем багатофакторної автентифікації, що забезпечують підвищений рівень захисту інформаційних систем порівняно з традиційними статичними паролями. Принцип роботи таких систем базується на використанні активних пристроїв автентифікації, які для кожного сеансу входу генерують унікальну пароліну послідовність. На відміну від пасивних методів, де передається базовий секрет, у системах з одноразовими паролями передаються лише похідні дані, що суттєво ускладнює можливість несанкціонованого доступу навіть у разі перехоплення паролю зловмисником.

Технічна реалізація генераторів одноразових паролів найчастіше використовує годинниковий або лічильниковий підхід. У годинниковому варіанті пароль формується шляхом криптографічного перетворення (зазвичай за алгоритмом DES згідно стандартів ANSI X9.9, ANSI X9.19) показань синхронізованого внутрішнього годинника з використанням індивідуального ключа користувача. Цей ключ формується на основі PIN-коду та базового секрету, що надається адміністратором системи при реєстрації. Динамічна зміна паролю відбувається через фіксовані часові інтервали завдяки постійній зміні блоку даних, що шифрується, а криптографічна геш-функція забезпечує непередбачуваність послідовності паролів навіть при мінімальних змінах вхідних параметрів. Така архітектура дозволяє створити надійну двофакторну систему автентифікації, що поєднує майновий фактор (наявність пристрою) та знання (PIN-код).

ПІДСЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ»

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ В ІТ-ПРОЄКТАХ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ

Романов А.І., Красношопка Н.С., керівник доц. Селівьорстова Т.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні ІТ-проєкти функціонують в умовах дефіциту критичних ресурсів і

вираженої невизначеності тривалостей та вартостей робіт, що істотно знижує адекватність детермінованих підходів (CPM/PERT, RCPSP) щодо оцінювання ризику прострочень і перевитрат. У роботі формалізовано ресурсно-обмежене розкладання з випадковими параметрами та ризик-подіями, включно з кореляціями і тригерами, та запропоновано ризик-чуткі критерії оптимізації (CVaR, шанс-обмеження) у сценарній і робастній постановках.

Теоретичну основу доповнено механізмом інтеграції ризик-реєстру, що уможливорює відображення імовірностей і впливів подій на часові та вартісні метрики, а також врахування політик реагування. Розроблено програмний прототип на Python, який поєднує МІР/СР-розв'язувачі з Монте-Карло-моделюванням для зовнішньої оцінки надійності отриманих розкладів та аналізу чутливості до параметрів невизначеності. Архітектура прототипу забезпечує відтворюваність експериментів (відкриті сценарії даних, фіксація початкових зерен, конфігурації солвера) та підтримує «what-if» аналіз щодо змін доступності ресурсів, дедлайнів і профілів ризику. Емпіричне порівняння з базовими політиками планування демонструє покращення за показниками $P(\text{on-time})$, зниження CVaR перевищень і більш збалансоване завантаження ключових ролей. Науковий внесок полягає у формальній інтеграції ризик-реєстру до оптимізаційної моделі, застосуванні комбінованих ризик-критеріїв у практично розв'язуваних постановках та наданні відкритих артефактів для верифікації результатів. Практична значущість полягає у створенні інструменту підтримки рішень для менеджерів ІТ-портфелів, що підвищує стійкість графіків до несприятливих реалізацій невизначеності та спрощує оперативне перепланування.

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТА ЛОГІСТИКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Олексієнко М.А., Малієнко С.Є., керівник доц. Селівьорстова Т.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні комп'ютерні мережі (ЦОД, операторські WAN, 5G/6G, edge/fog, SDN/NFV) функціонують у багатокритеріальному режимі, де одночасно необхідно мінімізувати затримку й втрати, збалансувати завантаження каналів/вузлів, зменшити енерговитрати та вартість, забезпечити надійність і дотримання SLA. Одноцільові підходи до маршрутизації та логістики трафіку, як правило, не дають стійких рішень у гетерогенних топологіях і за динаміки навантаження, що веде до перевантаження "гарячих" лінків, зростання латентності та деградації сервісів.

Багатокритеріальна оптимізація (MOO/MCDM) пропонує системний механізм узгодження конфліктних вимог через побудову множини Парето-оптимальних рішень, з яких оператор обирає компроміс з урахуванням політик і пріоритетів. У мережесхемних задачах це охоплює багатокритеріальні варіанти найкоротших шляхів (MOSP), багатотоварні потоки з місткісними обмеженнями (MCMCF) та інтегровані моделі розміщення сервісів/VNF-ланцюгів. Попри значний прогрес, залишаються відкритими питання масштабованості для великих топологій і >3 критеріїв, покриття невиконаних фронтів, а також узгодження формальних моделей з операційними вимогами (онлайн re-optimization у SDN, жорсткі SLA-пороги, енергообізнані політики).

Метою цієї роботи є порівняльне дослідження методів багатокритеріальної оптимізації для задач маршрутизації та логістики в комп'ютерних мережах із акцентом на точні скаляризації (зважена сума, ϵ -обмеження, Tchebycheff), еволюційні алгоритми (NSGA-II, SPEA2, MOEA/D) та гібриди з локальним пошуком і декомпозицією мережесхемних обмежень. Ми запропонуємо уніфіковану формалізацію, критерії

оцінювання якості Парето-наборів і протокол експериментів для репрезентативних топологій і трафік-сценаріїв, а також надамо практичні рекомендації щодо вибору методів залежно від масштабу мережі, кількості критеріїв та вимог SLA.

СУЧАСНІ МЕТОДИ КАРТОГРАФУВАННЯ ЗЕМНОГО ПОКРИВУ НА ОСНОВІ ЗНИМКІВ SENTINEL-1

**Сінгер А.В., Гнатушенко М.В. керівники доц. Островська К.Ю., доц. Каштан В.Ю.
Український державний університет науки і технологій
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»**

Зміна земного покриття (ЗП) та його змін відіграє вирішальну роль у характеристиці поточного стану навколишнє середовище. Зміни в ЗП можуть бути зумовлені як діяльністю людини, так і змінами клімату в регіональному масштабі. ЗП, з іншого боку, впливає на клімат через обмін водою та енергією з атмосферою, а також через зміну вуглецевого балансу. Через це ЗП належить до основних кліматичних змінних. Отже, своєчасна оцінка ЗП та його змін є одним з найважливіших застосувань у супутниковому дистанційному зондуванні Землі.

Міжнародні програми, такі як Copernicus Європейського космічного агентства (ЄКА), що стоїть за супутниками Sentinel, докладають значних зусиль, щоб зробити дані спостереження Землі (СЗ) вільно доступними для комерційних та некомерційних цілей. Програма Copernicus – це багатомільярдні інвестиції ЄС та ЄКА, спрямовані на надання основних послуг на основі точних та своєчасних даних із супутників. Її основні цілі – покращити способи управління навколишнім середовищем, допомогти пом'якшити наслідки зміни клімату та створити нові програми та послуги, такі як моніторинг навколишнього середовища та міський розвиток.

Надання безкоштовних супутникових даних для картографування в рамках таких програм також дозволяє застосовувати методи, які раніше не могли бути використані, оскільки вони вимагають великих та репрезентативних наборів даних для навчання, наприклад, глибоке навчання. В останні роки глибоке навчання призвело до кількох проривів у розпізнаванні образів та комп'ютерному зорі. Успіх моделей глибокого навчання можна пояснити як їхніми глибокими багатошаровими структурами створення нелінійних функцій та можливістю вилучення ієрархічних наборів ознак з даних, а також їх схемами навчання від початку до кінця, що дозволяє одночасне вивчення ознак з необроблених вхідних даних та прогнозування поточного завдання. Це є перевагою порівняно з традиційними методами машинного навчання (наприклад, метод опорних векторів та випадковий ліс), які вимагають багатоетапної процедури розробки ознак. У глибокому навчанні така процедура замінюється простим наскрізним робочим процесом глибокого навчання. Однією з ключових вимог для успішного застосування методів глибокого навчання є велика кількість доступних даних, з яких модель може автоматично вивчати репрезентативні ознаки для завдання прогнозування. Наявність відкритих супутникових знімків, таких як Copernicus, пропонує саме це.

Системи картографування ЗП, що базуються виключно на оптичних зображеннях, страждають від проблем, пов'язаних з хмарністю та погодними умовами, особливо в тропічних районах, а також з недостатнім освітленням у полярних регіонах. Серед безкоштовних супутникових даних, що пропонуються програмою Copernicus, є радіолокатор із синтезованою апертурою (SAR) зображення із супутників Sentinel-1. SAR – це активний метод радіолокаційної візуалізації, який не потребує освітлення та не має перешкод через проникнення мікрохвильового випромінювання крізь хмари. Таким чином, використання SAR-зображень дозволить картографувати складні регіони.

Однією з суттєвих проблем раніше була відсутність своєчасного та послідовного широкомасштабного SAR-охоплення високої розподільної здатності. З появою супутників Copernicus Sentinel-1 оперативне використання даних радіолокаційного зображення стає можливим для послідовного широкомасштабного картографування. Перша місія Copernicus Sentinel-1 була запущена у квітні 2014 року. Спочатку Sentinel-1 А був здатний надавати дані SAR у С-діапазоні до чотирьох режимів візуалізації з часом повторного візуалізації 12 днів. Після запуску Sentinel-1В у 2016 році час повторного візиту скоротився до шести днів/

Хоча використання оптичних супутникових даних все ще є основним напрямком у картографуванні ЗП та змін ЗП, дані SAR привертають більше уваги, оскільки з'являються більш підходящі датчики. На сьогоднішній день кілька досліджень вивчали придатність SAR для картографування ЗП, зосереджуючись головним чином на поляриметричному L-діапазоні, С-діапазоні та Х-діапазоні, багаточасовому та багаточастотному SAR , а також на комбінованому використанні даних SAR та оптичних даних. Незалежно від використовуваних зображень, більшість методів картографування ЗП досі базуються на традиційних методах контрольованої класифікації. Широко використовуваними класифікаторами є методи опорних векторів, дерева рішень, випадкові ліси та класифікатори максимальної правдоподібності. Однак, вилучення великої кількості ознак, необхідних для класифікації, тобто процес розробки функцій, потребує багато часу та багато експертної роботи з розробки та вдосконалення підходів до класифікації. Це обмежує застосування традиційних методів контрольованої класифікації у великих масштабах.

Дані Sentinel-1 наразі є єдиним безкоштовним джерелом даних SAR, що регулярно доступні для картографування великих територій безкоштовно для користувачів, вони здаються найкращими кандидатами на розробку та тестування вдосконалених підходів до класифікації. Попередні дослідження вказують на необхідність розробки та тестування нових методологічних підходів, які можна ефективно застосовувати у великих масштабах та враховувати мінливість спостережуваних SAR показників щодо екологічних класів ЗП.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАПИТІВ У ВЕЛИКИХ БАЗАХ ДАНИХ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ІНДЕКСУВАННЯ

**Ольшанський Є., керівник проф. Гнатушенко В.В.
Український державний університет науки і технологій**

У сучасних умовах цифровізації суспільства обсяги інформації зростають у геометричній прогресії. Великі бази даних (Big Data) стали невід'ємною частиною діяльності підприємств, державних установ, наукових організацій та соціальних мереж. Зберігання даних у масштабах терабайтів та петабайтів потребує не лише надійної інфраструктури, а й високоефективних методів обробки запитів.

Продуктивність запитів безпосередньо визначає швидкість прийняття управлінських рішень, якість аналітики та загальну ефективність функціонування інформаційних систем. Тому актуальним завданням є розробка методів оптимізації продуктивності, серед яких особливе місце займає індексування.

Індексування — це процес створення спеціальних структур даних, які забезпечують прискорений доступ до інформації в таблицях бази даних. У найпростішому випадку індекс можна порівняти з алфавітним покажчиком у книзі: він дозволяє швидко знайти потрібну сторінку, не переглядаючи весь текст.

Класичні методи індексування включають:

- В-дерева (B-tree, B+-tree) — універсальні структури, що підтримують швидкий пошук, вставку та видалення даних;
- Хеш-індекси — ефективні при точному пошуку за ключем;
- Бітові індекси — корисні для полів з невеликою кількістю можливих значень (наприклад, стать, статус, прапорці);
- Комбіновані та багатоколонкові індекси — застосовуються для оптимізації складних запитів з кількома умовами.

Індексування дозволяє значно скоротити кількість операцій читання даних з диска, що є критичним для великих баз. Проте використання індексів потребує додаткових ресурсів для зберігання та оновлення, тому важливим завданням є пошук балансу між продуктивністю запитів та витратами на обслуговування індексів.

Оптимізація запитів у великих базах даних передбачає не лише створення індексів, а й розробку комплексних підходів до їх використання. Основні напрями включають:

- Аналіз частоти запитів. Найбільш поширені операції повинні підтримуватися індексами, тоді як рідкісні запити можна обробляти без додаткових структур.
- Адаптивне індексування. Системи керування базами даних (СКБД) можуть автоматично створювати або оновлювати індекси на основі статистики виконання запитів.
- Розподілене індексування. У кластерних середовищах індекси формуються паралельно на різних вузлах, що забезпечує масштабованість системи.
- Комбінування індексування з іншими методами. Зокрема, застосування кешування, матеріалізованих подань (materialized views), оптимізаторів запитів та прогнозування навантаження.

У провідних системах управління базами даних (PostgreSQL, Oracle, MySQL, Microsoft SQL Server) реалізовано широкий набір інструментів для індексування. Наприклад:

- PostgreSQL підтримує різні типи індексів (B-tree, Hash, GiST, GIN, BRIN), що дозволяє вибирати оптимальний метод залежно від характеру даних;
- Oracle активно застосовує бітові індекси для аналітичних запитів, що значно прискорює агрегації;
- MySQL у комбінації з InnoDB надає ефективні механізми роботи з багатоколонковими індексами;
- SQL Server дозволяє створювати фільтровані індекси, що зменшують розмір індексних структур і підвищують швидкість виконання запитів у вибраних сценаріях.

Експериментальні дослідження показують, що правильно підібраний індекс може скоротити час виконання запиту у 10–100 разів. Наприклад, пошук по мільйонних таблицях за відсутності індексу може займати секунди або хвилини, тоді як при наявності відповідного індексу результат отримується за долі секунди.

Оптимізація продуктивності запитів у великих базах даних є ключовим завданням сучасних інформаційних технологій. Індексування виступає одним із найефективніших методів, здатних забезпечити швидкий доступ до даних і підвищити ефективність роботи системи. Подальший розвиток пов'язаний із впровадженням адаптивних, розподілених та динамічних індексів, що дозволить задовольнити потреби зростаючих обсягів інформації та вимог реального часу.

Таким чином, розробка нових методів індексування та інтеграція їх із комплексними технологіями оптимізації запитів відкриває перспективи для підвищення продуктивності великих інформаційних систем та формування надійної інфраструктури для обробки даних у масштабах Big Data.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ МІН НА ОСНОВІ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

**Бімалов Д.В., керівники доц. Дмитрієва І.С., проф. Гнатушенко В.В.
Український державний університет науки і технологій**

Виявлення мін і вибухонебезпечних об'єктів з використанням даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) спирається не на пряму візуалізацію боєприпасів, а на вивчення непрямих ознак їх розміщення та впливу на навколишнє середовище. У цих методах застосовуються зображення, отримані з супутників і безпілотних апаратів, включаючи оптичні, теплові, мультиспектральні та радіолокаційні дані.

Супутникові дані мають обмежену роздільну здатність у діапазоні 10-50 см на піксель. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дає можливість отримувати зображення з точністю 1–5 см на піксель, а також оснащувати їх спеціалізованими сенсорами: RGB-камери, мультиспектральна оптика (RedEdge, Sequoia), тепловізори (FLIR, DJI), магнітометри, GPR (грунтопроникаючий радар). Дрони застосовуються для ретельного обстеження підозрілих зон і виявлення ознак мінної активності.[1]

1. Оптичний і мультиспектральний аналіз є методом, який базується на дослідженні відбиття сонячного світла землею поверхнею в різних спектральних діапазонах. Пряме виявлення мін, особливо закопаних, практично неможливе, проте можна зафіксувати зміни в ґрунті, рослинності або структурі поверхневого шару, що виникають в результаті їх установки.

Мультиспектральні дані дозволяють виявляти те, що залишається непомітним на стандартних RGB-зображеннях. Кожен спектральний діапазон по-своєму реагує на зміни поверхні, пов'язані з інженерними втручаннями, такими як установка мін, риття траншей, заповнення обладнання або переміщення техніки. Канали мультиспектральних даних (див. табл. 1)

2. Теплова зйомка та інфрачервоний аналіз дозволяють виявляти міни та закопані боєприпаси завдяки змінам теплопровідності та теплоємності ґрунту. Такі зміни створюють локальні аномалії в інфрачервоному діапазоні. Наприклад: найбільша контрастність спостерігається вранці та вночі, виявляються як “перегріті”, так і “холодні” зони, можливе виявлення об'єктів на невеликій глибині. Для збору даних використовуються теплові супутники, а також тепловізори, встановлені на безпілотних літальних апаратах.

3. Радіолокаційні методи, такі як SAR та InSAR, мають високу чутливість до змін поверхні, структурних властивостей ґрунту та особливостей мікрорельєфу, а також дозволяють виявляти приховані порушення. Основні області застосування: виявлення порушень ґрунту та інженерних споруд, відстеження змін рельєфу за допомогою інтерферометрії (InSAR). Ці методи допомагають виявляти окопи, воронки, насипи та інші сліди, що вказують на мінну активність[3].

4. Аналіз змін у часових рядах (Change Detection) включає порівняння супутникових знімків, зроблених у різні періоди, що дає можливість виявляти: свіжі розкопки, інженерні укріплення, поява траншей, сліди техніки, воронки від вибухів. Для виконання завдання використовуються часові ряди даних, а також архівні матеріали, отримані з безпілотних літальних апаратів.

5. Методи машинного навчання та комп'ютерного зору відіграють ключову роль в обробці візуальної інформації. Сучасні підходи зосереджені на автоматизованому аналізі зображень, що дозволяє витягувати важливі дані та вирішувати різноманітні завдання. Детекція об'єктів (YOLO, Faster R-CNN, RetinaNet), семантична сегментація

(U-Net, DeepLab, SegFormer), виявлення аномалій one-class SVM, зіставлення мультисенсорних даних. Моделі використовують непрямі ознаки, такі як сліди техніки, зміни в рослинності, теплові відхилення та структурні аномалії.

Таблиця 1 - Канали мультиспектральних даних

Назва	Діапазон	Важливість	Прояв ознак
Red Edge (межа червоного діапазону)	~700–750 нм	Чутливий до стану листя і кореневої системи рослин.	Стрес рослинності, викликаний пошкодженням ґрунту; уповільнений ріст трави в місцях розташування замаскованих об'єктів; порушення структури шару, в якому розвиваються корені;
NIR — ближній інфрачервоний діапазон	~750–1000 нм	Рослинність активно відбиває близький інфрачервоний діапазон (NIR), тоді як ґрунт робить це набагато менш інтенсивно.	Пошкоджені ділянки трав'яного покриву. Ділянки ущільнення або розпушення ґрунту. Розриви в рослинності. Зміни рівня вологості після проведення земляних робіт.
SWIR — середній інфрачервоний діапазон	1000–2500 нм	SWIR дозволяє виявити те, що недоступно у видимому спектрі та ближньому інфрачервоному діапазоні (RGB, NIR, Red Edge). Ця технологія фіксує фізичні зміни ґрунту, що виникають після проведення інженерних робіт.	Особливо чутливий до таких факторів: вологість ґрунту, тип ґрунту, ступінь ущільнення, сліди техніки та утрамбований шар. Після встановлення модуля SWIR реєструються: різниця в процесі вбирання і випаровування вологи, зміни в структурі гранулометрії, підняття або засипання верхнього шару ґрунту, осідання ґрунту.

Висновок. Виявлення мін на основі аерокосмічних зображень базується на аналізі непрямих ознак, таких як зміни в ґрунті, рослинності, мікрорельєфі та теплових характеристиках. Максимальна ефективність досягається при інтеграції даних супутникової зйомки, безпілотних літальних апаратів і методів комп'ютерного зору. Цей метод сприяє створенню карт ризику, уточненню меж мінних зон і підтримці операцій з гуманітарного розмінування.

Список літературних джерел

1. Kovács, Z., & Ember, I. (2022). Landmine detection with drones. RAFT, 2022, Article 0012. <https://doi.org/10.2478/raft-2022-0012>.
2. Bayram, A., & Bozdağı Akar, G. (2017). Forward looking infrared imagery for landmine detection. SPIE Proceedings. <https://doi.org/10.1117/12.2262594>.
3. García-Fernández, M., Alvarez, Y., Arboleya, A., & Gonzalez-Valdes, B. (2018). Synthetic Aperture Radar Imaging System for Landmine Detection Using a Ground Penetrating Radar on Board a Unmanned Aerial Vehicle. IEEE Access, 2018. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2863572>.

РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО ПІДТИПУ ЛЮДИНИ ЗА КЛАСИФІКАЦІЄЮ К.Г. ЮНГА ПО АУДІОЗАПІСУ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Говрихів Р.В., керівник доц. Островська К.Ю.

Український державний університет науки і технологій

Теорія, згідно з якою всі люди поділяються на певні психологічні типи, запропонував Карл Густав Юнг. Ця типологія має широкий спектр практичних

застосувань, зокрема у сфері планування кар'єри та управління персоналом. Наприклад, представники етичного типу краще проявляють себе у роботі з клієнтами та встановленні неформальних контактів, тоді як логіки більш успішні у виконанні технічних завдань і прийнятті управлінських рішень, адже здатні об'єктивно оцінювати ситуацію. У спілкуванні логіки переважно використовують факти та логічні конструкції, тоді як етики орієнтуються на емоції, невербальні жести та міміку. Це дає підстави припускати, що психологічний тип людини можна визначати на основі емоційного забарвлення її мовлення.

Сьогодні для встановлення психотипу застосовуються або спеціальні тести, або консультації професійних психологів. У першому випадку результат може бути неточним через суб'єктивність відповідей респондента, у другому – залежить від кваліфікації та інтерпретації фахівця. Тому актуальним є завдання автоматизації цього процесу. Програмна система здатна забезпечити швидке й точне визначення психотипу, усуваючи недоліки існуючих методів.

Фактично задача встановлення психологічного підтипу зводиться до задачі класифікації, яку сучасні нейронні мережі успішно розв'язують. Для реалізації системи було обрано мову програмування Python 3.8 у середовищі розробки PyCharm Professional. У процесі роботи застосовувалися такі інструменти та бібліотеки: TensorFlow – для машинного навчання, Keras – для побудови штучних нейронних мереж, NumPy – для роботи з багатовимірними масивами та математичними операціями, а також LibROSA – для опрацювання аудіофайлів та вилучення ознак.

В результаті роботи було розроблено веб-сервіс, який за аудіозаписом мови дозволяє визначити психологічний підтип людини (етики, логік) у класифікації К.Г. Юнга. Проведено навчання та тестування спроектованої нейронної мережі. Розроблено та протестовано веб-сервіс для розпізнавання психологічного підтипу людини в класифікації К.Г. Юнга з аудіозапису мови.

Надалі можна покращити якість роботи системи за допомогою розширення вибірки. Недоліком наявної вибірки і те, що у ній є записи лише однієї фрази, і навіть відсутні записи чоловічої мови. Отже, точність розпізнавання для інших даних може бути нижчою за очікувану.

Також, оскільки в розробленій системі сервер, передобробники та класифікатор працюють незалежно один від одного та спілкуються через черги, їх можна повністю розділити на окремі процеси, які можуть працювати на різних машинах. Для обміну повідомленнями можна використовувати сторонній брокер повідомлень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТЕПЛИЦЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОНТРОЛЕРА ARDUINO ТА ЗАСОБІВ ІoT

Чернов Д.Р., керівник доц. Калініна Н.Ю.

Український державний університет науки і технологій

Автоматизація мікроклімату в теплицях може реалізовуватися різними способами. У малих господарствах або для експериментальних теплиць популярні рішення на базі Arduino та ESP32, які поєднують простоту, доступність та можливість дистанційного керування. Типова конфігурація включає: 1) базові датчики температури та вологості; 2) датчики вологості ґрунту; 3) виконавчі механізми: помпи для поливу, вентилятори, освітлення; 4) мобільний або веб-додаток для керування параметрами. Переваги подібних рішень для малих господарств: низька вартість, легкість у модифікації та налаштуванні, можливість додати нові сенсори чи функції; недоліки: обмежена точність датчиків, менша надійність та стійкість до навантажень, обмежена

масштабованість. Для експериментальних досліджень було створено мініатюрну модель теплиці, що дозволила перевірити ефективність застосування автоматизації у керуванні температурою, вологістю та освітленням.

Структура міні-теплиці. Модель теплиці являє собою невеликий корпус із прозорого матеріалу, у якому розміщувалася розсада в окремих стаканчиках. Конструкція була оснащена:

1. Комбінований датчик температури та вологості повітря (типу DHT11 / DHT22).
2. Виконавчими механізмами: вентилятори на вдув і видув для регулювання температури та вологості, водяна помпа для поливу; RGB-світлодіодна стрічка для регулювання освітленості.
3. Мікроконтролером Arduino/ESP із вбудованим Wi-Fi для зв'язку з мобільним і веб-додатком.

Така конфігурація дозволила реалізувати повний цикл керування мікрокліматом: вимірювання параметрів → аналіз → прийняття рішення → керування виконавчими механізмами.

Робота системи побудована за наступним алгоритмом:

1. Датчик передає показники температури та вологості повітря на мікроконтролер.
2. Контролер порівнює отримані значення із встановленими граничними параметрами.
3. У випадку виходу параметрів за межі допустимого діапазону автоматично вмикаються виконавчі механізми (вентиляція, помпа, підсвітка).
4. Одночасно дані передаються через Wi-Fi на мобільний застосунок та веб-інтерфейс.
5. Користувач може дистанційно відстежувати стан теплиці, задавати нові параметри роботи та вручну активувати виконавчі механізми.

Таким чином, система реалізує як автоматичний, так і дистанційний режими керування.

Система має можливість інтеграції з:

- хмарними сервісами для збереження історії даних та їх аналізу;
 - мобільним додатком на Kotlin (Android), який забезпечує швидкий доступ до функцій системи;
 - веб-додатком на Angular + Bootstrap, що дозволяє відображати інформацію у графічному вигляді, формувати звіти та налаштовувати робочі параметри.
- У ході дослідження було виявлено кілька обмежень системи:
- використання лише одного сенсора обмежує точність і кількість контрольованих параметрів;
 - RGB-стрічка забезпечує освітлення, але не враховує спектральні потреби рослин;
 - відсутність резервного живлення знижує надійність у разі перебоїв електропостачання.

Основні напрями вдосконалення:

1. Додавання додаткових сенсорів (грунтової вологи, освітленості, CO₂).
2. Використання LED-ламп із потрібним спектром для стимуляції фотосинтезу.
3. Реалізація алгоритмів прогнозування для оптимізації режимів роботи системи.
4. Встановлення автономного живлення (акумулятор, сонячна панель).

РОЗРОБКА САЙТУ-АРХІВУ ННІ «ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ІНСТИТУТ» З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Прокопенко Д.О., керівник доц. Журба А.О.

Український державний університет науки і технологій

Мета роботи. Мета роботи полягає не лише у реалізації типового Pet Project, а у створенні більш масштабного та цікавого рішення — архіву університету, який міститиме історичну інформацію про навчальний заклад, його розвиток, видатних випускників, наукові досягнення та сучасні ініціативи.

Для дизайн частини використовуються наступні технології:

- Figma — для створення макетів сторінок та UX-дизайну;
- Photoshop — для графічної обробки зображень і візуальних матеріалів.

Для Frontend частини використовуються наступні технології:

- React — як основний фреймворк для побудови інтерфейсу;
- Next.JS — для організації маршрутизації сторінок, SEO-оптимізації та серверного рендерингу;
- TypeScript — для типізації коду та зручної підтримки проекту;
- SCSS — для модульної та структурованої стилізації;
- Google API — для інтеграції Google Maps;
- Git — для контролю версій.

Для Backend частини (планується) використовуються наступні технології:

- Node.js + Express — як серверна частина;
- PostgreSQL (або noSQL) — для зберігання даних;
- Docker — для контейнеризації та розгортання додатка.

Основний функціонал розробки передбачає:

- Роутінг сторінок — реалізовано за допомогою Next.js;
- Тематика дизайну — консольна/термінальна естетика, натхненна олдовими системами, для створення унікального користувацького досвіду;
- Дерево навігації — побудоване через рекурсивний компонент для зручного відображення ієрархії сторінок;
- Адмін-панель — для додавання нових матеріалів, новин, публікацій у розділі ITC News;
- Сторінки з контентом — окремі розділи про видатних випускників, важливі події, історичні документи, наукові проекти університету.

Подальший розвиток

У майбутньому планується розширення функціоналу, зокрема:

- система авторизації для адміністраторів;
- мультимовна підтримка (українська / англійська);
- розділ для публікації актуальних досліджень і заходів.

Сайт-архів університету важливий для збереження історії, академічних досягнень та спадщини, надаючи студентам, науковцям і майбутнім поколінням доступ до важливої інформації. Він слугує центральним сховищем для документів, публікацій, фотографій та інших матеріалів, що підтверджують історію та діяльність університету, а також може бути інструментом для досліджень та навчання. Тому тема роботи є актуальною та корисною для підвищення престижу університету, оскільки сайт документує академічні досягнення, нагороди та відзнаки.

ІОТ-МОНІТОРИНГ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У КОНТЕКСТІ БЛОКЧЕЙН-ІНФРАСТРУКТУРИ

Велегура Є. А., керівник доц. Горячкін В. М.

Український державний університет науки і технологій

Інтеграція технології блокчейну з Інтернетом речей (IoT) відкриває нові можливості для цифрової трансформації сфери вантажних перевезень, забезпечуючи підвищений рівень безпеки, прозорості та ефективності управління логістичними процесами. У традиційних системах дані від IoT-пристроїв, які відстежують місцезнаходження, температуру, вологість або стан транспортних засобів, часто зберігаються у централізованих базах, що робить їх вразливими до несанкціонованих змін, втрат або помилкових маніпуляцій. Використання блокчейну як розподіленого

реєстру дозволяє усунути ці недоліки, оскільки кожен запис про стан вантажу чи транспортного засобу фіксується у вигляді транзакції, яку неможливо змінити або видалити без згоди всіх учасників мережі. Криптографічні підписи та точні часові мітки подій забезпечують перевірюваність джерела даних і моменту їх виникнення.

У процесі перевезення вантажів IoT-сенсори встановлюються на контейнерах, автомобілях або залізничних вагонах і постійно передають дані про параметри транспортування до системи управління. Завдяки інтеграції з блокчейном ці дані зберігаються у незмінному вигляді та можуть бути використані для автоматичного підтвердження дотримання умов перевезення. Наприклад, якщо датчик фіксує перевищення допустимої температури під час перевезення медичних препаратів, система може автоматично створити запис про інцидент, повідомити відповідальні сторони та ініціювати процедуру страхового відшкодування через смарт-контракт. Це зменшує потребу у ручному контролі та прискорює процес реагування на порушення. У мультимодальних маршрутах це дозволяє узгоджувати телеметрію між різними перевізниками й митними режимами без втрати цілісності записів.

Поєднання IoT та блокчейну також створює передумови для повної автоматизації логістичних процесів. Смарт-контракти можуть не лише фіксувати інформацію, а й виконувати логіку взаємодії — наприклад, автоматично змінювати статус доставки після надходження сигналу з датчика про прибуття у пункт призначення, запускати оплату за перевезення або формувати цифрові сертифікати про завершення маршруту. Це суттєво скорочує кількість проміжних ланок у системі та мінімізує людський фактор.

Попри значні переваги, інтеграція блокчейну з IoT залишається технічно складним завданням. Окремо критичним є питання кібербезпеки IoT-інфраструктури: керування ключами, віддалені оновлення й атестація прошивок мають бути уніфіковані, щоб унеможливити компрометацію сенсорів і шлюзів. Однією з головних проблем є обмеженість ресурсів IoT-пристроїв, які не завжди можуть безпосередньо взаємодіяти з блокчейном через обсяг даних і енергоспоживання. Для вирішення цього застосовують гібридні архітектури, у яких IoT-сенсори передають інформацію через шлюзи, що попередньо агрегують і шифрують дані перед їх занесенням у блокчейн.

Перспективи розвитку полягають у стандартизації форматів подій та інтерфейсів обміну даними, що забезпечить сумісність IoT-пристроїв різних виробників і коректну фіксацію телеметрії у блокчейні. Ширше застосування edge-обчислень забезпечить локальну фільтрацію, агрегування та криптографічний підпис даних перед занесенням у реєстр, зменшуючи мережевий трафік і технологічні затримки. Інтеграція прикладних моделей ШІ дасть змогу завчасно виявляти відхилення та прогнозувати порушення умов перевезення на основі перевірюваних сенсорних даних.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РУТИННИХ ЗАДАЧ ПРОГРАМУВАННЯ: АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ

Лисиця С.В., керівник доц. Гришечкіна Т. С.

Український державний університет науки і технологій

Автоматизація рутинних задач у програмуванні є важливим чинником сучасної ІТ-галузі, адже дозволяє зменшити витрати часу на повторювані процеси та підвищити якість кінцевого продукту. В умовах швидкого розвитку технологій і конкуренції на ринку вона стає ключовим інструментом оптимізації роботи як окремих програмістів, так і команд.

Основні напрями автоматизації охоплюють CI/CD-процеси, автоматизоване тестування, статичний аналіз коду, генерацію документації та контейнеризацію

середовищ. Використання інструментів на кшталт Jenkins, GitHub Actions чи Docker забезпечує контроль якості коду, зменшує ризик помилок і створює умови для масштабування проєктів.

Переваги автоматизації:

- значне прискорення розробки та скорочення часу виходу продукту на ринок;
- зниження ймовірності людських помилок;
- підвищення якості та надійності програмних систем;
- можливість швидкої перевірки сумісності нових змін із вже наявним кодом;
- оптимізація командної роботи в умовах великих проєктів.

Проте автоматизація має і недоліки:

- потребує значних початкових ресурсів, як фінансових, так і часових;
- складні системи автоматизації можуть створювати нові технічні ризики, якщо їх налаштовано неправильно;
- надмірна залежність від інструментів може знижувати навички ручного налагодження та креативність розробників.

Реальний позитивний приклад. Компанія Netflix активно використовує автоматизацію в інфраструктурі розгортання своїх сервісів. Завдяки CI/CD та системі Chaos Monkey, яка навмисно створює збої у роботі компонентів, компанія може перевіряти стійкість сервісів у реальних умовах. Це дозволило Netflix забезпечити стабільну роботу платформи з мільйонами користувачів по всьому світу, мінімізувавши ризики критичних відмов.

Реальний негативний приклад. У 2012 році компанія Knight Capital зазнала збою через автоматизовану систему торгівлі на біржі. Помилка в алгоритмі спричинила хаотичні угоди, які призвели до втрати понад 400 мільйонів доларів за один день. Цей випадок продемонстрував, що надмірна довіра до автоматизованих систем без достатнього контролю може мати катастрофічні наслідки.

Висновок. Автоматизація рутинних задач у програмуванні суттєво підвищує продуктивність і якість програмного забезпечення, однак вимагає обережного впровадження, щоб уникнути ризиків, пов'язаних із технічними збоями та залежністю від інструментів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ KOTLIN MULTIPLATFORM ДЛЯ РОЗРОБКИ КРОСПЛАТФОРМЕНИХ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ НА ПРИКЛАДІ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ

Бородін О.С., керівник доц. Волкова С.А.

Український державний університет науки і технологій

1. Анотація

У роботі розглянуто особливості використання технології Kotlin Multiplatform для створення кросплатформених мобільних застосунків. Проведено аналіз можливостей спільного використання коду між Android та iOS, що дозволяє зменшити витрати часу на розробку. У якості прикладу розроблено прототип інтернет-магазину з використанням Kotlin Multiplatform Mobile (KMM). Показано ефективність архітектури «shared code + native UI» для реалізації бізнес-логіки. Отримані результати демонструють доцільність застосування Kotlin Multiplatform у сучасній мобільній розробці.

2. Вступ

У сучасному світі розробка кросплатформених мобільних застосунків є одним з найактуальніших напрямів програмної інженерії. Раніше аналогічні продукти створювалися з використанням таких технологій, як React Native, Flutter та Xamarin, які

дозволяли писати єдиний код для кількох платформ. Компанії Google, JetBrains та спільнота розробників активно працюють над удосконаленням підходів до спільного використання логіки між платформами. Kotlin Multiplatform став новим кроком у цьому напрямі, забезпечуючи гнучкість і високу продуктивність. Метою даної роботи є дослідження ефективності цієї технології та демонстрація її можливостей на прикладі створення мобільного інтернет-магазину.

3. Основна частина

У межах роботи було створено кросплатформенний застосунок інтернет-магазину, де основна бізнес-логіка реалізована у спільному модулі на Kotlin Multiplatform.

Архітектура складається з трьох частин:

• shared-модуль (Kotlin): реалізація моделей даних, репозиторіїв та логіки роботи з API;

• Android UI (Jetpack Compose): інтерфейс користувача для Android;

• iOS UI (SwiftUI): інтерфейс користувача для iOS.

Фрагмент коду спільного модуля (Kotlin):

```
class ProductRepository(private val api: ProductApi) {  
    suspend fun getProducts(): List<Product> = api.fetchProducts()  
}
```

```
data class Product(val id: Int, val name: String, val price: Double)
```

Використання в Android-застосунку (Compose):

@Composable

```
fun ProductListScreen(products: List<Product>) {  
    LazyColumn {  
        items(products) { product ->  
            Text("${product.name}: ${product.price} грн")  
        }  
    }  
}
```

Під час тестування додатку було визначено, що спільне використання коду складає понад 70% від загального обсягу проєкту, що значно скоротило час розробки та спростило підтримку.

4. Висновки

У результаті дослідження доведено, що технологія Kotlin Multiplatform є ефективним інструментом для створення кросплатформених мобільних застосунків. Вона дозволяє уникнути дублювання коду та оптимізує процес розробки. Реалізований прототип інтернет-магазину підтвердив зручність архітектури з розподілом логіки та інтерфейсу. Порівняно з аналогічними технологіями (Flutter, React Native), Kotlin Multiplatform забезпечує кращу інтеграцію з нативними платформами. Отже, дана технологія має значний потенціал для подальшого розвитку у сфері мобільної розробки.

5. Список використаної літератури

1. JetBrains. Kotlin Multiplatform Mobile Documentation. — <https://kotlinlang.org/lp/mobile/>
2. Google Developers. Jetpack Compose Overview. — <https://developer.android.com/jetpack/compose>
3. Apple Developer. SwiftUI Documentation. — <https://developer.apple.com/documentation/swiftui>

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У MAPLE

Волошин О.К., керівник доц. Гришечкіна Т. С.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій і математичного моделювання визначають потребу у впровадженні систем комп'ютерної математики у навчальний процес і дослідницьку діяльність. Однією з найбільш потужних і гнучких платформ у цьому напрямі є Maple — інтегроване середовище для символічних, чисельних та графічних обчислень, що забезпечує автоматизацію математичних процесів. Його застосування в межах дисципліни «Основи математичного моделювання» дозволяє ефективно вирішувати задачі лінійного програмування, багатовимірної оптимізації, а також здійснювати глибокий аналітичний і графічний аналіз результатів. Інтеграція Maple у процес математичного моделювання створює унікальні умови для поєднання теоретичних знань і практичних навичок, сприяючи розвитку логічного мислення, уміння будувати моделі та оцінювати їхню ефективність у реальних умовах.

Проблематика дослідження полягає у виборі оптимального інструменту для автоматизації складних обчислень і забезпечення взаємодії між аналітичними, чисельними та графічними методами. У цьому контексті Maple вирізняється простотою у використанні, високим рівнем інтеграції математичних модулів і можливістю візуалізації результатів у реальному часі. Його застосування значно скорочує час розв'язання задач, зменшує ризик помилок і підвищує точність обчислень. Порівняно з іншими програмними засобами (MATLAB, Python, Mathematica), Maple не потребує складного програмування, що робить його доступним інструментом як для студентів, так і для дослідників.

Дослідження публікацій у сфері використання Maple підтверджує її актуальність і перспективність для оптимізаційних задач. У працях І.А. Клеопи, Н.Б. Дубової, О.Ю. Чмир та інших учених підкреслюється роль Maple у підвищенні пізнавальної активності студентів, візуалізації навчального матеріалу та моделюванні диференціальних рівнянь. Науковці наголошують, що мультимедійні й символічні можливості Maple створюють новий формат навчання, заснований на інтерактивності та дослідницькому підході. Зокрема, дослідження, присвячені використанню Maple для розв'язання задач оптимізації, демонструють здатність системи не лише обчислювати, а й візуально ілюструвати кожен етап розв'язання, що особливо важливо у навчанні методів потенціалів, динамічного програмування чи імітаційного моделювання.

Практичні результати роботи з Maple у задачах лінійного програмування підтверджують ефективність функції Optimization:-LPSolve, що реалізує симплекс-метод і забезпечує швидке знаходження оптимуму цільової функції. Інтеграція інструментів Objective, Constraints, maximize та Solution дозволяє будувати моделі, аналізувати обмеження й одразу отримувати чисельні результати. Важливою особливістю Maple є можливість графічної візуалізації результатів: побудова області допустимих рішень за допомогою функцій inequal, plot, textplot, display дає змогу наочно побачити структуру задачі, активні обмеження та координати оптимальної точки. Це не лише підсилює теоретичне розуміння процесу оптимізації, але й формує інтуїтивне сприйняття просторових взаємозв'язків між змінними, що є суттєвим у контексті навчання студентів технічних і економічних спеціальностей.

Для демонстрації можливостей Maple було вирішено задачу одновимірної оптимізації по дослідженню мінімальних значень функцій за допомогою методів золотого перетину та маятника. Одновимірна оптимізація полягає у знаходженні екстремуму (мінімуму або максимуму) функції однієї змінної на заданому відрізку.

Таким чином використання Maple у навчальному процесі в дисципліні «Основи математичного моделювання» забезпечує багатовимірний освітній ефект: сприяє формуванню алгоритмічного мислення, розумінню логіки побудови моделей і розвитку навичок самостійного аналізу результатів. Завдяки інтерактивним шаблонам студенти можуть експериментувати з параметрами задачі, спостерігати зміну результатів, здійснювати порівняльний аналіз методів і формулювати власні висновки. Це стимулює дослідницьку активність, креативність і системне бачення процесів оптимізації. Таким чином, Maple виступає універсальним засобом автоматизації, який поєднує аналітичні, чисельні та графічні можливості в єдиному середовищі, сприяючи як освітньому, так і практичному розвитку галузі дослідження операцій.

Підсумовуючи, система комп'ютерної математики Maple підтверджує свою доцільність як потужний інструмент математичного моделювання, оптимізації та навчання. Її впровадження у викладання дисципліни «Основи математичного моделювання» підвищує якість освіти, розвиває навички логічного та аналітичного мислення і забезпечує практичне засвоєння теоретичних знань. Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення інтерактивних навчальних шаблонів і порівняльний аналіз Maple з іншими програмними платформами для розширення можливостей використання математичного моделювання в освіті та прикладних дослідженнях.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАДІЄНТНОГО МЕТОДУ З ФІКСОВАНИМ КРОКОМ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ТОЧКИ МІНІМУМУ

Бондаренко П.Є., керівник ас. Стаднік А. В.

Український державний університет науки і технологій

Градiєнтний метод є одним із найпоширеніших чисельних способів оптимізації багатовимірних функцій і широко застосовується в обчислювальній математиці, штучному інтелекті та машинному навчанні. Принцип дії цього методу полягає у поступовому покращенні поточного наближення до розв'язку шляхом руху у напрямку протилежному до градієнта цільової функції, тобто у напрямку найбільшого спадання.

Основна ідея реалізації алгоритму така: спочатку вибирається початкова точка x^0 , після чого обчислюється градієнт функції у цій точці. Далі нове значення визначається за формулою $x^{(k+1)} = x^k - a \nabla f(x^k)$, де a — фіксований крок (швидкість навчання). Цей процес повторюється, поки норма градієнта у черговій точці не стане меншою за певний малий рівень похибки ε , що означає досягнення мінімуму з потрібною точністю.

До переваг даного методу належать простота реалізації, відносна швидкість збіжності для гладких опуклих функцій, а також універсальність застосування до різних задач. Градієнтний метод має просту реалізацію в сучасних середовищах для наукових обчислень (Maple, MATLAB, Python). Проте до недоліків можна віднести необхідність завдання розміру кроку: якщо значення a підібрано невдало, метод може збігатись повільно або й зовсім не збігтись, особливо біля локальних мінімумів або в так званих плоских областях функції. Також алгоритм вимагає, щоб досліджувана функція була диференційованою.

Градiєнтний метод відіграє важливу роль у практичних розрахунках для знаходження мінімуму таких функцій, наприклад, у задачах регресії, кластеризації, навчання нейронних мереж тощо. Його розуміння є важливою частиною підготовки сучасного фахівця з прикладної математики та інформатики. Зі зростанням складності задач оптимізації використовуються його модифікації, зокрема метод найшвидшого

спуску (з підбором величини кроку на кожній ітерації), стохастичний градієнтний спуск, методи з імпульсом та інші.

В рамках навчального курсу математичного моделювання значна увага приділяється практичному застосуванню градієнтного методу для розв'язання задач оптимізації у середовищі Maple 2025. Студенти виконують символічні та чисельні обчислення, моделюють багатовимірні функції, задають початкові точки та розмір фіксованого кроку, використовуючи вбудовані оператори і функції пакету. Це дозволяє візуалізувати процес послідовного наближення до мінімуму функції, аналізувати траєкторії руху та підбирати оптимальні параметри алгоритму для конкретних задач, що виникають у моделюванні реальних систем.

Порівняно з більш складними методами оптимізації, такими як градієнтний спуск з адаптивним розміром кроку або стохастичними алгоритмами, градієнтний метод із фіксованим кроком вирізняється простотою реалізації та швидкістю роботи на гладких функціях, однак може поступатися за ефективністю в задачах з великою кількістю локальних мінімумів чи нечіткою кривизною поверхні. Використання Maple дозволяє досліджувати поведінку різних модифікацій алгоритму, оцінювати переваги адаптивного вибору параметрів та комбінувати методи для підвищення точності й швидкості збіжності в складних задачах моделювання.

Градієнтний метод із фіксованим кроком застосовують для оптимізації в моделях різних систем. Його просто реалізувати, проте важливо правильно обирати крок, щоб уникнути помилок збіжності. Практика з Maple 2025 допомагає аналізувати поведінку методу та підвищує навички роботи з обчисленнями.

Таким чином, градієнтний метод із фіксованим кроком є базовим інструментом для розв'язання задач безумовної оптимізації, що дозволяє ефективно наближатися до точки мінімуму досліджуваної функції за рахунок послідовного руху у напрямку найкрутішого спадання. Для ефективного застосування важливо правильно вибирати початкові дані та розмір кроку, а також аналізувати поведінку алгоритму на практичних прикладах моделювання.

ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ FLUTTER ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНО СКЛАДНИХ АЛГОРИТМІВ У БАГАТОПЛАТФОРМЕННИХ ДОДАТКАХ

Солод І. М., керівник ас. Стаднік А. В.

Український державний університет науки і технологій

Фреймворк Flutter є сучасним інструментом розроблення багатоплатформених застосунків, який поєднує високу продуктивність, гнучкість архітектури та зручність розробки. Його можливості дозволяють створювати інтерфейси користувача, здатні ефективно взаємодіяти з обчислювально-складною логікою, не знижуючи загальної швидкодії додатку. Важливою перевагою Flutter є єдина кодова база для Android, iOS, Windows, Linux та Web, що значно скорочує час і ресурси на розроблення програмного забезпечення.

Одним із ключових механізмів підвищення продуктивності є використання ізолятів (isolates), які забезпечують паралельне виконання обчислень без блокування головного потоку. Це відкриває можливості для реалізації складних алгоритмів — зокрема пошукових, аналітичних, оптимізаційних та симуляційних — у середовищі мобільних і десктопних платформ. Наприклад, ізоляти можуть використовуватися для обробки великих обсягів даних у реальному часі або виконання алгоритмів машинного навчання без втрати чутливості інтерфейсу користувача.

Застосування алгоритмічних підходів, базованих на класичних техніках GOFAI

(Good Old-Fashioned Artificial Intelligence), таких як пошук у глибину, backtracking або мінімізація евристичних функцій, у поєднанні з незмінними структурами даних (бібліотеки `built_value`, `built_collection`) забезпечує передбачуваність результатів, стабільність роботи системи та підвищену безпеку виконання. Такий підхід особливо ефективний у додатках, де важлива точність обчислень і повторюваність результатів.

Для ефективного управління станом та оптимізації оновлень інтерфейсу можуть використовуватись засоби на кшталт Riverpod або Bloc, що дозволяють мінімізувати кількість рендерингів компонентів і підтримувати узгодженість даних у багатопоточному середовищі. А для відображення великих або багатовимірних структур даних доцільно застосовувати пакет `two_dimensional_scrollables`, який забезпечує швидке та плавне рендерення складних UI-компонентів навіть при великому обсязі інформації.

У поєднанні з нативними мовами, такими як C++ чи Rust, через механізм Dart FFI (Foreign Function Interface), Flutter може виконувати обчислення на рівні системної продуктивності. Це розширює спектр можливих застосувань фреймворку — від мобільних наукових інструментів і візуалізаторів даних до складних аналітичних систем.

Крім того, завдяки відкритому вихідному коду та активній спільноті розробників, Flutter стає зручним середовищем для навчання та дослідницьких експериментів. Його використання у студентських проєктах дозволяє поєднати практичні аспекти програмування з вивченням алгоритмів, оптимізації та паралельних обчислень, що сприяє формуванню компетентностей сучасного фахівця у галузі інформаційних технологій.

Таким чином, фреймворк Flutter, у поєднанні з алгоритмічними методами, паралельними обчисленнями та сучасними бібліотеками управління станом, створює потужну платформу для розроблення високопродуктивних і масштабованих багатоплатформених додатків. Такий підхід може бути ефективно застосований у проєктах, що потребують складної логіки обробки даних, інтелектуальної аналітики та стабільної взаємодії з користувачем у режимі реального часу.

ПІДСЕКЦІЯ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОРЕЖИМОМ ДУГОВОЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ АТ «НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОД ФЕРОСПЛАВІВ»

Бабенко О.Г., керівник доц. Михайловський М.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні потужні дугові сталеплавильні печі характеризуються високими коефіцієнтами використання встановленої енергетичної потужності, часткою струмового часу плавки та продуктивністю. Комплексна автоматизація та оптимізоване управління, що включають регулювання електричних параметрів дуги та переміщення електродів (пофазно), розрахунок оптимальних витрат кисню, палива, шлако- та піноутворювальних присадок, режим використання пальників, вдування кисню, водяного охолодження, тиску під склепінням, введення матеріалів спрямовані на скорочення втрат часу для прийняття оперативних рішень як невід'ємну умову максимальної продуктивності печі та мінімальних енерговитрат електроплавки. Тому поставлено завдання перевести роботу дугової печі на повністю автоматизований режим без участі оператора.

Розроблено схему автоматизації для впровадження системи управління енергорежимом дугової сталеплавильної печі з установкою додаткового обладнання —

модульного програмованого контролера Simatic S7-300, модульної станції системи розподіленого вводу-виводу ET-200M, станції розподіленої периферії ET-200S. Безперервно отримуючи інформацію про поточну напругу мережі, температури подини і футерування та інші показники, ЕОМ УВК обчислює електричний і тепловий режими, що відповідають умовам мінімальних питомих витрат електроенергії, тривалості плавлення або собівартості сталі.

Розроблено інформаційне забезпечення системи, схема алгоритму її роботи та керуюча програма. Запропонована схема релейного регулятора потужності дугової сталеплавильної печі побудована на базі нерегульованого асинхронного короткозамкненого двигуна. Розроблено комп'ютерну модель в середовищі Matlab/Simulink. На підставі проведених досліджень доводиться можливість забезпечення стійкої роботи регулятора з аперіодичним характером перехідних процесів і збільшення швидкодії регулятора в порівнянні з традиційним регулятором з двигуном постійного струму.

Розроблена система дозволяє регулювати положення електродів дугової печі (забезпечуючи тим самим рівномірне горіння дуги) централізовано з комп'ютера оператора системи.

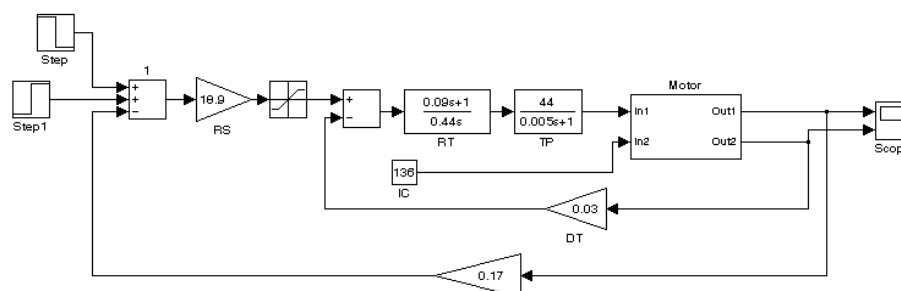
АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯМ ТРУБ НА ДІЛЯНЦІ ДЕФЕКТОСКОПІІ ТПА 30-102 ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКОТЮБ»

Ветлужських В.В., керівник проф. Потап О.Ю.

Український державний університет науки і технологій

Технологічна операція дефектоскопії труб, вироблених на ТПА 30-102, при здійсненні контролю імпульсним луна-методом на установці ROT-120 забезпечує виявлення дефектів, що представляють собою порушення суцільності матеріалу (раковини, тріщини, флокени, жужільні включення, плівки, зони пухкості тощо) і розташовані на поверхні або на будь-якій глибині під поверхнею труби. Для забезпечення якісної дефектоскопії вкрай важливо стабілізувати швидкість пересування труби через дефектоскоп.

Розроблено систему автоматичного керування електроприводом трайбапаратів, що здійснюють переміщення труб під час дефектоскопії. Дослідження ефективності роботи створеної системи здійснювали шляхом комп'ютерного моделювання. Для цього була розроблена модель двоконтурної системи підлеглого регулювання електроприводом, розраховані параметри функцій передачі регуляторів струму та частоти обертання приводу. На підставі отриманих розрахункових параметрів за допомогою пакету прикладних програм MATLAB Simulink була створена



модель системи, схема якої наведена на рис. 1.

Рис. 1. Схема моделі системи регулювання швидкості переміщення труб

В процесі моделювання на вхід системи задавали сигнал, що змінював швидкість пересування труби трайбапаратом. Спочатку труба пересувалась із підвищеною швидкістю, що забезпечує притискання її до попередньої труби, потім швидкість пересування зменшувалась на 20% для забезпечення якісної дефектоскопії, а на останньому етапі моделювання – знов підвищувалась (моделювалось пересування наступної труби). Аналіз отриманих осцилограм перехідних процесів засвідчив, що система забезпечує такі показники якості:

- статична помилка за швидкістю не перевищує 0,5%;
- перерегулювання за швидкістю становить 0,5% (характер перехідного процесу близький до аперіодичного);
- пусковий динамічний струм не перевищує припустимих значень ($I_{\text{пуск}} \leq 2 I_{\text{ном}}$);
- тривалість розгону двигуна до номінальної швидкості становить 0,85с, що повністю забезпечує вимоги до системи з боку установки ультразвукового контролю ROT-120.

АСР РІВНЯ ШИХТИ У БАСЕЙНІ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Горб Д.С., керівник доц. Шибакінський В.І.

Український державний університет науки і технологій

Виробництво скла є складним неперервним технологічним процесом, що вимагає постійного контролю температури, складу сировини та, особливо, рівня шихти. Шихта є основною сировиною для виробництва скла і саме її склад, кількість та рівномірність подачі мають вирішальний вплив на якість кінцевої продукції.

Рівень шихти визначає теплообмін між зонами шихти та розплавленою скломасою, впливає на глибину проникнення тепла, швидкість хімічних реакцій та ступінь гомогенізації маси. Коливання рівня шихти можуть призвести до порушень у процесі варки, зниження якості скла та перевитрати палива. Саме тому підтримання стабільного рівня шихти є критичним процесом, від якого залежить не тільки якість скла, але й економічна ефективність експлуатації самої печі, а розробка надійної системи автоматичного регулювання рівня шихти стає актуальним завданням для виробництва скла, зокрема в умовах ТОВ «Скляний Альянс».

Існуюча на підприємстві АСР рівня шихти не відповідає сучасним вимогам до процесу і потребує модернізації.

Мета створення оновленої системи полягає в забезпеченні високоточної підтримки рівня шихти в реальному часі з урахуванням змін у складі сировини, температурному режимі та динаміки навантаження на піч. Система орієнтована на застосування сучасної елементної бази, підтримку промислових протоколів зв'язку, можливість масштабування та інтеграції в єдину АСУ ТП та АСУП.

Згідно цього в роботі проаналізовані існуючі АСР рівня шихти. За конкретних умов процесу та особливостей конструкції печі пропонується класична одноконтурна система за відхиленням з управлінням подачею шихти у басейн печі за допомогою спеціального завантажувача.

При роботі системи відбувається вимірювання рівня шихти лазерним рівнеміром, уніфікований сигнал з якого подається до управляючого обчислювального комплексу (УОК). В ньому реалізується алгоритм управління, який за певним законом регулювання формує керуючий сигнал на виконуючий механізм завантажувача. Останній змінює подачу сировини у басейн печі до тих пір, поки рівень шихти не стане дорівнювати заданому. Згідно з алгоритмом роботи системи розроблена функціональна схема автоматизації, обрані сучасні засоби автоматизації, зокрема лазерний рівнемір типу PSD, частотний перетворювач фірми Siemens Sinamics G120, вібраційний

завантажувач шихти HORN типу HVR 700F-2P. На основі аналізу вхідних та вихідних сигналів виконано компоновку УОК на базі контролера Siemens SIMATIC типу S 7-400.

Виконана розробка може бути використана при модернізації автоматичної системи регулювання рівня шихти на скловарних печах.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ БЕЗУПОРНОЮ ЗУПИНКОЮ ПАКЕТІВ ДРІБНОСОРТНОГО ПРОКАТУ НА РОЛЬГАНГУ

Губаренко Д. О., керівник проф. Потап О.Ю.

Український державний університет науки і технологій

Основними споживачами дрібносортного прокату у стрижнях є машинобудівний та будівельний комплекси. Замовники постійно висувають вимоги щодо постачання стрижнів заданої довжини з досить вузькими допусками, оскільки при цьому суттєво знижуються їхні виробничі витрати.

На жаль, за існуючої технології на дрібносортних станах вихід мірного прокату становить 80-85%, а решта прокату поставляється в стрижнях різної довжини. Велика кількість немірного прокату знижує ефективність роботи станів через те, що прокат немірних довжин має значно нижчу відпускну ціну за прокат мірної довжини.

Встановлено, що вихід мірної продукції щільно пов'язаний з режимами роботи допоміжного обладнання на виході дрібносортних станів, зокрема, на ділянці стаціонарних ножиців холодного різання, де здійснюється розрізання пакетів стрижнів готового прокату на пачки мірних прутків з використанням механічного упору. Під час торцювання пакетів на упорі через великі швидкості транспортування часто виникає удар об упор, після чого пакет відскакує від упору і точність різання знижується. Отже актуальною є задача організації такого процесу транспортування пакету до стаціонарних ножиців, за яким з одного боку забезпечується необхідна точність зупинки пакету перед ножицями, а з іншого – усувається можливість зіткнення пакету з упором.

Аналіз відомих автоматизованих систем точної зупинки прокату показав, що ці системи мають недостатню швидкодію, або вимагають використання рольгангу з приводом постійного струму, який дозволяє застосовувати режим повзучої швидкості. Найбільш привабливим слід вважати технічне рішення, що запропоноване НДІАчормет, яке передбачає адаптивний алгоритм налаштування системи на фактичну інтенсивність розгону та гальмування пакету. Визначення системою фактичного співвідношення інтенсивності розгону та гальмування пакету відбувається під час здійснення пробного руху рольгангу з прокатом. При цьому в якості пробного використовується переміщення пакету до ножиців для зачисного різку, яке зазвичай здійснюється оператором ножиців вручну.

Для визначення можливості практичної реалізації зазначеної системи в роботі було створено її комп'ютерну модель та досліджена її точність шляхом імітаційного моделювання в пакеті MATLAB Simulink. Результати моделювання підтвердили здатність системи забезпечити задовільну точність зупинки пакету – 7 мм.

ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Зеніков С.А., керівник доц. Михайловський М.В.

Український державний університет науки і технологій

Майбутнє промислового виробництва нерозривно пов'язане з необхідністю жорсткого контролю над енергоресурсами, обмеженням і зниженням їх частки в

собівартості продукції. Одним із ключових кроків у цьому напрямку є розробка та впровадження автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ).

Розроблена система базується на використанні контролера та радіомодулів фірми Advantech, які вирізняються високою надійністю, точністю та гнучкістю. Для організації ефективного диспетчерського контролю використано програмний продукт DataRate 4.0, у середовищі якого реалізовано автоматизовану SCADA-систему. Ця система забезпечує централізований збір, обробку та аналіз даних, що дозволяє оперативно приймати управлінські рішення.

Таким чином, впровадження розробленої АСКОЕ дає змогу ефективно вирішувати завдання раціонального споживання електроенергії з урахуванням специфіки технологічного процесу. Дозволяє контролювати в реальному часі навантаження окремих цехів і підприємства в цілому, що сприяє оптимізації режимів роботи виробництва. Це, у свою чергу, забезпечує підвищення енергоефективності, зменшення витрат на енергоресурси, а також підвищення стійкості роботи всього підприємства.

Запропоновані рекомендації щодо подальшого вдосконалення системи включають впровадження додаткових модулів для прогнозування споживання енергії, інтеграцію з іншими інформаційними системами підприємства та використання аналітичних інструментів для більш глибокого аналізу даних. Це дозволить підвищити конкурентоспроможність підприємства та сприятиме його сталому розвитку у довгостроковій перспективі.

ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДОСТУПУ ДО ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Іванюк С.А., керівник доц. Рибальченко М.О.

Український державний університет науки і технологій

Традиційні методи контролю доступу, такі як ключі, картки або пін-коди, можуть бути втрачені або вкрадені. Системи на основі комп'ютерного зору забезпечують більш високий рівень безпеки завдяки біометричній ідентифікації особи, яку значно складніше підробити.

Розпізнавання обличчя дозволяє ідентифікувати особу без фізичного контакту, що є гігієнічнішим і зручнішим, особливо в умовах пандемії. Зростаюча кількість потужних та енергоефективних обчислювальних платформ, придатних для реалізації систем розпізнавання обличчя в реальному часі, та наявність готових програмних бібліотек та інструментів спрощує розробку та впровадження таких систем.

Враховуючи зазначені фактори, проєктування автоматизованої системи доступу до приміщення з використанням комп'ютерного зору є актуальною та перспективною задачею, що відповідає сучасним вимогам до безпеки, зручності та ефективності.

Для створення автоматизованої системи доступу обрана платформа ESP32 в поєднанні з модулем ESP32-CAM. Таке рішення є оптимальним вибором з наступних ключових причин.

1) ESP32-CAM вже містить необхідну камеру (OV2640 або OV7670), що значно спрощує апаратну розробку та зменшує загальну вартість системи.

2) Наявність вбудованого модуля Wi-Fi є критично важливою для автоматизованої системи доступу. ESP32-CAM може легко підключатися до локальної мережі для передачі даних (зображень, результатів розпізнавання), інтеграції з базами даних користувачів, керування замком через мережу або надання віддаленого доступу до налаштувань системи.

3) ESP32 та ESP32-CAM є одними з найдоступніших на ринку платформ для

розробки IoT-пристроїв з підтримкою Wi-Fi та камери.

4) Підтримка Arduino IDE робить розробку доступною для широкого кола розробників, навіть без глибоких знань вбудованих систем. Для більш досвідчених користувачів ESP-IDF надає повний контроль над апаратними ресурсами та дозволяє оптимізувати продуктивність для завдань комп'ютерного зору. Існують численні бібліотеки та приклади коду для роботи з камерою, Wi-Fi та іншими периферійними пристроями.

Зважаючи на ці фактори, ESP32 та ESP32-CAM представляють собою економічно ефективне, гнучке та досить потужне рішення для створення автоматизованої системи доступу до приміщення з використанням технології комп'ютерного зору, особливо на етапах прототипування та розробки невеликих систем.

РОЗРОБКА САУ ПАКУВАЛЬНОЮ МАШИНОЮ УМТ-600А-06КП

Козлов Н.С., керівник доц. Зінченко М.Д.

Український державний університет науки і технологій

Автоматизація харчового виробництва забезпечує постійну високу якість продукції, оптимізує цикли перекладання й переміщення та, завдяки прискоренню пакувальних процесів, підвищує виробіток. Зрештою знижуються витрати й підвищується конкурентоспроможність продукції. Більш того, інтелектуальна автоматизація дає змогу гнучко реагувати на зміни сучасного конкурентного ринку й нові вимоги харчової промисловості

До сьогодні головним завданням автоматизації даної галузі є формування комп'ютерно-інтегрованого виробництва. Для цього створюються різні комплекси програм, що дозволяють інтегрувати процес управління на підприємстві. Автоматизується в даному випадку не окремий виробничий процес, а цілий комплекс, який характеризується складними взаємозв'язками між його підсистемами. Останнім часом були розроблені такі автоматизовані системи управління харчової промисловості, які мають широкий спектр функціональних можливостей. Технічні параметри даних систем налаштовані таким чином, що система працює оперативно, швидко і надійно. Також вона дуже комфортна у використанні оператором

Комп'ютери та інша мікропроцесорна техніка сприяли тому, що в харчовій промисловості використовуються найновітніші, технічно складні автоматизовані системи управління. Саме вони привели до інтеграції усіх виробничих процесів на підприємствах харчової промисловості.

З метою модернізації автоматичної лінії на базі пакувальної машини УМТ-600А-06КП було проаналізовано технологічний процес пакування циліндричної тари в пакети, виявлені недоліки в роботі обладнання, показано, що необхідно замінити застарілі програмовані логічні контролери та панелі оператора на більш сучасні та надійні.

Було розроблено функціональну схему автоматизації пакувальної машини, структурну схему керуючого обчислювального комплексу та схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів. Як програмований логічний контролер обрано контролер серії Delta DVPSX2 та панель оператора DOP 103BQ компанії Delta Electronics. Для управління механізмами машини застосовані пневмоциліндри і обладнання CAMOZZI.

Програмне забезпечення програмованих логічних контролерів та панелей оператора дозволяють швидко реагувати на необхідні змінення режимів роботи пакувальної машини і створювати додаткові функції управління та відображення

процесу пакування машини.

Запропоновані технічні рішення забезпечують якісно новий рівень управління пакувальною машиною, заснований на використанні мікропроцесорної техніки та сучасних інформаційних технологій.

РОЗРОБКА АСР ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ У ПРОЦЕСІ ПЛАВКИ СТАЛІ У КИСНЕВОМУ КОНВЕРТЕРІ

Куликов А.Д., керівник доц. Маначин І.О.

Український державний університет науки і технологій

Широке впровадження систем автоматизації, крім прямого економічного ефекту, підвищує загальний рівень екологічності, організації та культури виробництва, покращує ефективність керування і немислимо без фахівців високої кваліфікації.

Одним з важливих напрямків в автоматизації сучасної промисловості є автоматизація і модернізація процесів та обладнання в металургійному виробництві, частиною якого є робота з кисневих конвертерів. Для підвищення надійності та ефективності роботи станції зневоднення осадів розглянуто устрій та принципи роботи кисневих конвертерів, наведено їх основні технологічні операції та основні технологічні складові системи виміру температури металу у кисневому конвертері. Показано важливість контролю та регулювання температури сталі у кисневому конвертері. Розроблено технічне завдання на створення САР температури сталі у конвертері.

Згідно технічним вимогам розроблено функціональну схему автоматизації, описано інформаційне забезпечення й обрано відповідні технічні засоби автоматизації. Виконано компонування управляючого обчислювального комплексу, за допомогою якого оператор має можливість керувати роботою АСР температурного режиму у процесі плавки сталі у кисневому конвертері.

Запропоновані технічні рішення дозволяють підвищити технологічні показники роботи кисневих конвертерів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ У ВАПНЯНИЙ ОБЕРТОВІЙ ПЕЧІ

Хохлюк Д.В., керівник доц. Кисляков В.Г.

Український державний університет науки і технологій

Головним завданням керування виробництвом є одержання заданої сполуки вапна, що в основному зводиться до розрахунку необхідного об'єму газів на горіння й об'єму продувного повітря. Це завдання складне тим, що безпосередня інформація про вміст СаО відсутній. Також необхідно сказати, вапняна піч є агрегатом тимчасової дії.

Основним завданням для реалізації динамічного регулювання є безпосередній вимір параметрів процесу – температури й сполуки вапна. Що стосується визначення хімічного складу вапна, то тут найперспективніше використання непрямих параметрів, доступних вимірюванню, які несуть у собі необхідну інформацію.

Для підвищення ефективності технологічного процесу виробництва вапна та забезпечення енергозбереження доцільним є впровадження автоматизованих систем управління обертковою піччю. Підтримка температури по зонах печі є важливим фактором оптимального режиму роботи даного агрегату.

На основі аналізу конструкції й принципу дії було обґрунтовано те, що режим автоматичної підтримки температури у обертовій печі доцільно виконувати із запровадженням управління регулюючими органами на трасі подачі газа та повітря, на

трасі аспірації, а також приводами подачі сировини і обертання печі.

Згідно технічним вимогам розроблено функціональну схему автоматизації оберткової печі з системою автоматичного регулювання температури, описано інформаційне забезпечення й обрано відповідні технічні засоби автоматизації. Виконано компонування управляючого обчислювального комплексу, за допомогою якого оператор має можливість керувати роботою системи автоматичного регулювання температурою вапняної оберткової печі.

Запропоновані технічні рішення не тільки дозволяють досягти високих технологічних показників роботи обладнання, але й забезпечують новий рівень управління, заснований на використанні мікропроцесорної техніки та сучасних інформаційних технологіях.

ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРУ ESP32

Чернецький Д. Е., керівник доц. Рибальченко М.О.

Український державний університет науки і технологій

Для управління «розумним будинком» використовуються різноманітні датчики, що фіксують поточний стан, а також засоби управління, такі як сенсорні панелі, плати керування, контролери. Прикладами виконавчих механізмів є кондиціонери, радіатори, вентилятори, іонізатори, зволожувачі повітря та ін.

У роботі розглянуто створення системи «розумний будинок» з використанням сучасних технологій Інтернету речей (IoT). Основну увагу зосереджено на виборі апаратної платформи для реалізації функцій такої системи, а саме на мікроконтролері ESP32. Wi-Fi дозволяє пристроям безпосередньо підключатися до домашньої Wi-Fi мережі, взаємодіяти з іншими пристроями в мережі, а також виходити в Інтернет для зв'язку з хмарними сервісами, мобільними додатками тощо.

ESP32 зазвичай оснащується двоядерним 32-бітним процесором Tensilica LX6, що забезпечує достатню обчислювальну потужність для обробки даних з датчиків, виконання складних алгоритмів керування, підтримки мережевих протоколів та, навіть, запуску невеликих веб-серверів. Крім того, він має значний обсяг оперативної пам'яті (SRAM) та флеш-пам'яті, що дозволяє зберігати програмний код, конфігураційні дані та навіть невеликі обсяги даних.

При реалізації системи «розумного будинку» важливо враховувати питання інформаційної безпеки. ESP32 підтримує апаратне шифрування, автентифікацію та захищене з'єднання через протоколи HTTPS, що дозволяє захистити персональні дані користувачів та запобігти несанкціонованому доступу до елементів системи.

Зазначені можливості та гнучкість плати ESP32 відкривають безліч шляхів для реалізації проєктів «розумного будинку».

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ДЛЯ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» НА БАЗІ ІОТ

Шевчук В.М., керівник доц. Рибальченко М.О.

Український державний університет науки і технологій

Точний та безперервний моніторинг якості повітря у приміщенні (рівень CO₂, вологість, температура, пил, природний газ тощо) є критично важливим для забезпечення комфортного та здорового житлового середовища.

Проблеми, пов'язані з витоком або підвищеною концентрацією токсичних (чадний газ) та вибухонебезпечних (метан, природний газ) речовин, становлять пряму

загрозу життю та здоров'ю людини. Традиційні системи сигналізації часто не забезпечують достатньої швидкості реакції та можливості віддаленого контролю.

Інтеграція технологій Інтернету речей (IoT) дозволяє створити високонадійні, доступні та оперативні системи моніторингу, які здатні не лише виявляти загрозу, але й автоматично вживати заходів для її нейтралізації, а також надавати користувачеві доступ до даних у реальному часі через хмарні сервіси.

В роботі розглядаються питання проєктування, апаратної та програмної реалізації автоматизованої системи виявлення та очищення приміщення від шкідливих газів, що забезпечує безперервний моніторинг ключових параметрів середовища та віддалене керування виконавчим механізмом через спеціалізовану IoT-платформу ThingSpeak.

Бездротове підключення до мережі інтернет в такій системі може бути забезпечено модулем ESP8266 (Wi-Fi), а для комплексного моніторингу використані газові сенсори серії MQ: MQ-7 для високоточного вимірювання чадного газу (CO); MQ-4/MQ-2 для виявлення метану та інших легкозаймистих газів; MQ-135 для моніторингу загальної якості повітря та CO₂ (вуглекислий газ). Додатково можливо інтегрувати датчик DHT11 для контролю температури та вологості, що важливо для корекції показників газових сенсорів.

РОЗРОБКА АСР ВИТРАТИ АРГОНУ ПРИ ПРОДУВЦІ МЕТАЛУ НА АГРЕГАТІ «ПІЧ-КІВШ»

Шулім Д.О., керівник доц. Маначин І.О.

Український державний університет науки і технологій

Автоматизація дає можливість не тільки підвищити продуктивність праці, але й забезпечити збільшення ефективності роботи агрегата, знизити питомі витрати енергетичних та сировинних ресурсів, підвищити безпеку праці, збільшити міжремонтний період роботи устаткування в результаті більш суворого дотримання режиму й недопущення аварійних станів агрегата або технологічного процесу.

Металургія розвивається в напрямку інтенсифікації процесів при безперервному підвищенні рівня їхньої автоматизації.

Агрегат «під-ківш» розглянуто, як об'єкт автоматичного управління. Сформульовані вимоги до автоматичної системи регулювання витрати аргону при продувці металу на агрегаті «під-ківш».

Згідно технічним вимогам розроблено функціональну схему автоматизації, описано інформаційне забезпечення й обрано відповідні технічні засоби автоматизації. Виконано компонування управляючого обчислювального комплексу, за допомогою якого оператор має можливість керувати роботою АСР витрати аргону на агрегаті «під-ківш».

Запропоновані технічні рішення дозволяють досягти високих технологічних показників роботи агрегату «під-ківш».

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ З ЕЛЕКТРОННИМ ОБЛАДНАННЯМ

Яблуков Є.В., керівник доц. Шибакінський В.І.

Український державний університет науки і технологій

Автоматична підтримка сприятливих кліматичних умов у виробничих приміщеннях дозволяє значно збільшити термін експлуатації вартісного електронного обладнання, підвищити надійність його функціонування, мінімізуючи ризики збоїв у роботі, зменшити експлуатаційні витрати за рахунок оптимізації енергоспоживання

систем охолодження та вентиляції, зменшити вплив людського фактору на якість управління мікрокліматом.

Отже, управління мікрокліматом є важливою техніко-економічною задачею і метою роботи є розробка автоматизованої системи управління, контролю та підтримки потрібних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях.

Для забезпечення комфорту та продуктивності робочі приміщення з комп'ютерною та іншою електронною та обчислювальною технікою повинні бути оснащені системами опалення, кондиціонування та припливно-витяжною вентиляцією.

В роботі проаналізовані існуючі системи управління мікрокліматом:

- клімат-контроль у будинках на основі сучасної системи «розумний будинок» з повною інтеграцією систем опалення, вентиляції та кондиціонування;
- клімат-контроль у теплицях, який є критично важливим для сучасних тепличних комплексів, безпосередньо впливаючи на врожайність та економічну ефективність виробництва за рахунок оптимізації енерговитрат;
- клімат-контроль на підприємствах.

Висновок з аналізу – усі ці системи схожі між собою і відрізняються лише застосуванням певного обладнання.

Тому основна увага при розробці АСУ кліматичними умовами була привернута до вивчення існуючих приладів та пристроїв в аналогічних системах, вибору засобів отримання інформації про стан об'єкту управління і виконуючих механізмів з урахуванням їх характеристик, вартості та надійності.

В результаті розроблена функціональна схема автоматизації виробничого приміщення, обґрунтований вибір засобів автоматизації для реалізації функцій системи, виконана компоновка управляючого обчислювального комплексу на базі ПЛК фірми Delta серії DVP20SX2, розроблене інформаційне забезпечення системи.

Система за відповідними температурі та вологості сигналами формує, при необхідності, команди на вмикання кондиціонера та зволожувача, відповідно. Для контролю стану повітря передбачений датчик пилу, за сигналом якого здійснюється зміна витрати повітря заслінками (припливними та витяжними).

Впровадження розробленої системи дозволить не тільки забезпечити якісне автоматичне управління мікрокліматом виробничих приміщень, але й отримати значний економічний ефект.

ВИЯВЛЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТА ДІАГНОСТИКА СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗВУКОВОГО АНАЛІЗУ

Бриков Б. В., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Залізничні стрілки забезпечують різні маршрути для поїздів, переміщуючи стрілочні механізми між різними заздалегідь визначеними позиціями. Несправність залізничних стрілок може суттєво вплинути на рух поїздів. Отже, раннє виявлення аномалій має вирішальне значення для управління системами моніторингу стану залізниць. Тому слід розробити технології збору та аналізу даних з механізмів стрілок залізничних перегонів, щоб мінімізувати негативні наслідки відмови стрілок.

Багато систем моніторингу стану залізниць оснащені сигналізацією, яка застосовує порогові значення до показань електричних датчиків. Однак застосування порогових значень не гарантує раннього виявлення несправностей. Окрім методів, заснованих на електричних порогах, література містить широкий спектр методів виявлення несправностей у залізничних стрілках, включаючи статистичний аналіз, класифікацію та методи на основі моделей. Зокрема, методи класифікації широко

використовуються для виявлення несправностей у різноманітних стрілочних механізмах.

На відміну від інших сучасних дослідницьких підходів, може бути запропоноване рішення для аналізу даних, яке використовує аудіодані для виявлення несправностей у системах моніторингу стану залізниць. По-перше, на етапі попередньої обробки даних визначаються та зменшуються розміри ознак. Експериментальні результати показують, що цей метод дозволяє економічно ефективно виявляти та діагностувати несправності, досягаючи високого рівня точності для виявлення та для діагностики за допомогою дешевого мікрофона. Результати першого дослідження виявлення та діагностики несправностей у системах моніторингу стану залізниць за допомогою аудіоданих показують, що акустичний аналіз звуків залізниці може бути надійним методом розуміння стану механізмів стрілок залізничних перевезень.

Головною метою вилучення ознак є отримання послідовності векторів ознак, тим самим забезпечуючи компактне представлення з необробленого вхідного сигналу. Дослідження аналізу звуку охопили різні акустичні характеристики для використання в аналізі сигналів, такі як характеристики перцептивного лінійного прогнозування, кепстральні коефіцієнти лінійного прогнозування. Зокрема, даний метод широко використовується в автоматичному розпізнаванні мовлення та аналізі аудіо, завдяки своїй простоті обробки, видатним можливостям, вмісту як часової, так і частотної інформації, а також іншим перевагам. Крім того, він успішно застосовується для діагностики несправностей двигунів, ранні класифікації несправностей підшипників та забезпечення якості звукових сигнальних пристроїв. По-перше, для спектрального вирівнювання сигналу використовується фільтрація передвиборчого підкреслення. По-друге, для вилучення інформації про час і частоту з вхідного сигналу застосовується короткочасне перетворення Фур'є. На етапі перетворення mel-частоти частота змінюється з Гц на mel-шкалу. Потім сигнал mel-частоти перетворюється логарифмічним mel-спектром назад у часову область. Нарешті, до логарифмічної mel-частоти застосовується дискретне косинусне перетворення.

Таким чином, раннє виявлення аномалій має вирішальне значення для систем, що контролюють стан залізничної інфраструктури. Нездатність своєчасно та точно виявити несправності може стати критичним обмежувальним фактором для ефективного управління такими системами. Ефективним рішенням може бути швидкісний аналіз даних для виявлення несправностей за допомогою аудіоданих.

ЦИФРОВА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЙКОВИХ КІЛ

Вахмістров Б. О., керівник доц. Профатилів В. І.

Український державний університет науки і технологій

Рейкові кола (РК) є важливими елементами систем залізничної автоматики в Україні так як вони використовуються в якості датчиків присутності потягу на ділянці контролю і їх правильна робота безпосередньо впливає на безпеку руху поїздів на перегонах та станціях. Одним з недоліків РК є складність в експлуатації в досить небезпечних умовах праці та вимагає значних експлуатаційних витрат. Наприклад, при ремонті РК не менш 60-80 % часу витрачається на пошук і визначення несправності, тому розробка систем дистанційного діагностування рейкових кіл, що дозволяє автоматизувати даний процес є актуальною науковою і технічною задачею.

Розроблена цифрова система діагностування рейкових кіл призначена для дистанційного контролю параметрів рейкових кіл на перегоні з частотою 50 Гц та 25 Гц в процесі їх експлуатації, діагностування причин та місця несправностей, прогнозування часу та типу виникнення відмови. Для ефективної діагностики РК на

перегоні, їх математична модель повинна як можна точніше відображати фізичні процеси, що протікають в РК при їх експлуатації та відповідати самим різним вимогам: відображати з заданою точністю залежність вихідних електричних параметрів РК від їх внутрішніх і зовнішніх параметрів в широкому діапазоні їх зміни, мати однозначну відповідність фізичним процесам в РК, включати необхідні апроксимації та спрощення, які дозволяють реалізувати програмно математичну модель РК.

Для розрахунку параметрів РК на перегоні з частотою 25 Гц, рейкове коло представляють у вигляді дводротової електричної лінії з розподіленими параметрами, а для представлення схемам заміщення елементів, що знаходяться на релейному та живлячому кінцях РК, використовуються чотириполіусники. Так як частотний діапазон роботи РК на перегоні обмежений областю низьких частот (25 або 50 Гц), то схема таких РК заміщується пасивним симетричним чотириполіусником з розподіленими параметрами, що описуються матрицям передачі. Для розрахунку режимів роботи РК, аналізу та перевірки критеріїв надійності цих режимів вимірюється значення струмів та напруг на релейному і живлячому кінцях РК за допомогою ПС-мікроконтролера з вбудованим аналого-цифровим перетворювачем, який встановлюється на сигнальних точках та переїздах перегону. Потім дані передаються до АРМ електромеханіка, що встановлюється на станції для розрахунку струмів та напруг на початку та в кінці РК, і визначення коефіцієнтів чотириполіусника та вторинних параметрів РК.

Експериментальна перевірка точності розрахунку параметрів РК на перегоні з частотою 25 Гц була виконана за допомогою математичного пакету MATLAB. Вона показала, що процентне відхилення розрахункових та експериментальних даних не перевищує 15-20 %, що цілком допустимо для використання розробленої цифрової системи діагностування рейкових кіл для експлуатації на залізничному транспорті в Україні. Впровадження даної системи дистанційної діагностики дасть можливість швидко виявляти відмови РК, зменшити час пошуку, визначення типу відмов та усунення несправності. Також дана цифрова система діагностування рейкових кіл дозволяє контролювати параметри РК в автоматичному режимі при мінімальній участі експлуатаційного персоналу, що дозволить знизити час знаходження електромеханіка на перегоні, підвищити безпеку праці та поліпшить умови роботи електромеханіка, а також значно скоротити експлуатаційні витрати шляхом переходу з планово-запобіжного методу обслуговування РК до методу обслуговування «по стану».

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ МЕТОДІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Іванов Д. Р., керівник доц. Гончаров К. В.

Український державний університет науки і технологій

Безпека руху поїзда багато в чому залежить від надійної та ефективної роботи пристроїв локомотивної автоматики. Такі пристрої виконують контроль швидкісного режиму поїзда, інформують машиніста про поточну поїзну ситуацію, місцезнаходження поїзда, фактичну та допустиму швидкість для даної ділянки, забезпечують контроль пильності машиніста, вмикають автоматичне гальмування (службове або екстрене) у разі порушенні умов безпеки руху.

На сьогоднішній день в Україні основним локомотивним засобом забезпечення безпеки руху поїзда є система автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії з числовим кодуванням АЛСН. В такій системі допустима швидкість руху поїзда визначається лише з урахуванням поточної поїзної ситуації. При цьому не враховуються постійні швидкісні обмеження, які пов'язані зі станом, профілем,

радіусом кривизни та іншими особливостями ділянки колії, та тимчасові обмеження, які вводяться при проведенні різних колійних робіт. Крім цього, в системі АЛСН не забезпечується зниження допустимої швидкості в залежності від маршруту руху по станції (прямо чи з відхиленням), не враховується марка хрестовин стрілочних переводів. На перегоні така система дозволяє машиністу отримати інформацію лише про вільність двох блок-ділянок попереду. Все це пов'язане з низькою значністю системи АЛСН (використовуються тільки три кодових сигнали) та застосуванням аналогових методів передачі даних. До недоліків даної системи також відносяться висока інерційність (затримка на передачу однієї команди складає 5...6 с), низька завадостійкість, застосування застарілої елементної бази, обмежені функціональні можливості.

В даній роботі для удосконалення системи автоматичної локомотивної сигналізації запропоновано використовувати цифрові методи передачі команд АЛС. Виконана порівняльна оцінка ємності каналу передачі даних в системі АЛСН та потенційної ємності каналу на базі рейкової лінії. Запропонована система команд багатозначної АЛС, яка крім традиційних команд АЛСН дозволяє передавати на локомотив інформацію про обмеження швидкості на станціях, постійні обмеження відповідно до особливостей залізничних ділянок, а також інформацію про поточну поїзну ситуацію на перегоні з урахуванням можливого збільшення швидкостей до 250 км/год. Для підвищення завадостійкості каналу передачі даних запропоновано використовувати код Файра та квадратурну фазову маніпуляцію QPSK. Визначено твірний поліном коду Файра, розрахована інформаційна швидкість та час передачі однієї команди. Для дослідження завадостійкості запропонованої системи була розроблена імітаційна модель, програмний код якої написаний мовою Python. Встановлено, що код Файра (12,6) гарантовано виявляє всі помилки крім чотирьох, шести та восьмикратних. Для усунення таких помилок запропоновано виконувати багатократний прийом кожної команди. Відповідно до результатів моделювання загальний коефіцієнт невиявлення для однократного прийому дорівнює 0,0087, для двократного прийому - $1,7 \cdot 10^{-5}$. У разі трикратного прийому невиявлення помилок під час моделювання не фіксувалось.

Впровадження запропонованих технічних рішень дозволить підвищити завадостійкість та ємність каналу передачі даних в системі автоматичної локомотивної сигналізації.

МЕТОД ДІАГНОСТИКИ НЕСПРАВНОСТЕЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТІЛОК

Кисельов В. О., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Система залізничних стрілок є одним з найважливіших елементів обладнання залізничної інфраструктури та відіграє життєво важливу роль в експлуатації залізниці. Забезпечення безпеки одна з головних проблем залізничного транспорту у всьому світі. Як ключова транспортна інфраструктура, система залізничних стрілок відіграє життєво важливу роль у транспорті, що призводить до незліченних втрат у разі аварій.

Традиційні методи діагностики несправностей та обслуговування залізничних стрілок більше не пристосовані до зростаючої кількості даних, тому інтелектуальна діагностика несправностей стала предметом досліджень. Однак ключовим завданням інтелектуальної діагностики несправностей є ефективне вилучення глибоких ознак у сигналі та точне визначення режимів відмови в умовах незбалансованих наборів даних. Щоб вирішити дві вищезазначені проблеми потрібно зосередитись на незбалансованих даних та визначити метод діагностики несправностей, який буде засновано на

вдосконаленому автокодувальнику та доповненні даних, який реалізує глибоке вилучення ознак та ідентифікацію несправностей незбалансованих даних. Автокодувальник застосовано для згладжування шуму та вилучення глибоких ознак, щоб подолати коливання шуму, спричинені фізичними характеристиками даних. Потім, для ефективного розширення типів несправностей та вирішення проблеми незбалансованих наборів даних використовується технологія синтетичної передискретизації меншин. Крім того, стан справ визначається за допомогою регресійної моделі, яка навчається на даних збалансованих характеристик, що покращує точність діагностики та здатність до узагальнення. Нарешті, різні експерименти проводяться на реальному наборі даних, що базується на діючій залізничній станції, і середня точність діагностики досягає високих значень і перевершує інші методи, що свідчить про ефективність та доцільність запропонованого методу.

Вилучення ознак та вибір ознак є основними процесами штучного вилучення ознак. Вилучення ознак дозволяє отримати нові ознаки, що містять інформацію, що відображає стани машин з очевидною фізичною або статистичною значущістю, шляхом вилучення ознак за допомогою різних функцій відображення. Традиційні методи вилучення ознак включають вилучення з часової області, частотної області, часово-частотної області та методи аналізу даних та лінійний дискримінантний аналіз. Щоб послабити надлишкову інформацію, що міститься під час вилучення ознак, зменшити розмірність ознак та заощадити обчислювальні витрати, деякі методи вибору ознак (наприклад, фільтрація, обгортка та вбудовування) використовуються для отримання конфіденційної інформації про стан справ машин. Однак більшість традиційних методів вилучення та вибору ознак мають обмеження, які значною мірою залежать від знань предметної області, що призводить до проблеми виявлення нелінійних кореляцій між прихованими ознаками у високовимірних даних.

Наразі запропонований метод спирається лише на сигнал живлення однієї стрілки, що не було перевірено для спарених стрілок. Фактично, подвійні та кілька стрілок є складнішими та важчими для діагностики; вони також широко використовуються в залізничній галузі. Більше того, окрім однієї відмови, неоднозначно, що багато ключових відмов обладнання є пов'язаними відмовами між кількома режимами відмови. Тому майбутні напрямки досліджень можуть включати вивчення більш інтелектуального методу для виявлення несправностей подвійних та кількох стрілок, а також пов'язаних відмов між кількома режимами відмови.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ДЕШИФРУВАННЯ СИГНАЛІВ АЛС

Масалов Є. О., керівник доц. Профатилов В. І.

Український державний університет науки і технологій

Системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки руху на залізничному транспорті в Україні, так як допомогою даної системи машиніст отримує інформацію про стан сигналів світлофорів і визначає допустиму швидкість руху локомотива. Системи АЛС використовують електричні сигнали які передаються по рейковим колам і в яких інформація кодується частотою або за допомогою кодів. Актуальною проблемою для коректної роботи системи АЛС є зниження впливу на сигнал в рейковому колу електромагнітних завад, які можуть виникати під впливом тягового струму і зміні погодних умов. У зв'язку з цим одним з методів вирішення даної проблеми є розробка цифрових методів обробки сигналів, що дозволить удосконалити процес дешифрування кодів АЛС.

Метою роботи є розробка методів цифрової обробки для дешифрування сигналів АЛС, що дозволить забезпечити стійке та своєчасне розпізнавання кодів навіть за умов низького відношення сигнал/шум. Сигнали АЛС є періодичними кодовими послідовностями у діапазоні частот від 25 до 75 Гц. Для їх виділення доцільно застосовувати цифрові фільтри з вузькою смугою пропускання. За допомогою цих фільтрів можна значно зменшити вплив низькочастотних шумів та гармонічних складових від тягових електродвигунів. Окрім цього обраний тип фільтру повинен відповідати вимогам щодо амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) для різних частот сигналів АЛС.

Для синтезу цифрового фільтру дешифрування сигналів АЛС пропонується обрати метод запропонований Стівеном Смітом, який включає в себе наступні кроки:

- формування масиву значень необхідної АЧХ фільтру;
- отримання імпульсної характеристики фільтру за допомогою використання зворотного перетворення Фур'є;
- зсув імпульсної характеристики фільтру в необхідну частотну область;
- обмеження імпульсної характеристики фільтру з метою отримання кінцевої кількості коефіцієнтів фільтру;
- усунення ефекту Гіббса (перемноження масиву значень імпульсної характеристики на масив значень віконної функції, щоб отримати масив коефіцієнтів синтезованого фільтру);
- отримання АЧХ синтезованого фільтру за допомогою прямого перетворення Фур'є імпульсної характеристики;
- перевірка АЧХ фільтру на відповідність вимогам і вибір найліпшої віконної функції.

Після проведення синтезу фільтру було виконано перевірку кореляційного прийому сигналів АЛС, а також перевірено роботу кореляційного приймача за допомогою імітаційного моделювання за допомогою програми MATLAB та додаткових пакетів Signal Processing Toolbox (типові функції для рішення задач обробки та фільтрації сигналів за допомогою чисельних методів) та Filter Design Toolbox (пакет для проектування аналогових та цифрових фільтрів). Результати проведеного моделювання показали, що використання даного кореляційного методу в приймачі сигналів АЛС дозволяє визначити корисний сигнал на фоні досить значних імпульсних і періодичних завад та досягти більш високої завадостійкості, що дозволить поліпшити роботу існуючої системи АЛС та підвищити безпеку руху поїздів.

РОЗРОБКА БЛОКУ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГАЛЬМУВАННЯМ ПОЇЗДА

Лифар О. Ю., керівник доц. Гончаров К. В.

Український державний університет науки і технологій

Однією із причин порушення умов безпеки руху на залізниці є перевищення допустимої швидкості руху поїзда. На сьогоднішній день в Україні швидкість поїзда контролюється за допомогою системи автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН. Якщо фактична швидкість перевищує допустиму, відбувається автоматичне екстрене гальмування. Проте таке гальмування застосовується для негайної зупинки поїзда і може призвести до травмування пасажирів та пошкодження вантажів. У зв'язку із цим актуальною є задача впровадження системи локомотивної безпеки, яка буде автоматично виконувати не лише екстрене але і службове ступінчасте гальмування з урахуванням всіх швидкісних обмежень.

В роботі проведено аналіз існуючих типів гальм поїзда: пневматичного,

електропневматичного та електричного. Розглянуто особливості автоматичних та неавтоматичних, прямодіючих та непрямодіючих гальм. Для реалізації системи автоматичного службового гальмування поїзда запропоновано використовувати електропневматичні гальма, якими обладнуються пасажирські вагони. При використанні таких гальм керування гальмуванням кожного вагону здійснюється за допомогою двох електромагнітних вентилів. Для гальмуванні на котушки вентилів подається напруга, їх якорі притягуються, якір першого вентиля з'єднує запасний резервуар з гальмовим циліндром, а якір другого вентиля закриває канал випуску в атмосферу. При виконанні команди «Перекриття» перший ventиль знеструмлюється, а другий ventиль буде під напругою. Гальмовий циліндр буде роз'єднаний із запасним резервуаром і атмосферою. Для відпускання гальм котушки обох вентилів знеструмлюються. При цьому через другий ventиль відкривається канал для випуску повітря в атмосферу.

В рамках даної роботи розроблений блок для автоматичного керування електропневматичними гальмами. Запропонована також структурна схема системи автоматичного гальмування. Основним вузлом системи є локомотивний пристрій безпеки, до якого підключаються дешифратор сигналів АЛС, датчики швидкості, датчики тиску в різних частинах гальмівної системи, система супутникової навігації та електронна карта, в якій зберігаються всі швидкісні обмеження для даного маршруту. Також визначається положення контролера машиніста та фіксується включення/виключення тяги. Відповідно до отриманих даних локомотивний пристрій безпеки визначає допустиму та фактичну швидкість руху, через CAN-мережу передає команди «Гальмування», «Перекриття», «Відпускання гальм» та «Перевірка пильності машиніста» до блоку автоматичного керування гальмуванням. Відповідно до цих команд блок здійснює керування електромагнітними вентилями в кожному вагоні та електропневматичним клапаном автостопу. Для забезпечення високої надійності та функціональної безпечності блок керування гальмуванням містить два ідентичних двоканалних комплекти та безпечну схему порівняння і комутації. У разі виявлення відмови основного комплекту або неспівпадіння вихідних сигналів обох контролерів основного комплекту відбувається автоматичне перемикавання на резервний комплект. Крім цього використовується динамічна схема опитування рукояток пильності та безпечні схеми включення електромагнітних вентилів та електропневматичного клапана.

Впровадження розробленого блоку дозволить підвищити безпеку руху поїздів та забезпечує можливість впровадження системи автоматичного службового гальмування.

ВИКОРИСТАННЯ RFID – СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Овчинников А. В., керівник доц. Профатилов В. І.

Український державний університет науки і технологій

При міжнародних перевезеннях вантажів для автоматичної ідентифікації контейнерів вони повинні підтримувати автоматичне зчитування даних за допомогою встановлених на них трансподерів. Для роботи трансподерів використовуються частотні діапазони 902 – 928 МГц та 2,4 ГГц, що дозволяє зчитувати інформацію з контейнерів дистанційно з відстані до 15 метрів. У зв'язку з цим одним із сучасних напрямків розвитку залізничного транспорту в світі є впровадження систем слідкування за переміщенням вантажів та рухомого складу. Впровадження RFID - систем на залізничному транспорті дозволяє зменшити кількість помилок при ручному вводі ідентифікаторів контейнерів та вагонів, а також оперативно передавати результати ідентифікації рухомого складу та вантажів до інших систем

автоматизованого керування рухом поїздів, вантажною роботою, вагонним господарством, сервісним обслуговуванням клієнтів залізничного транспорту та ін.

В основі роботи розробленої системи слідкування за переміщенням вантажів та рухомого складу лежить принцип радіочастотної ідентифікації, що дозволяє проводити безконтактне зчитування інформації з рухомого складу без зупинки потягу. Окрім цього систему слідкування за переміщенням вантажів та рухомого складу можна використовувати для контролю прибуття потягу на станцію у повному складі, що дозволяє використовувати її на малодіючих ділянках замість застарілих систем регулювання руху. Для цього кожна рухома одиниця оснащується трансподером, що представляє собою автономний датчик з пасивним живленням, що містить всю необхідну інформацію про вантаж та саму рухома одиницю. Згідно міжнародному стандарту ISO 10374 в трансподері зберігається наступна інформація: серійний номер, код власника, розміри та конструкція, загальна вага та вага порожнього контейнера або вагона. В горловинах станцій встановлюються зчитувачі, що забезпечують пасивні датчики тимчасовим живленням та дозволяють зчитувати з них інформацію на досить високій швидкості. Для передачі даних використовується розповсюджений частотний діапазон 2,4 ГГц, який не потребує ліцензування, що зменшує витрати на проектування та впровадження системи слідкування за переміщенням вантажів та рухомого складу. Даний діапазон забезпечує високу швидкість передачі даних, що дозволяє зчитувати інформацію з рухомих одиниць на швидкість до 400 км/год., а також має малий рівень атмосферних та промислових перешкод. Також для прийому сигналів в цьому діапазоні потрібні невеликі розміри антен, що дозволяє заховати її у середині корпусу, і таким чином значно зменшити габарити трансподерів та підвищити механічну міцність конструкції.

Для реалізації автономного датчика з пасивним живленням використовується мікроконтролер CC2340R компанії Texas Instruments з дуже низьким енергоспоживанням (53 мкА на 1 МГц). Мікроконтролер CC2340R має архітектуру Arm Cortex M0 та вбудований бездротовий радіочастотний трансивер, що працює в діапазоні 2,4 ГГц. Мікроконтролер CC2340R працює в діапазоні напруги живлення 1,7 – 3,8 вольт та в широкому температурному діапазоні від -40 до +125°C, а також має розміри 4x4 мм (корпус QFN24), що дозволяє вбудовувати його практично в будь які конструкції. Впровадження розробленої системи автоматизованої ідентифікації вантажів та рухомого складу дозволить значно скоротити час обробки інформації та знизить кількість помилок, що підвищить продуктивності перевізного процесу та зменшить експлуатаційні витрати.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

Фролков І. В., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і технологій

У системі енергозабезпечення роботи залізничної станції підвищені вимоги пред'являються до надійності електропостачання систем, які забезпечують в першу чергу безпеку її роботи. За умовами експлуатації у всіх режимах ці системи вимагають обов'язкової наявності надійного живлення. Для особливо відповідальних споживачів, якими є пристрої та системи залізничної автоматики, передбачають додаткове незалежне джерело енергії. У якості таких джерел енергії відносяться акумуляторні батареї та дизель-генератори.

В даний час на залізничних станціях для живлення постійним струмом особливо відповідальних механізмів власних потреб в аварійних режимах застосовуються

стаціонарні свинцево-кислотні акумуляторні батареї.

Серед недоліків цих батарей слід зазначити такі:

- необхідність періодичного контролю основних параметрів акумуляторів;
- знижена щільність електроліту призводить до сульфатації, а підвищена викликає швидку корозію електродів, отже різке зниження характеристик;
- обмежений термін служби;
- екологічне забруднення середовища свинцем та кислотами;
- необхідність утилізації.

Критичні режими, що виникають у аварійних ситуаціях, призводять до прискореного розряду акумуляторів. При експлуатації таких батарей контролюють основні параметри акумуляторів. Контроль стану свинцево-кислотного акумулятора вимагає все більшої уваги з боку експлуатаційного персоналу. Багато з них потребують реконструкції, оновлення основних робочих елементів, покращення схем, заміну кабелів та ін. При цьому безперервно зростають витрати на їх поточне обслуговування.

У зв'язку з цим, проблеми розробки та впровадження джерел постійного струму на базі нових, екологічно чистіших, довговічніших та безпечніших хімічних джерел струму є актуальними. Серед таких джерел струму все більшу увагу привертають літій-іонні акумулятори. Інтерес до них пов'язаний, насамперед, з тим, що питома енергетична ємність таких пристроїв у кілька разів вище, ніж у звичайних системах, що акумулюють електричну енергію.

Переваги можна назвати такі:

- видача вищої напруги (порівняно з іншими типами);
- висока щільність накопичуваної енергії та розрядних струмів;
- суттєвий запас робочих циклів розряд-заряд (понад 1000);
- мінімальний саморозряд – 4-6% за місяць, 10-20% за рік;
- не потребує регулярного обслуговування, порівняно зі свинцево-кислотними;
- широкий діапазон робочих температур – від -20 до +50°C.

Недоліки можна назвати такі:

- необхідність створення досить складної електронної системи управління різними секціями батарей;
- досить висока вартість.

Термін служби тісно пов'язаний із такими параметрами, як глибина розряду і температура. Глибина розряду – це та величина напруги, до рівня якої акумулятор можна розрядити без шкоди його конструкції. Варто звернути увагу на те, що літій-іонні акумулятори мають значно вищий термін служби у глибоких розрядах та здатні витримувати навантаження, зберігаючи значення, близьке до початкової ємності.

Явище саморозряду характерно більшою чи меншою мірою для всіх типів акумуляторів та полягає у втраті ними своєї ємності після того, як вони були повністю заряджені при відсутності зовнішнього споживача струму. У герметизованих свинцево-кислотних акумуляторах цей показник значно вищий (24–48 % на рік) порівняно з літій-іонними акумуляторами (12% на рік) при 20°C. Слід зауважити, що глибокий розряд свинцево-кислотних акумуляторів та наступний заряд збільшують струм саморозряду.

Таким чином, літій-іонні акумуляторні батареї мають більший термін служби та питому щільність енергії, менш чутливі до зміни температури, мають здатність зберігати початкову ємність при підвищених струмах розряду і не потребують постійного контролю основних параметрів. Тому їх застосування у якості незалежних джерел струму особливо відповідальних систем і пристроїв залізничних станцій є перспективним.

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПРИЙМАЧА ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ

Шевчук М. С., керівник доц. Профатилів В. І.

Український державний університет науки і технологій

На залізничному транспорті в Україні досить широко використовуються тональні рейкові кола (ТРК) з аналоговими приймачами сигналів ТРК які використовують багато різних фільтрів на індуктивностях та ємностях. Такі елементи мають високу вартість, великі розміри та вагу і не дуже стабільні параметри в процесі експлуатації, особливо при зміні температури повітря. Набагато кращі результати при обробці сигналів рейкових кіл можна отримати якщо реалізувати цифровий приймач ТРК на базі мікропроцесорної техніки та використовувати методи цифрової обробки сигналів. Для цього необхідно перетворити вхідний аналоговий сигнал, що поступає з рейкового кола у цифровий код, а потім обробити його за допомогою методів цифрової обробки сигналів, що дозволить збільшити надійність роботи ТРК, зменшити габаритні розміри та вагу апаратури, а також знизити вартість приймача ТРК.

Для апаратної реалізації приймача ТРК пропонується використовувати мікроконтролер dsPIC30F1010 з вбудованим цифровим сигнальним процесором, який має потужну систему команд з підтримкою цифрової обробки сигналів і високу швидкість роботи. Так як мікроконтролери працюють тільки із двійковими сигналами, що мають дискретне значення, тому вони не здатні напряду працювати з аналоговими сигналами. Для обробки аналогових сигналів за допомогою мікроконтролерів, необхідно цей сигнал піддати операціям дискретизації, квантуванню та кодуванню. Для реалізації цих функцій мікроконтролер dsPIC30F1010 має вбудований 12-разрядний аналогово-цифровий пристрій (АЦП), але аналоговий сигнал не можливо подати відразу на вхід АЦП. На вході перед АЦП встановлюються додаткові елементи, що виконують допоміжні функції узгодження рівнів сигналу, захисту від перенапруг та фільтрації сигналу. Для зменшення вхідного сигналу до необхідного рівня на вході пристрою встановлюється дільник напруги на резисторах. Буферний підсилювач забезпечує вхідний опір схеми не менше 1 МОм. Підсилювач-обмежувач забезпечує підсилення вхідного сигналу до необхідного рівня та захист АЦП від перевантаження по напрузі. Безпосередньо на вході АЦП встановлюється фільтр нижніх частот (ФНЧ) для усунення ефекту накладання спектрів, який виникає при перетворенні аналогового сигналу в цифровий код. Для реалізації ФНЧ використовується активний фільтр другого порядку, реалізований по модифікованій схемі Саллена-Кі. Безпечна та надійна робота цифрового приймача ТРК забезпечується використанням структури з трьох однакових каналів та можливістю автоматичного переходу приймача у захисний стан у випадку несправності апаратури, що відповідає приладам першого класу надійності та рівню безпеки SIL 4.

Використання цифровий приймач ТРК замість аналогового має ряд переваг: - універсальність цифрового приймача ТРК, що дозволяє використовувати всього лише один тип приймача для різних частот (модуючих і несучих); стабільну роботу приймача ТРК у широкому діапазоні напруги живлення (від 90 до 260 В) та в широкому температурному діапазоні (від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$); значне зниження енергоспоживання цифрового приймача ТРК; зменшення ваги та габаритів цифрового приймача ТРК; легкість включення цифрового приймача ТРК у систему диспетчерського контролю для перевірки працездатності приймача та діагностування відмов.

РОЗРОБКА СУЧАСНИХ НАВЧАЛЬНО-КОНТРОЛЮЮЧИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ 3D ТЕХНОЛОГІЙ

Ребрик І. І., керівник доц. Моня А. Г.

Український державний університет наук і технологій

На сучасному етапі розвитку інформаційного суспільства важливого значення набуває розробка інноваційних, високоінформатизованих підходів і засобів навчання. Стрімкий технологічний прогрес сприяє появі нових освітніх інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема на базі хмарних обчислень, мобільного навчання та сервісів соціальних мереж. Завдяки цьому удосконалюються процеси накопичення, зберігання й використання предметно орієнтованих електронних ресурсів

Особливої актуальності сьогодні набуває формування віртуального освітнього середовища, яке поєднує елементи традиційного та дистанційного навчання. Одним із перспективних напрямів є використання технологій віртуальної та доповненої реальності для створення інтерактивних систем самонавчання. Такі системи забезпечують глибше занурення в навчальний процес, сприяють формуванню практичних навичок і можуть ефективно застосовуватися не лише в школах та університетах, а й у професійній підготовці — зокрема у військовій сфері, медицині та службах надзвичайних ситуацій. Використання 3D технологій у таких системах підвищує мотивацію до навчання, забезпечує наочність матеріалу й дозволяє моделювати реальні ситуації без ризику для користувача.

Технології віртуальної реальності та 3D-візуалізації створюють базу для розробки нових поколінь мультимодальних людино-комп'ютерних інтерфейсів. Вони дозволяють створювати тренажери, симулятори, інтерактивні навчальні середовища, цифрові лабораторії, віртуальні прототипи, планетарії та інші освітні рішення. Швидкий розвиток 3D-технологій і здешевлення відповідного обладнання робить їх доступними для широкого кола користувачів.

Використання віртуального середовища забезпечує ефект занурення, що відрізняє його від традиційних тривимірних графічних систем. Це розширює можливості викладача у візуалізації навчального матеріалу, сприяє підвищенню зацікавленості студентів та дозволяє реалізувати процес навчання у формі гри.

Використання середовища Unity у поєднанні з мовою програмування C++ чи JavaScript відкриває широкі можливості для розробки візуальних математичних моделей, симуляторів і тренажерів. Наприклад, створення інтерактивних віртуальних лабораторій з геометрії, алгебри, математичного аналізу чи теорії ймовірностей дає змогу не лише вивчати, а й перевіряти рівень засвоєння знань у реальному часі.

Метою роботи є аналіз сучасних 3D-навчальних систем і розробка власного навчально-контролюючого програмного продукту для вивчення математичних дисциплін, який поєднує наочність, інтерактивність і можливість автоматизованої перевірки знань.

ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ І СЬОГОДЕННЯ.

Шаповалова С.О., керівник доц. Мухіна Н.А.

Український державний університет науки і технологій.

Сучасні методи теорії ймовірностей застосовуються в різноманітних сферах життєдіяльності, а саме: фінансах, медицині, інженерії, комп'ютерних науках (машинне навчання, штучний інтелект) та інших.

Вона є основою математичної статистики, допомагаючи аналізувати та описувати випадкові процеси.

Розглянемо основні задачі теорії ймовірності:

- **Наукові дослідження:**
Планування експериментів, аналіз результатів та побудова статистичних моделей у різних галузях науки.
- **Фінанси та економіка:**
Прогнозування ринкових коливань, оцінка інвестиційних ризиків, моделювання ціноутворення на фінансові активи.
- **Медицина:**
Аналіз ефективності ліків, прогнозування перебігу хвороб, визначення ймовірності певних станів пацієнта.
- **Інженерія та технології:**
Оцінка надійності та терміну служби обладнання, оптимізація виробничих процесів, контроль якості.
- **Комп'ютерні науки:**
Розробка алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту (наприклад, для розпізнавання образів та обробки природної мови), аналіз великих даних.
- **Страховання:**
Розрахунок страхових премій та оцінка ймовірності страхових випадків

БЕЗДРОТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА БІО-ЕФЕКТИ: ЩО ВАРТО ЗНАТИ

Гак І.О., керівник доц. Гулівець О.М.

Український державний університет науки і технологій

В межах європейського проекту «Біомедичні ефекти електромагнітних полів» вчені з Європи, а також Росії, України, Японії та США розпочали дослідження щодо можливого впливу випромінювання стільникових телефонів на здоров'я та життя користувачів.

На початку нового століття було завершено перший етап цієї масштабної роботи. Результати виявилися доволі тривожними: встановлено, що радіотелефони, зокрема стільникові, що працюють у діапазоні 450–900 МГц, мають негативний вплив на фізіологічний стан людини. Найбільше страждає головний мозок, зокрема зона гіпоталамуса, а також периферійні аналізатори у середньому вусі — вестибулярний та слуховий. Це може спричинити психічні розлади, зміну рефлексорної діяльності, порушення поведінкових реакцій, короткочасну та довготривалу втрату пам'яті, а також зміну біоелектричної активності мозкових структур.

Дослідження у цій сфері досі тривають, однак уже доведено, що електромагнітне випромінювання негативно впливає на ендокринну, імунну систему, репродуктивні органи та генетичний апарат. При тривалому користуванні мобільним телефоном температура мозку може підвищуватися до одного градуса. Крім того, бездротові технології, зокрема Wi-Fi, здатні негативно впливати на кору головного мозку. Відсутність чіткого законодавчого регулювання у цій сфері не дає змоги запобігти потенційно небезпечному впливу бездротових пристроїв на організм.

Науковці неодноразово наголошували на ризиках для здоров'я, пов'язаних із тривалим впливом радіочастотних сигналів. Багато користувачів мобільних телефонів скаржаться на побічні ефекти — головний біль, зниження пам'яті та концентрації, тиск у вухах, раптову втому.

За результатами досліджень європейських науковців, близько 3% людей мають так звану гіперелектрочутливість — їхній організм надзвичайно чутливий до дії електромагнітних полів.

Серед можливих захворювань, пов'язаних із користуванням мобільними телефонами, вчені називають дитячу лейкемію, катаракту, пухлини мозку, серцево-судинні захворювання та розлади нервової системи, які можуть викликати мутації на рівні ДНК.

Наразі понад два мільярди людей у світі користуються мобільними телефонами, з них близько 500 мільйонів — у стандарті GSM. Дослідники також зазначають, що аналогові пристрої є значно шкідливішими для здоров'я, ніж цифрові.

Всесвітня організація охорони здоров'я, зі свого боку, радить дотримуватись обережності при використанні бездротових технологій. Водночас директор з досліджень Міжнародної асоціації GSM Джек Роулі вважає наукові побоювання перебільшеними:

«Поодинокі дослідження не дають повної картини. Немає підстав стверджувати, що мобільні технології становлять загрозу», — зазначив Роулі, додавши, що п'ять незалежних досліджень не виявили зв'язку між використанням Wi-Fi та ризиком розвитку онкологічних захворювань.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ФІРМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ

Рачок А., керівник доц. Михайлова Т.Ф.

Український державний університет науки і технологій

При аналізі діяльності підприємств зручно використовувати модель фірми. Будь яка фірма в процесі своєї діяльності повинна вирішувати ряд задач. Що і в якій кількості випускати? За якою ціною реалізувати продукцію? Відповіді на ці запитання при побудові математичної моделі, знаходяться з припущення, що метою є одержання максимального прибутку.

За заданими значеннями кількості продукції Y і вартості $C(y)$ протягом року будемо економетричну модель функції вартості $C(y)$ і функції доходу $R(y)$ за специфікаціями:

$$C(y) = a_0 + a_1y + a_2y^2 \quad (1)$$

$$R(y) = py \quad (2)$$

Прибуток фірми обчислюємо за формулою:

$$F(y) = R(y) - C(y) = -(a_0 + (a_1 - p)y + a_2y^2) \quad (3)$$

Якщо відомо, що ціна одиниці реалізованої продукції $p = 115$ ум.гр.о., то використовуємо функцію пакету EXCEL для побудови моделей (1) і (2).

Знаходимо коефіцієнти: $a_0 = 76,37112$ $a_1 = 20,40781$ $a_2 = 5,427443$,

Тоді $C(y)$ обчислюємо таким чином:

$$C(y) = 76,37112 + 20,40781 \cdot y + 5,427443 \cdot y^2,$$

y		C	C(y)	R(y)	F(y)
2		190	138,8965	230	91,1035
0,5		50	87,93189	57,5	-30,4319
3		210	186,4415	345	158,5585
3,5		230	214,2846	402,5	188,2154
4		240	244,8414	460	215,1586
5		280	314,0962	575	260,9038
6		375	394,2059	690	295,7941
5,5		330	352,7942	632,5	279,7058
4,5		280	278,112	517,5	239,388
7		470	485,1705	805	319,8295
6,5		400	438,3314	747,5	309,1686
7,5		550	534,7234	862,5	327,7766
7		550	485,1705	805	319,8295

Визначаємо для побудованої моделі коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,949243$.

Це означає, що пояснено 94,92429% дисперсії економічного показника $C(y)$.

Використовуючи F-критерій Фішера для оцінки адекватності математичної моделі статистичним даним.

$$F_{\text{табл}}(0,95; 2; 10) = 4,10$$

$$F_{\text{розрах}} = 93,5084$$

$F_{\text{розрах}} > F_{\text{табл}}$, це значить, що модель адекватна даним спостережень і може бути використана для аналізу процесу.

Оцінюємо значущість параметрів регресії, використовуючи t-статистику:

$$t_{\text{кр}} = 0,064298; ta_0 = 1,872301; ta_1 = 0,995537; ta_2 = 2,312323.$$

$ta_0 > t_{\text{кр}}, ta_1 > t_{\text{кр}}, ta_2 > t_{\text{кр}}$, а отже параметри a_0, a_1, a_2 – статистично значущі.

Прирівнявши $F'(y)=0$ і вирішуючи рівняння відносно y , отримаємо:

$$y_1 = 0,848701 \text{ і } y_2 = 16,5798.$$

Таким чином, фірма одержить прибуток, якщо буде випускати $0,848701 < y < 16,5798$ продукції і понесе збитки, якщо кількість випущеної продукції буде задовольняти умовам: $y > 16,5798$ або $y < 0,848701$.

Прибуток фірми буде максимальним, якщо вона випустить і реалізує 8,71425 одиниць продукції; при цьому максимальний прибуток фірми складатиме 335,7789 ум. гр. о.

Таким чином можна застосувати методи математичного моделювання для вирішення економічних задач.

МОЖЛИВОСТІ МП MAPLE В РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ

Грабарчук О.Д., керівник проф. Кузнецов В.М.

Український державний університет науки і технологій

Лінійна алгебра, як один із розділів вищої математики, завжди була фундаментом для інших математичних дисциплін і її актуальність в сучасних науках і технологіях тільки зростає. Декілька прикладів: оптимізація ресурсів та прогнозування; опис фізичних систем; комп'ютерна графіка і т. д. Докладніше розглянемо третій приклад.

Переміщення об'єктів у просторі здійснюється за допомогою спеціальних матриць трансляції. Масштабування, тобто зміна розміру об'єкту, виконується за допомогою матриць масштабування. Моделювання і анімація: в матриці зберігається

відповідна інформація про об'єкти. Кожен стан об'єкта може бути описаний відповідною матрицею.

Отже, лінійну алгебру потрібно вивчати і вміти користуватися одержаними знаннями. Але майже всі обчислення в лінійній алгебрі потребують достатньо велику кількість часу. І тут може допомогти МП Maple. Робота з МП Maple зручна та продуктивна, що особливо важливо для студентів. Зрозумілий інтерфейс, потужні символічні обчислення, велика кількість бібліотек і пакетів.

Але слід розуміти, що МП Maple – це тільки інструмент, яким студент повинен навчитись користуватися. А перед цим лінійну алгебру потрібно опанувати в класичному сенсі цього слова. І тільки після цього підключати можливості МП Maple, там, де це потрібно. Пояснимо: для обчислення визначника другого порядку МП Maple не потрібний. Швидше такий визначник обчислити на папері. А ось, наприклад, визначник сьомого порядку вже потребує застосування МП Maple.

Отже, за допомогою МП Maple навчання перетворюється у творчий процес, стає більш сучасним, що допомагає здобувачам освіти підвищити математичну компетентність.

НЕЙРОМЕРЕЖІ, ЯК РОЗУМНИЙ ПОМІЧНИК ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Кібовський І.Д., керівник професор Кузнецов В.М.

Український державний університет науки і технологій

Вища математика і штучний інтелект — дві теми, які ми розглянемо в цих тезах. Чи можна їх з'єднати, чи вийде з цього якась користь?

Спочатку декілька слів про розвиток штучного інтелекту, який зупинити неможливо. Це стрімкий розвиток технологій, які дозволяють машинам виконувати задачі, що потребують людського мислення: навчання, аналіз, прийняття рішень. Сьогодні штучний інтелект застосовується в медицині, бізнесі, освіті, науці, транспорті і т. д. Зупинити розвиток штучного інтелекту неможливо, та напевно і непотрібно. А чи потрібно в сучасному світі вивчати вищу математику? Це непотрібний академізм чи інструмент для розвитку мислення? Дійсно, в сучасному світі курс вищої математики змінюється. Деякі розділи скорочуються, деякі змінюються. Але з іншого боку, вивчення вищої математики формує логічне і абстрактне мислення, яке необхідне в науці, технологіях та бізнесі, сприяє розвитку креативності, навчає працювати з моделями і алгоритмами. Крім того, математична підготовка є важливою умовою для розуміння сучасних технологій, у тому числі й нейромереж. Адже самі нейромережі базуються на математичних моделях — лінійній алгебрі, теорії ймовірностей, математичному аналізі. Таким чином, вища математика не лише потрібна студентам, вона є основою для розуміння самого штучного інтелекту. Тому, вивчення вищої математики потрібне для студентів. Але в сучасному світі без застосування нейромереж в цьому процесі вже не обійтись. Вони як розумний помічник, який може пояснити деяку тему, розв'язати задачу або знайти помилку. Перелічимо лише деякі операції, які можна вирішити за допомогою нейромереж:

- аналіз графіка функції та його побудова;
- покрокове розв'язання інтегралів з поясненнями;
- геометричні та механічні застосування визначеного інтеграла;

- розв'язання прикладних задач, в яких математика зв'язана з фізикою, біологією, економікою.

Також нейромережі здатні створювати персоналізовані навчальні курси, адаптовані до рівня знань конкретного студента, та формувати інтерактивні візуалізації, які значно полегшують сприйняття абстрактних понять. Але потрібно пам'ятати і про негативні сторони застосування штучного інтелекту. Часте використання нейромереж може призвести до втрати самостійного мислення. Виникає спокуса просто копіювати відповідь, не намагаючись вникнути в суть. Крім того, іноді при некоректно сформульованому питанні, нейромережа може видати невірне рішення. Тому важливо перевіряти і думати самому, а не просто довіряти всьому без розбору. Варто також зазначити, що використання нейромереж потребує певної цифрової грамотності: студент має не лише знати, як користуватись інструментом, а й розуміти його межі.

Отже, висновок: нейромережі — це сильний помічник у вивченні вищої математики. Головне — використовувати їх з розумом, щоб вони не замінювали знання студента, а тільки посилювали їх. Поєднання традиційної математичної освіти та сучасних цифрових інструментів — це шлях до формування конкурентоспроможного фахівця в умовах цифрової епохи.

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

ПІДСЕКЦІЯ «ІНЖЕНЕРНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

ОСВОЄННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ СТАЛЕЙ 20ГЛ та 20ГФЛ ДЛЯ ВІДЛИВОК ЕЛЕМЕНТІВ ВІЗКІВ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ

Заболотських Є.В., Ярошенко Я.О. керівник доц. Дерев'янка І.В.

Український державний університет науки і технологій

Конструкційна низьколегована сталь марок 20ГЛ і 20ГФЛ для виливків елементів візків рухомого складу, що виплавляється в умовах ПрАТ «Кременчуцький сталеливарний завод» (КСЗ), відповідно до технічних умов за хімічним складом має відповідати вимогам, наведеним у табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад сталей марок 20ГЛ та 20ГФЛ

Марка сталі	Содержание элементов, % мас.								
	C	Mn	Si	V	P	S	Cr	Ni	Cu
					н е б і л ь ш е				
20ГЛ	0,17-0,25	1,10-1,40	0,3-0,5	-	0,025	0,020	0,30	0,30	0,30
20ГФЛ	0,20-0,25	1,20-1,40	0,3-0,5	0,07-0,13	0,025	0,020	0,30	0,30	0,30

Після термічної обробки (нормалізації) метал виливків (рами, балки, букси) за механічними властивостями повинен відповідати нормам, наведеним у табл. 2.

Таблиця 2

Норми механічних властивостей сталей марок 20ГЛ та 20ГФЛ

Марка сталі	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ² При t = - 60°C
-------------	------------------	------------------	--------------	------------	---

	не менше				
20ГЛ	490	294	18	25	24,5
20ГФЛ	540	400	15	30	25,0

Досвідчені плавки стали проводили в дуговій печі ДСП-25 основним процесом на свіжій шихті з окисленням вуглецю та двома підвалками металошихти з використанням карбіду кремнію. Статистичною обробкою дослідних даних при дослідженні кінетики обезуглерожування сталевий ванни в ході окисного періоду отримана аналітична залежність швидкості окислення вуглецю від концентрації вуглецю в металі

$$V_c = 0,75\%[\%C] + 0,25, \%C/\text{год.}$$

Виливки отримані з дослідної сталі піддавали термічній обробці (нормалізації) по режиму: нагрівання із заданою швидкістю до 360-465°C, ізотермічна витримка при цій температурі протягом 2-2,5 год і охолодження протягом 2 годин у спеціальній камері з водоохолодженням.

Хімічний склад оксидних, силікатних та оксисульфідних неметалевих включень визначали за допомогою енергодисперсійного спектрометра на електронному мікроскопі – мікроаналізаторі з енергодисперсійною приставкою РЕММА 101А. Аналіз отриманих спектрограм, дозволив виділити системи, до яких можна віднести ці включення: Al-Ca-O; Al-Ca-Ti-O; Al-CaS-O; Al-(Ca,Mn)S-O; Al-MnS-O; Al-(Ca,Mn)S-(Ti, Cr)-O. Виявлені та досліджені включення можна поділити на киснево-вмісні (оксида, алюмінати, алюмосилікати кальцію та більш складні складові), сульфіди (MnS) та оксисульфіди.

Дослідження показали що основна маса кисню, пов'язаного в оксидні неметалеві включення зосереджена в силікатах (від 36,53% до 55,89%) і алюмінатах (від 39,94% до 57,93%), концентрація кисню, пов'язаного в алюмосилікатикальцію становить незначні величини від 1,2% до 5,8%. Марганець (1,0 – 1,4%), що входить до складу вищевказаних марок сталей, взаємодіючи з сіркою, утворює термодинамічно міцний сульфід MnS



$$\Delta G_T^0 = -156900 + 95T, \text{ Дж/моль}$$

Причому вміст сірки в оксисульфідах тим більше, чим вище вміст марганцю (рис. 1).

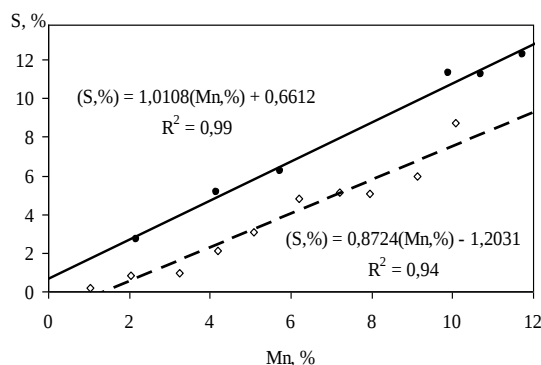


Рисунок. 1. Залежність вмісту сірки від кількості марганцю в неметалевих включеннях:
●- 20ГЛ; ◇ - 20ГФЛ

Різні співвідношення Mn і S в неметалевих включеннях сталей 20ГЛ і 20ГФЛ пояснюються наявністю в 20ГФЛ ванадію, який знижує рівноважні концентрації сірки при зниженні температури металу, особливо при кристалізації. При співвідношенні

(%Mn)/(%S), що дорівнює 61,5, кількість складних сульфідів марганцю становить 19,64% - 27,11%. У сталі 20ГЛ, що містить 0,05% та 0,037% алюмінію, кількість Al_2O_3 знаходиться на одному рівні 28,87% та 28,6%, а гексаалюмінату кальцію – від 11,4% до 100%. При співвідношенні $(\%Mn)/(\%S) = 50$ і $(\%Mn)/(\%S) = 65$ концентрація складних сульфідів марганцю становить 12,97% і 60,0% відповідно.

Отримані результати досліджень підтверджують, що метал виливків дослідних плавов відповідає вимогам що висуваються до якості металу для виливків деталей рухомого складу залізничного транспорту.

ЗАРОДЖЕННЯ КОРОЗІЇ ПОБЛИЗУ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ В СТАЛЯХ, ЩО ПІДДАНІ ЛАЗЕРНІЙ ДІЇ

Коновалов К.А., керівник проф. Губенко С.І.

Український державний університет науки і технологій

Дослідження різних виробів та деталей, зокрема деталей конструкцій, залізничних коліс тощо показало, що корозійне руйнування є серйозною проблемою та суттєво впливає на надійність та довговічність цих виробів при експлуатації [1]. Відомо, що корозійні пошкодження часто виникають поблизу неметалевих включень [1–3]. Відомо, що лазерний вплив сприяє підвищенню корозійної стійкості сталей і сплавів, проте не досліджено впливу неметалевих включень на зазначене явище. **Метою роботи** було вивчення впливу лазерної обробки на зародження корозійних ушкоджень поблизу неметалевих включень за впливу активних середовищ.

Матеріали та методики. Дослідження проводили на спеціально отриманих плавках низьковуглецевої листової сталі 08 та колісної сталі R7, що були програмно забруднені різними типами неметалевих включень: для сталі 08 та R7 відповідно пл. 1 і 5 - сульфідів (Fe, Mn)S, FeS-MnS, пл. 2 та 6 – корунд, шпінель Al_2O_3 , $MnO \cdot Al_2O_3$, пл. 3 та 7 – силікати SiO_2 , $MnO \cdot SiO_2$, $FeO \cdot SiO_2$, пл.4 та 8 – TiCN [1–3]. При випробуваннях застосовували середовища: 1 - повітря, 2 - 5% водний розчин NaCl, 3 - 1% водний розчин H_2SO_4 . Частину зразків перед корозійними випробуваннями піддавали лазерній обробці на установці "Квант-16" (W_{imp} 25 Дж, час дії $3 \cdot 10^{-3}$ с). Використовували металографічний (Неофот-21) та петрографічний методи досліджень [1-3].

Результати досліджень та їх обговорення. Під час випробувань на повітрі на малоциклову втому сталей, спостерігається вплив типу неметалевих включень на їх втомні характеристики (табл. 1). Корозійне середовище призвело до істотного зниження довговічності сталей за малоциклової втоми N за наявності неметалевих включень. У міру збільшення довговічності сталей дослідні плавки вишикувалися в зростаючий ряд: найнижча величина N у сталей, забруднених сульфідами (пл. 1,5), потім вона збільшується за наявності відповідно корунду та шпінелей (пл. 2, 6), силікатів (пл. 3,7) і, нарешті, карбонітридів титану (пл. 4, 8). Крім того, визначені коефіцієнти впливу середовища β_c , що становлять відношення довговічності колісної сталі на повітрі до аналогічного показника у корозійному середовищі. Очевидно, що більше величина цього коефіцієнта, то сильніше знижують неметалеві включення малоциклову довговічність сталей.

Порівняльний аналіз результатів випробувань показав, що попередня лазерна дія призвела до збільшення довговічності сталей за малоциклової втоми при випробуваннях на повітрі та у середовищах на 25...42%). У той же час і після ЛО зберігся вплив типу неметалевих включень: найнижча величина N отримана для сталей, забруднених сульфідами (пл. 1, 5), потім вона збільшується за наявності відповідно корунду та шпінелі (пл. 2, 6), силікатів (пл. 3, 7) і, нарешті, карбонітридів титану (пл. 4, 8). Крім того, величина коефіцієнта впливу середовища β_c з залишилася для різних

типів включень приблизно на одному рівні як без попереднього лазерного впливу, так і після нього. Таким чином, корозійне середовище призвело до зниження довговічності сталей за малоциклової втоми за наявності всіх типів неметалевих включень у разі попереднього лазерного впливу (табл. 1), проте спостерігається позитивний вплив цієї дії на малоциклову довговічність N в порівнянні зі зразками, які не піддавалися ЛО.

Дослідження сталей після випробувань на малоциклову втому у різних середовищах показали, що корозійні пошкодження зароджувалися на неметалевих включеннях всіх типів без попереднього лазерного впливу. Практично завжди процес корозії починається на міжфазних границях включення-матриця, потім поширюється в сталеву матрицю і в неметалеве включення. У разі попереднього лазерного впливу також спостерігали зародження корозійних пошкоджень поблизу включень і уздовж границь включення-матриця, але за однакового часу корозійних випробувань ці пошкодження були значно меншими.

Необхідно враховувати, що міжфазні границі включення-матриця є готовими каналами для проникнення атомів поверхнево активної речовини з навколишнього середовища, що обумовлено дефектною структурою цих границь і наявністю міжфазних напружень [4]. Корозія викликає додаткові напруження в границях включення-матриця через розклинюючу дію продуктів корозії, які утворилися, що сприяє розвитку втомних тріщин від неметалевих включень в сталеву матрицю. Підвищення довговічності сталей за малоциклової втоми та корозійної стійкості сталей після лазерного впливу, очевидно пов'язане з фазовими та структурними змінами, що відбуваються поблизу включень в момент лазерної обробки, коли спостерігається швидкісне плавлення включень, пересичення сталеві матриці їх елементами, а також зміна стану міжфазних границь включення-матриця, що призводить до мікрозварювання включень і сталеві матриці [5 - 7]. Очевидно, локальне мікрозварювання, що пройшло уздовж міжфазних границь включення-матриця за лазерного впливу, сприяло зниженню їх проникності для корозійно-активних елементів та підвищенню когезивної міцності цих границь в активних середовищах.

Аналіз результатів дозволив умовно розділити неметалеві включення на дві групи, незалежно від застосування лазерного впливу. У першу групу входять сульфідні включення $(Fe,Mn)S$, $FeS-MnS$, для яких коефіцієнт впливу середовища β_c в 5% водному розчині $NaCl$ становить 2,0, в 1% водному розчині H_2SO_4 – 2,3...2 4. До другої групи входять всі інші включення, а саме корунд і шпінелі Al_2O_3 , $MnO \cdot Al_2O_3$, силікати SiO_2 , $MnO \cdot SiO_2$, $FeO \cdot SiO_2$, карбонітрид титану $TiCN$, для яких величина β_c у середовищі 5% водного розчину $NaCl$ становить 1,3...1,54, у середовищі 1%-ного водного розчину H_2SO_4 – 1,52...1,78. Така відмінність пов'язана зі знаком термічних напружень поблизу включень різних типів [1].

Висновки. Встановлено, що лазерна обробка сприяє підвищенню корозійної стійкості і довговічності за малоциклової втоми сталей, що містять включення на 25...42%, надаючи позитивний вплив на показники малоциклової довговічності.

Література

1. Губенко С.И., Ошкадеров С.П. Неметаллические включения в стали. - Киев: Наукова думка, 2016. - 528с.
2. Gubenko S. I. Corrosive Damage Close to Nonmetallic Inclusions in Bearing Steels / Gubenko S. I., Sychkov A. B., Parusov E. V., Denisenko A. I. // Steel in Translation. 2018. - v. 48. - No. 3. - p. 197–201.
3. Gubenko S. I. Effect of Laser Surface Treatment on the Initiation of Corrosion Defects near Nonmetallic Inclusions. Materials Science. 2022. - v. 58. - No. 3. - p. 313-317.
4. [Gubenko, S.I.](#), [Parusov, E.V.](#), [Parusov, O.V.](#) The role of inclusion-matrix boundaries in steels fracture processes // Chernye Metally. 2021. - No. 6. - p. 42–47.

5. Gubenko S.I., Nikul'chenko I.A. [Fragmentation of Nonmetallic Inclusions during Local Remelting upon Laser Steel Processing](#) // Steel in Translation. 2020. - v. 50. - No. 3. - p.203-208.
6. Gubenko S. [Melting and crystallization of nonmetallic inclusions and steel matrix in the course of laser treatment](#). // Materials Science. 2010. - v. 46. - No. 3. - p. 365-371.
7. Gubenko S.I. [Zones of contact interaction in steel matrix near inclusions under the laser action](#) // Materials Science. 2011. - v.46. - No. 4. - p.448-452.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІНЕТИКИ СУШКИ ЗАЛІЗОРУДНИХ ОКАТИШІВ НА ЇХ МЕТАЛУРГІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

Кулагін Д.М., керівник доц. Ягольник М.В.

Український державний університет науки і технологій

В роботі проведені дослідження впливу вмісту бентоніту, твердого палива та температури сушки на міцність висушених окатишів та час сушки. Огляд літератури показав, що на даний час залізорудні окатиші практично повністю задовольняють вимоги металургів до їх металургійних властивостей. Проте існують деякі малодосліджені питання, наприклад вплив технологічних факторів на етап сушки окатишів, який значною мірою визначає загальну продуктивність обпалювального агрегату.

З метою уточнення механізму сушки залізорудних окатишів задачею даної роботи було вивчення кінетичних закономірностей процесу залежно від температури теплоносія та хімічного складу окатишів. Для цього на основі експериментів була створена математична модель, яка описують вплив домішок твердого палива, бентоніту та температури сушки на кінетику протікання процесу сушіння залізорудних окатишів (тривалість сушки) та якість висушених окатишів (міцність на роздавлювання). За експериментальними даними були одержані два поліноми, що описують залежність параметрів оптимізації від обраних факторів.

До основних висновків можна віднести наступні.

1. Зміна кількості твердого палива у складі залізорудних окатишів суттєво не впливає на час їх сушки. Так, при збільшенні вмісту кокситу з 0,5% до 1,5%, тобто у три рази, тривалість сушки змінилася лише на 3,25 секунди, з 534,125 с до 530,875 с. Це пояснюється гідрофобною природою коксу.

2. Підвищення температури сушки сприяє значному скороченню тривалості сушіння залізорудних окатишів. Існує два етапи зменшення тривалості сушки. Так за температур від 200 °С до 400 °С таке скорочення тривалості сушки стрімке (з 1253,5 с до 535 с), на другому етапі воно значно вповільнюється в діапазоні від 400°С до 600°С (з 535 с до 339 с). Такий стан речей пояснюється критичною температурою 374 °С, вище за яку, питома теплота паротворення води дорівнює нулю, тобто в таких умовах «звичайна», вільна вода може знаходитися тільки у газоподібному стані.

3. Час сушки окатишів з підвищенням вмісту бентоніту в їх складі зростає. Що пояснюється збільшення вмісту зв'язаної адсорбційної води, яка утруднює процес видалення вологи й знижує швидкість сушки.

4. Збільшення частки твердого палива у складі залізорудних окатишів негативно впливає на міцність останніх у сухому стані. Як уже згадувалось, кокс є гідрофобним матеріалом, водою не змочується, відтак суттєво знижує міцність сирих окатишів, бо в контакті з водою не утворює сил ні колоїдного, ні молекулярного, ні капілярного зчеплення, які фактично і є сполучними силами у сирому окатиші.

5. Міцність висушених окатишів підвищується по мірі росту температури сушки, і складає 9,06 кгс/ок., 22 кгс/ок. та 35,88 кгс/ок. для температур 200, 400 та 600°С,

відповідно. Що не розходиться з даними різноманітних наукових досліджень.

Враховуючи все сказане і проаналізувавши отримані експериментальні дані найбільш оптимальні, з точки зору скорочення тривалості сушки та підвищення міцності окатишів, є наступні значення досліджуваних факторів:

- мінімальний (0,5 %) вміст твердого палива;
- максимальна (600 °C) температура сушки;
- близький до мінімального (0,5-1,0%) вміст бентоніту.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУВНИХ ПРИСТРОЇВ ПРИ БЕЗПЕРЕРВНОМУ РОЗЛИВАННІ СТАЛІ

Кравченко Д.В., керівник доц. Стоянов О.М. .

Український державний університет науки і технологій

Застосування технології розливання сталі з використанням проміжних ківшів, оснащених перегородками з гідравлічними фільтраційними елементами, дозволяє найбільш повно видаляти включення розміром до 20 мкм. Видалення включень менших розмірів, частка яких у загальному балансі становить понад 50%, можливе лише при створенні додаткової підйомної сили, що досягається за рахунок пристрою газової завіси у ванні промківша, за допомогою донних фурм.

Враховуючи тривалість кампанії проміжного ківша в умовах конвертерного виробництва віддано перевагу протяжним керамічним фурм з висвердленими тонкими каналами. Лімітуючим фактором, що визначає матеріал фурми, є стійкість вогнетриву до ерозійно-корозійного впливу металу, що визначається ступенем просочення вогнетриву розплав та його хімічним розчиненням. Визначено, що найбільш оптимальним матеріалом є мулітокорунд.

Щоб уникнути бурління металу і оголення меніска металу в проміжному ківші необхідно правильне місце розташування фурмених пристроїв

При виборі місця встановлення фурм необхідно дотримуватися двох умов:

- максимальне видалення фурми від перегородки із фільтраційними елементами, що пояснюється великою кінетичною енергією затоплених струменів на виході з каналів перегородки;
- максимальне віддалення від осі склянки-дозатора промківша через високу вертикальну швидкість опускання розплаву, що перешкоджає спливанню неметалевих включень.

Немаловажну роль у забезпеченні рівномірного розподілу неметалевих включень по перерізу заготовки за рахунок організованого підведення струменя в кристалізатор грає стійкість і працездатність вогнетривких виробів, що застосовуються при безперервному розливанні сталі: стопора, склянки-дозатори, склянки, що занурюються. Тривалий досвід використання набірних (шамотних) стопорів і кварцових склянок, що занурюються, показав їх недостатньо високі експлуатаційні властивості, особливо при розливанні високомарганцевистого металу, призначеного для виробництва листового прокату з підвищеними вимогами по суцільності. Тому для стабілізації процесів кристалізації та розливання сталі використовують стопори-моноблоки з продуванням каналу склянки-дозатора аргонem і високостійкі мулітографітові склянки, що занурюються.

ВПЛИВ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА ГАРЯЧУ ПЛАСТИЧНІСТЬ ВОЛЬФРАМО-МОЛІБДЕНОВИХ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Комеристий І.В., керівник проф. Миронова Т.М.

Український державний університет науки і технологій

Аналіз структурних змін в ході обробки тиском дозволяє стверджувати, що пластичність швидкорізальних сталей залежить від: морфології евтектики, причому найбільш високу пластичність забезпечує стрижнева евтектика, а найбільш низьку – скелетна (рис.1); ступеня карбідного перетворення: наявність у карбідах M_2C серцевин, що залишились після карбідного перетворення, погіршує пластичність стали; розміру аустенітного зерна: чим дрібніше зерно, тим вище пластичність; величини і розподілу вторинних карбідів: більшу пластичність має сталь з дрібними, рівномірно розгалуженими карбідами.

Справедливість висловлених суджень підтверджується результатами випробувань на гаряче кручення сталей типу Р6М5 з різною структурою евтектичної складової (рис.2).

При випробуваннях на гарячу пластичність зразків промислових виливків сталі Р6М5 встановлено, що крайова зона виливку має вищу пластичність за центральну. У крайовій зоні виливка міститься здебільшого стрижнева евтектика, на відміну від центральної, в якій переважає пластинкова евтектика і зустрічаються колонії скелетної морфології (рис.1г).

Крім того, розміри поперечного перерізу гілок дендритів і аустенітного зерна зменшуються по перетину вилива від центру до краю. Різниця в пластичності крайової та центральної зони істотно зменшується, якщо евтектична структура представлена однотипною евтектикою. Так, у виливку сталі Р6М5, що збагачувалась азотом, присутня тільки стрижнева евтектика. Більш висока пластичність крайової зони також пов'язана з більшою дисперсністю структурних складових

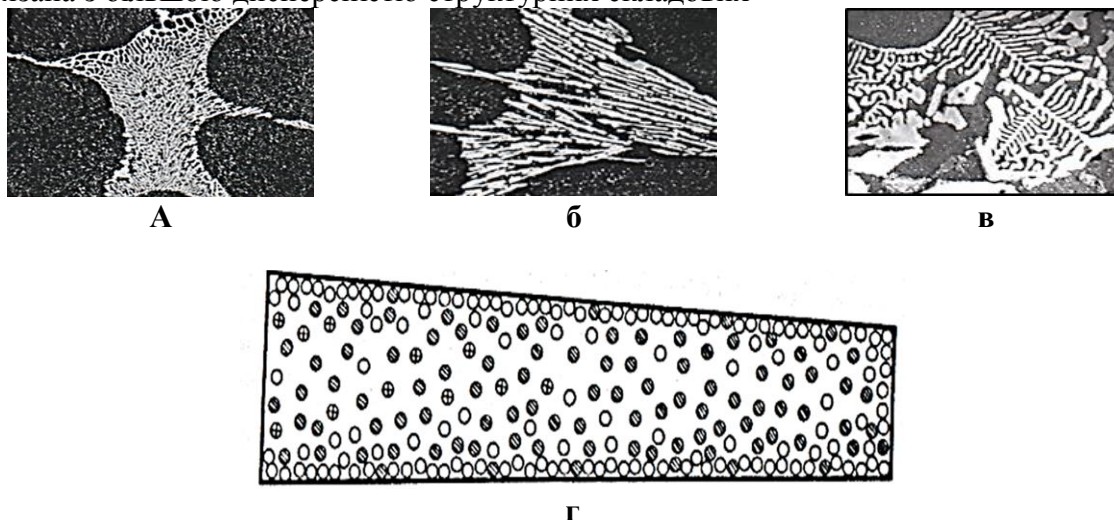


Рис.1. Типи евтектик в сталі Р6М5 та їх розташування у промисловому виливку:

а - - стрижнева ○; б- пластинкова ●; в- скелетна ⊕, г – схема структурної неоднорідності у виливку сталі Р6М5

Позитивний вплив завершення карбідного перетворення до обробки тиском на пластичність найбільш чітко виявляється при випробуванні зразків сталей Р6М5Ф3, які попередньо піддавали багатоступеневим відпалам, а саме : 1режим - витримка при 860 °С 2 години + 750 °С 6 годин; 2 режим- витримка при 1000 °С 5 годин + 750 °С 6 годин; 3 режим- витримка при 860°С 2 години + 750°С 6 годин + 1000°С 5 годин+ 750°С 6 годин Збільшуючи температуру і тривалість аустенітизації, вдається зменшити кількість серцевин, що не розпалися, в карбідах пластинкової евтектики і домогтися

відносно рівномірного розподілу матричних карбідів по перетину дендритних гілок [1].

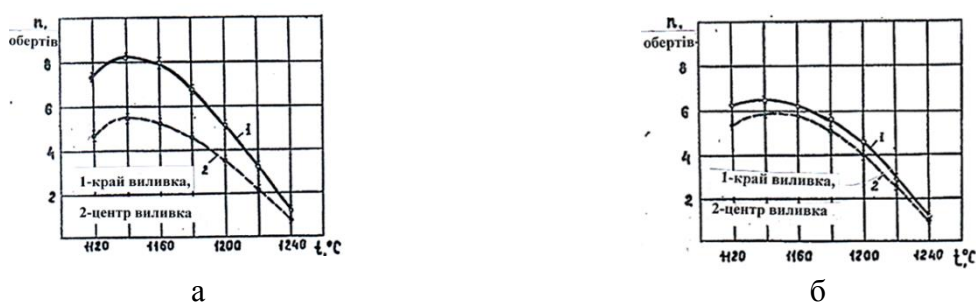


Рис.2 – Результати випробувань на кручення зразків з різних зон промислового виливка сталі Р6М5: а – верхня частина виливка; б – нижня частина виливка

У стані, коли частки МС вкраплені в М₆С, поділ карбідних пластин і стрижнів істотно полегшується. Він здійснюється за рахунок меж, що утворилися при карбідному перетворенні між карбідами М₆С/МС. Тим часом пластичність швидкорізальних сталей досить істотно підвищується (на 30-40%) у тому випадку, якщо в результаті відпалу вдається отримати дрібнозернисту (діаметр зерна менше 10 мкм) рівномірну аустенітну структуру.

Посилання

1. Комеристий І.В., Миронова Т.М. Фазові перетворення в евтектичних карбідах швидкорізальних сталей / Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції студентів і молодих учених «Молода академія – 25» .- 2025, С. 123-125.

ОСОБЛИВОСТІ ПРИСКОРЕНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Семенчевський Є.О., керівник проф. Погребна Н.Е.

Український університет науки та технологій

При термічному зміцненні листового прокату в заводських умовах в структурі металу утворюється комплексна мікроструктура, що складається з продуктів розпаду аустеніту, що пройшов за різними механізмами. Вид термокінетичної діаграми безперервного розпаду аустеніту сталі 09Г2ФБ дозволяє припустити, що доступні в заводських умовах швидкості охолодження дозволяють отримати в металопрокаті мікроструктуру фериту, перліту, продуктів проміжного розпаду - бейніту і навіть бездифузійного перетворення – мартенситу.

Очевидно, що приповерхні шари металу, безпосередньо піддаються контакту з охолоджуючим середовищем, матимуть структуру, що відповідає більш високим швидкостям охолодження. З іншого боку, після закінчення охолодження тепло внутрішніх шарів буде відігрівати поверхневі, приводячи до процесів відпуску.

Складність мікроструктурного стану листового прокату після прискореного охолодження в заводських умовах призводить до необхідності проведення комплексу лабораторних досліджень. Були проведені експерименти по нагріванню до різних температур аустенітизації і наступного охолодження з різними швидкостями з тим, щоб імітувати структурні кінцеві стани, що утворюються в різних шарах листового прокату при прискореному перерваному охолодженні в заводських умовах.

Для нагрівання були обрані температури 950°C, 1000°C, 1100°C. Охолоджуючі середовища - повітря, масло (10 - 20°C/с), вода і 10 % водний розчин NaCl.

Основною метою традиційної контрольованої прокатки конструкційних сталей є отримання дрібного полігонізованого феритного зерна, що підвищує як міцностні, так і в'язко-пластичні властивості сталі. Подібний мікроструктурний стан неможливо

отримати, застосовуючи звичайне охолодження з окремого нагріву, без деформації. Хоча рівень механічних властивостей сталі 09Г2ФБ після аустенітизації і наступного охолодження на повітрі залишився практично на колишньому рівні. Деяке зниження міцності можна пояснити відсутністю притаманного контрольованій прокатці вищезгаданої субструктури. З іншого боку, лабораторні зразки охолоджувалися з більш високою швидкістю, ніж масивні листи в заводських умовах, що сприяло деякій компенсації їх показників міцності.

Підвищення швидкості охолодження до 10 - 20 °С/с призводить до помітного підвищення рівня механічних властивостей сталі. Цей факт є підставою припускати не тільки подрібнення феритного зерна в результаті збільшення кількості центрів зародження надлишкової фази (фериту), але і зміни дифузійного механізму розпаду аустеніту на проміжний.

Наявність карбідоутворюючих елементів в сталі 09Г2ФБ помітно впливає на кінцеву структуру після даної обробки. Це є підтвердженням відомого ефекту впливу карбідів ніобію і ванадію, які стримують зростання аустенітного зерна при нагріванні. Це призводить до підвищення дрібнозернистості кінцевої структури, що і відображається у підвищенні міцності властивостей сталі.

Для низьковуглецевих конструкційних сталей формування структури мартенситу при заводських режимах перерваного прискореного охолодження незмінно супроводжується самовідпуском. На цій підставі, нами було зроблено припущення, що і в досліджуваному товстолистовому прокаті зі сталі 09Г2ФБ при прискореному перерваному охолодженні після контрольованої (гарячої) прокатки в заводських умовах приповерхні шари також будуть містити деяку кількість самовідпущеного мартенситу. Для оцінки зміни механічних, в першу чергу в'язко-пластичних властивостей, в роботі для частини загартованих зразків був проведений додатковий високий відпуск протягом 1 години при температурі 650°С.

Вивчення кількісних даних структури таких зразків сприятиме знаходженню раціональних режимів, здатних підвищити в'язкість і пластичність до рівня, передбаченого нормативною документацією. Таким чином, можна припустити, що наявність в приповерхневих шарах структури самовідпущеного мартенситу, що володіє досить високими показниками міцності та задовільними показниками в'язко-пластичних властивостей, буде позитивно впливати на кінцеві властивості листового прокату і виробів з нього.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ, ДЕФОРМОВАНОЇ В СУБКРИТИЧНОМУ ІНТЕРВАЛІ ТЕМПЕРАТУР

Коваленко І.С., керівники доц. Котова Т.В., доц. Аюпова Т.А.

Український державний університет науки та технологій

У зв'язку з широким використанням тонкого листа з низьковуглецевої сталі в машинобудуванні та автомобільній промисловості для виробництва деталей холодною штамповкою актуальною є задача покращення якості листового прокату. Перспективними є гарячекатані сталі, високі пластичні властивості яких зроблять можливим заміну більш дорогих холоднокатаних сталей гарячекатаними.

ДСТУ 2834-94 регламентує якість тонколистового прокату із низьковуглецевих сталей, призначеного для виготовлення виробів складної конфігурації, переважно деталей автомобіля. Умови кінця прокатки суттєво впливають на кінцеву мікроструктуру і властивості листа. Закінчення прокатки в двофазній аустеніто-феритній області приводить до утворення різнозернистої структури. Запобігти

несприятливих температурних умов, які характерні для традиційної технології гарячої прокатки на безперервних широкоштабових станах, дозволяє прокатка металу нижче температури A_{T1} .

Метою роботи є дослідження структури та механічних властивостей низьковуглецевої тонколистової сталі після двопрхідної деформації, що включає обробку в субкритичному інтервалі температур.

Матеріалом для досліджень служили зразки сталі 08пс товщиною 2,07 мм наступного хімічного складу, мас. %: 0,08 C; 0,3 Mn; 0,01 Si; 0,03 S; 0,023 P; 0,04 Cr; 0,03 Ni; 0,03 Cu; 0,02 Al. Деформаційну обробку здійснювали за два проходи (в аустеніто-феритній та ферито-перлітній температурних областях) з охолодженням зразків на повітрі.

Результати дослідження особливостей формування та кількісних параметрів структури зразків сталі 08пс показали, що нерівномірність структури спостерігається по перерізу листа: в поверхневих зонах утворюється крупнозернистий шар, в якому виявлені зерна розміром 15-100 мкм, в структурі центральної зони розмір зерна складає 10-60 мкм.

Важливим є встановлення взаємозв'язку між показниками міцності та пластичності металу в залежності від обробки з метою вибору найбільш оптимального поєднання цих властивостей для забезпечення якості матеріалу. Значення відношення σ_T/σ_B не передбачено стандартом, але важливе в науковому плані та дозволяє отримати абсолютне значення здатності металу для глибокої витяжки.

Аналіз комплексу механічних властивостей прокату із сталі 08пс показав, що показники твердості та відносного подовження не відповідають вимогам ДСТУ 2834-94. Виключенням є зразок сталі 08пс, прокатаний зі ступенем деформації 27%. Кількісна оцінка різнозернистості структури показала наявність в структурі вказаного зразка сталі 08пс наявності максимальної кількості зерен величиною 30 мкм. Такий розмір знаходиться в межах оптимальних для сталей, здатних до глибокої витяжки.

Режими обробки ($T_{\text{нагр}}=1000^\circ\text{C}$; $T_{1\text{ПР}}=900^\circ\text{C}$; $T_{2\text{ПР}}=700^\circ\text{C}$, сумарний ступінь деформації 27%, охолодження на повітрі) забезпечили формування наступного комплексу властивостей: $\sigma_B = 400$ МПа; $\sigma_T = 300$ МПа; $\sigma_T/\sigma_B \sim 0,75$; $\delta = 24\%$; HRB 60, що відповідає даним ДСТУ 2834-94 для сталі глибокої витяжки групи міцності K270B. Результати досліджень дозволяють керувати процесами структуроутворення і отримати якісний металопрокат із низьковуглецевих сталей.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОВМІСНИХ ФАЗ ПРИ МІКРОЛЕГУВАННІ СПЛАВУ АК7Ч КОМПЛЕКСОМ TI-B-SR

Насонов В.В., керівники доц. Аюпова Т.А., доц. Носко О.А.

Український державний університет науки і технологій

Механічні, технологічні та експлуатаційні властивості алюмінієвих сплавів значною мірою залежать від їхньої структури, що набуває особливого значення для вторинних сплавів із підвищеним вмістом інтерметалідних фаз. Однією з головних шкідливих домішок є залізо, яке під час кристалізації сприяє утворенню пластинчастих включень — концентраторів напружень. Такі залізозмісні інтерметаліди характеризуються великими розмірами та слабкими зв'язками з матрицею, що знижує міцність і пластичність матеріалу.

Ефективним способом покращення структури силумінів є модифікування, яке забезпечує одночасне підвищення міцності та пластичності. Модифікування стронцієм покращує пластичність, а використання бору та титану сприяє подрібненню зерна й запобігає утворенню тріщин. Науковий інтерес становить вплив мікродобавок

комплексного модифікатора Ti–B–Sr на структуру та властивості доєвтектичних силумінів, однак особливості його дії залишаються недостатньо вивченими. Відомо, що різні методи обробки розплаву — термочасова, електрична, плазмова, гідроциркуляційна та воднева — позитивно впливають на властивості сплавів. Проте дія термочасової обробки у поєднанні з модифікуванням комплексом Ti–B–Sr на структуроутворення доєвтектичних силумінів, зокрема, на формування залізовмісних фаз, потребує подальшого вивчення, що і визначило мету наявного дослідження.

Об'єктом дослідження служив сплав АК7ч, мікролегований комплексом Ti–B–Sr після термочасової обробки розплаву за різними режимами. Суть термочасової обробки сплаву АК7ч(Ti–B–Sr) полягала в перегріві розплаву температур в інтервалі 720...900°C, перемішуванні розплаву, ізотермічній витримці протягом 30 хв та охолодженні із зазначених температур в піщаній формі.

Дослідження особливостей структуроутворення інтерметаліду $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$ проводили за допомогою металографічного, локального рентгеноспектрального аналізу та методом диференційно-скануючої калориметрії.

Вивчено хімічний склад, морфологію та особливості утворення залізовмісного інтерметаліду $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$ в сплаві АК7ч (Ti–B–Sr). $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$ може мати гранну, *H*-подібну або розгалужену без гострих кутів форми росту, містить близько 14,32% Mg, 26,961% Si, 10,629% Fe та алюміній. Методом диференціальної скануючої калориметрії визначено температуру та реакцію $\text{P} \rightarrow \text{Al} + \text{Si} + \text{Mg}_2\text{Si} + \text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}, (554^\circ\text{C})$, відповідно до якої утворюється $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$ в сплаві АК7ч (Ti–B–Sr).

Побудована температурна залежність об'ємної долі інтерметаліду $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$ в сплаві АК7ч (Ti–B–Sr) від температури перегріву підчас термочасової обробки. Встановлене значення температури обробки, за якої виявляється мінімальна об'ємна доля $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$: при перегріві розплаву до 800°C об'ємна частка інтерметаліду $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$ зменшується у 2,5 рази (0,25% при 800°C у порівнянні з 0,65...0,68% при 780...880°C).

Встановлене підвищення вмісту легуючих елементів в $\alpha\text{-Al}$ в результаті термочасової обробки при 800°C у 1,33 рази у порівнянні з термочасовою обробкою при 720°C (з 3,6% до 4,8%). Це явище підвищення розчинності легуючих елементів в $\alpha\text{-Al}$ в результаті обробки при 800°C ймовірно зумовлює зменшення об'ємної долі $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$.

Зменшення об'ємної долі залізовмісного інтерметаліду $\text{Al}_8\text{Mg}_6\text{Si}_3\text{Fe}$, виділення якого є концентраторами напружень, супроводжуване підвищенням легуваності $\alpha\text{-Al}$ твердого розчину, дає змогу прогнозувати одночасне підвищення твердості, міцності, пластичності та корозійної стійкості дослідного сплаву.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ВИРОБНИЦТВА ГАРЯЧЕКАТАНОГО СТАЛЕВОГО ЛИСТОВОГО ПРОКАТУ

Ліхоша М.Л., керівник доц. Бояркін В.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні технологічні схеми виробництва гарячекатаного листового прокату, зокрема прокатно-ливарні комплекси з режимом безперервної прокатки, демонструють актуальні тенденції розвитку термомеханічної обробки металів. Вони спрямовані на підвищення продуктивності, покращення якості продукції та забезпечення стабільності механічних властивостей сталевих прокатів.

Типова технологічна схема виробництва гарячекатаних листів включає формування слябів методом безперервного лиття з подальшим «м'яким» обтиском та подачу матеріалу у тунельну піч для гомогенізації температурного поля. Після цього здійснюється прокатка в чорнових і чистових клітках стана, а також багатозонне

ламінальне охолодження, яке дозволяє керувати фазовими перетвореннями та мікроструктурою сталі.

Важливою особливістю режиму безперервної прокатки є застосування додаткового високошвидкісного підігріву прокату за допомогою індукційних нагрівачів, розташованих між чорною та чистою групами клітей. Такий підхід забезпечує рівномірний розподіл температури по товщині листа, що є важливим для досягнення заданого комплексу механічних властивостей.

Точне керування температурними режимами нагрівання, прокатки та охолодження має вирішальне значення для формування кінцевих характеристик гарячекатаних виробів. Особливо важливим є етап керованого охолодження після прокатки, оскільки саме на цьому етапі відбуваються фазові перетворення, формування розміру зерна, залишкових напружень, текстури та, відповідно, механічних властивостей матеріалу.

Результати досліджень підтверджують, що швидкість охолодження істотно впливає на структуру та властивості гарячекатаних листів. Надмірно інтенсивне охолодження може спричинити утворення мартенситних або бейнітних структур, що підвищують твердість, але знижують пластичність металу. Повільніше охолодження, навпаки, сприяє формуванню феритно-перлітних структур, покращуючи оброблюваність, але водночас зменшуючи міцність.

Застосування існуючих схем охолодження не завжди дозволяє повністю контролювати формування необхідних властивостей металу, що обумовлює потребу у розробці нових технологічних підходів та вдосконаленні існуючих стратегій охолодження.

З огляду на складну взаємозалежність між температурними режимами та кінцевими характеристиками гарячекатаних листів, особливого значення набуває чисельне моделювання процесів охолодження. Розробка математичної моделі з використанням програмного середовища QForm UK 10.2.4 дозволяє визначати оптимальні температурні інтервали та режими охолодження, а також аналізувати фазові перетворення, необхідні для досягнення заданих механічних властивостей гарячекатаних виробів.

РОЗВИТОК КОРОЗІЇ КОЛІСНОЇ СТАЛІ З РІЗНИМ СТРУКТУРНИМ СТАНОМ **Макарушкіна К.І., керівник проф. Губенко С.І.** **Український Державний університет науки і технологій**

Проблема корозійного руйнування залізничних коліс є важливою з точки зору впливу корозійних процесів на надійність та довговічність залізничних коліс при експлуатації [1, 2]. Метою даних досліджень було вивчення впливу структури колісної сталі на особливості розвитку корозійних процесів за швидкісних випробувань.

Матеріали та методики. Для досліджень були надані колісні сталі марки 2, а також зі сталі, мікролегованої ванадієм. Зразки вирізали з зон поблизу поверхні ковзання, середини ободу і диску коліс, які були в експлуатації, а також після термічної обробки. Корозійні випробування проводили в камері з моделюванням промислових атмосфер: відносна вологість 80...83 %, вміст SO_2 -10 мг/м³, NO и NO₂ - 10 мг/м³, температура 20 °C.

Результати досліджень та їх обговорення. Після корозійних випробувань на поверхні всіх зразків були продукти корозії, максимальний ступінь корозії спостерігався у випадках зразків, відібраних від поверхні ковзання (зона викружки), диску, маточини та перехідної зони обід-диск. Менш інтенсивно кородували зразки, відібрані від середини поверхні ковзання та від бічної поверхні ободу. Різна швидкість

корозії колісної сталі пояснюється її різним структурним станом. У відпрацьованих колесах поверхня ковзання кородувала швидше, ніж метал із центральної частини ободу, що пояснюється впливом напружень, створених пластичною деформацією у тонкому поверхневому шарі. Ділянки «білого шару» на поверхні ковзання сприяють уповільненню корозії, що пов'язано з його ультрадисперсною структурою. Метал диску кородував швидше, ніж метал із центральної частини ободу завдяки більш грубій ферито-перлітній структурі диску та наявності феритної смугастості. У термічно оброблених колесах поверхня ковзання кородувала повільніше, ніж метал із центральної частини ободу, що пов'язано з більш дисперсною ферито-перлітною структурою поверхні ковзання після термічної обробки. Мікродобавка ванадію сприяє прискоренню корозії сталі як на поверхні ковзання, так і в металі з центральної частини ободу. Механізм та швидкість корозії залежать від хімічного складу та структурного стану колісної сталі. Чим дисперсніша її структура, тим менша швидкість корозії. Крупнозернистість, різнозернистість та смугастість структури сприяють збільшенню швидкості корозії колісної сталі.

Висновки. Необхідна розробка протикорозійних заходів як у стадії транспортування готових коліс до споживача, і у процесі експлуатації з урахуванням кліматичних умов, рівня забрудненості атмосфери, умов експлуатації.

Література

1. Feraud P. Influence of corrosion on the behavior of wheelsets in service/ P. Feraud, J.J. Viet, M. Diener, M. Grab // The 15-th International Wheelset Congress (October 2007). – Praga.Chesh. Repub. – 2007. – P. 308-314.
2. Beretta S. Impact of corrosion upon fatigue properties of steel / S. Beretta, M. Carboni, Lo Conte A. // The 15-th International Wheelset Congress (October 2007). – Praga.Chesh. Repub. – 2007. – P. 294-300.

ПІДСЕКЦІЯ «ТЕРМІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ»

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НАНОБЕЙНІТНОЇ СТРУКТУРИ В ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЯХ

Шпортко Ю.В., керівник проф. Дейнеко Л.М.

Український державний університет науки і технологій

Інструментальні сталі є базовими матеріалами для виготовлення ріжучого, вимірального та штампового інструменту. Вони повинні поєднувати високу твердість, зносостійкість і теплостійкість із достатньою пластичністю та в'язкістю. Традиційні методи термічної обробки (гартування, відпуск, цементация) не завжди забезпечують оптимальний баланс цих властивостей, особливо для високошвидкісних та штампових сталей, що працюють у складних умовах навантаження.

Сучасні дослідження металознавства спрямовані на створення структур із наддрібною зернистістю, які дозволяють покращити сукупність механічних властивостей без збільшення концентрації легуючих елементів. Одним із таких напрямів є формування нанобейнітної структури, що забезпечує унікальне поєднання міцності, твердості та пластичності.

Бейніт утворюється під час ізотермічного перетворення аустеніту в інтервалі температур між зонами перліту та мартенситу. При зниженні температури перетворення до 200...300 °С значно сповільнюються дифузійні процеси, унаслідок чого формуються надтонкі пластинки фериту з товщиною 20...100 нм, розділені залишковим аустенітом товщиною 5...20 нм. Цю структуру називають нанобейнітною,

оскільки розмір її складових перебуває в нанометричному діапазоні. Особливістю такого бейніту є те, що вуглець не дифундує на великі відстані, а частково залишається у залишковому аустеніті, який стабілізує структуру та запобігає крихкому руйнуванню.

Отже, нанобейнітна структура поєднує високу міцність бейнітного фериту з пластичністю стабілізованого аустеніту, створюючи унікальний комплекс властивостей, який перевищує характеристики звичайного мартенситу або бейніту.

Процес отримання нанобейніту передбачає кілька етапів, що потребують точного контролю температури й часу: аустенітизація, охолодження до ізотермічної температури, ізотермічна витримка, завершальне охолодження.

Такі сталі мають твердість 63–67 HRC, високу в'язкість і стійкість проти крихкого руйнування. Порівняно з мартенситно-гартованими сталями, нанобейнітні сталі демонструють у 1,5–3 рази вищу зносостійкість і довговічність інструменту.

Крім того, залишковий аустеніт забезпечує самозміцнення під навантаженням за рахунок трансформації в мартенсит при пластичній деформації (ефект TRIP). Це особливо важливо для ріжучих і штампувальних інструментів, які зазнають циклічних навантажень.

Промислові випробування нанобейнітних структур показали значне підвищення довговічності інструментів:

- фрези з нанобейнітної сталі X12MФ демонструють збільшення ресурсу на 180...220 % порівняно з традиційно загартованими;
- штампи для холодного деформування працюють у 2 рази довше;
- у ріжучих вставках зменшується ймовірність викришування й перегріву при високих швидкостях різання.

Таким чином, отримання нанобейнітної структури відкриває нові можливості для підвищення ефективності роботи інструментів без дорогого легування чи покриттів. Формування нанобейнітної структури в інструментальних сталях є перспективним напрямом розвитку сучасної термічної обробки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗАСИПНИХ АПАРАТІВ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

Бережний В.В., керівник доц. Перчун Г.І.

Український державний університет науки і технологій

Конус і чаша є складовими засипного апарату доменної печі, що призначені для виконання функції розподілу та шлюзування шихтових матеріалів, а також газозушлювання колошника доменної печі. Засипні апарати повинні забезпечувати: необхідний розподіл шихтових матеріалів по перетину колошника; герметичність, щоб уникнути втрати газу та запобігання засосу повітря в піч при її зупинках; міцність конструкції, яка добре протистоїть абразивному впливу газу і завантажувальних шихтових матеріалів; збереження міцності при різких термічних коливаннях і ударних навантаженнях при вибухах в засипному апараті і підколошниковому просторі; можливість швидкої заміни окремих його деталей і вузлів. Зазначимо, що абсолютна більшість доменних печей працюють при підвищеному тиску газу на колошнику. Зростання тиску на кожні 9,8 кПа дозволяє збільшити продуктивність печі на 1–1,5%. Але це призводить до зростання інтенсивності зношування конуса запиленним газом, що проходить через нещільності контактної поверхні. Тому розробка ефективних технологій зміцнення робочих поверхонь конусів є актуальною задачею.

Найпоширенішими методами підвищення зносостійкості є індукційне і електрошлакове наплавлення. Для наплавлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування з помірними ударними навантаженнями (таких

як шихторозподільники доменних печей), використовується твердий сплав — карбід вольфраму (WC) або реліт. Цей матеріал відзначається високою зносостійкістю при абразивному терті.

В технології індукційного наплавлення конусів використовується високочастотна установка типу ЛЗ-206, яка забезпечує нагрівання деталі струмами з частотою 60–70 кГц. В якості наплавлювального матеріалу використовується композиція, що складається (за об'ємом) з таких компонентів: зерна реліта — 45%, гранульований порошок ПГ ХН80СР4 — 50%, флюс — 5%. До складу флюсу входять борна кислота — 50%, технічна бура — 25%, сілікокальцій — 25%. Для підвищення плинності та покращення відділення шлакової кірки до зазначеного флюсу додається зварювальний флюс АН-348А (50%). Сплав ПГ ХН80СР4 завдяки своїм гарним змочувальним властивостям розчиняє оксидні плівки на поверхні деталі та зернах реліта, забезпечуючи надійне паяне з'єднання елементів композиційного сплаву з основним металом. Водночас індукційне наплавлення не застосовується для відновлення деталей із нерівномірним зношенням. До того ж, цей процес є енергоємним.

Електрошлакове наплавлення проводиться у водоохолоджуваному кристалізаторі, встановленому на рівні діаметрального перерізу конуса в горизонтальній площині. Як електроди застосовують порошковий дріт зі складом, який забезпечує високу зносостійкість і температуру плавлення 1400–1500 °С. Процес наплавлення здійснюється змінним струмом. Зміцнювальною фазою композиційного сплаву виступає реліт. Щоб запобігти розчиненню зерен реліта у сплав-зв'язці, встановлюється гранична теплова потужність шлакової ванни — 18 кДж/с на 1 г порошку, що подається за секунду. Технологія наплавлення передбачає подачу порошкових електродних дрітів у шлакову ванну із заданою швидкістю. Під час плавлення утворюється сплав-зв'язка, який формує матрицю композиційного сплаву. Одночасно у кристалізатор дозовано подається порошок реліта, який очищується в шлаковій ванні, нагрівається, але не розплавляється, і осідає на дно металевої ванни. Після кристалізації утворюється зносостійкий композиційний сплав. При певних режимах електрошлакового наплавлення формується тризонна структура наплавленого металу: зерна реліта зосереджені у середній зоні наплавленого шару; зона сплавлення з основним металом та зовнішній шар (оброблюваний інструментом) не містять твердих включень. Така структура забезпечує низку технологічних переваг: підвищену стійкість проти утворення тріщин — завдяки відсутності реліта в зоні сплавлення та на поверхні; зниження витрат реліта — оскільки він розташовується лише у робочому шарі; зменшення трудомісткості механічної обробки (обробляється лише шар без твердих включень).

Після наплавлення для зняття залишкових напруг конус піддається термічній обробці - відпалу в шахтній печі. Відпал починається при температурі садки не більше 50°С зі швидкістю нагріву до 50 °С/год, потім вироби витримують при температурі 630-650°С протягом 9 годин. Після витримки вироби охолоджуються разом з піччю до 250°С зі швидкістю не більше 50 °С/год. Після цього їх охолоджують спочатку з привідкритою кришкою печі до 100°С, а потім зі знятою кришкою печі.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА І ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЛАНЦЮГОВИХ КОНВЕЄРІВ

Коротун Д.В., керівник доц. Перчун Г.І.
Державний університет науки і технологій

Зварні ланцюги використовуються як **тягові елементи** для транспортування сипких і кускових матеріалів, які здатні працювати в агресивному середовищі, при

абразивному зношуванню, ударних навантажень і високих температурах. Ланцюги можуть мати овальну або кільцеву форму ланки. Типовими матеріалами для виготовлення ланки є низьковуглецеві нелеговані і низьколеговані сталі: сталь 10, 20, 20Г2С, 20ХГСА та інші. Технологічний процес виробництва зварних ланцюгів ланок конвеєру включає наступні операції: нарізання прутків (відрізання заготовок потрібної довжини зі сталевого прокату Ø10–30 мм); гнуття заготовок (згинання в кільце на спеціальному пресі або на дорновому верстаті); зварювання торців (дугове або контактне зварювання торців з обов'язковим прогрівом при товщині >10мм); зачистка (механічна обробка) шва (шліфування, обрубка, контроль); термічна обробка; калібрування ланки; з'єднання ланок у задану довжину, фіксація зварюванням, обмежувачами або болтами; контроль якості (контроль зварних швів (візуальний і неруйнівний), геометрії, твердості, розривне зусилля); маркування і змазування антикорозійним мастилом. Особливостями зварювання є використання ручного дугового зварювання або напівавтоматичного зварювання в середовищі CO₂. Для важких ланцюгів застосовуються автоматичні зварювальні установки з прокруткою. Зварний шов має бути занурений або врівень, без тріщин і підрізів.

Оскільки конвеєрні ланцюги під час роботи зазнають інтенсивних навантажень – розтягування, ударів, тертя та втомних циклів, щоб забезпечити їхню надійність і довговічність застосовують термічну обробку, яка змінює внутрішню структуру сталі без зміни форми деталей. Термічна обробка підвищує міцність, твердість і зносостійкість ланцюгів, одночасно покращуючи їхню ударну в'язкість та опір втомі. Важливо, що нагрів ланок ланцюга зазвичай проводять у контрольованому середовищі або захисній атмосфері, аби уникнути окиснення і знеуглецювання поверхні, які можуть погіршити характеристики деталей. Термічний процес складається з етапів нагріву (з витримкою для прогріву по перетину) та подальшого контрольованого охолодження. Режими термічної обробки добирають залежно від матеріалу та потрібних властивостей металу. Термічна обробка ланцюгів поділяється на загальну (об'ємну) та поверхневу. Залежно від типу конвеєрного ланцюга – зварний кільцевий, пластинчастий чи кований – застосовуються різні види термообробки або їх комбінації для досягнення потрібних властивостей.

- Відпал та нормалізація. Після виготовлення або зварювання ланок може виконуватися відпал (повний або низький) чи нормалізація для зняття залишкових напружень і вирівнювання структури. Наприклад, після зварювання кілець ланцюга їх нормалізують – нагрівають вище критичної точки (Ас₃) на 30-50 °С з наступним охолодженням на повітрі – щоб зняти напруження у зоні шва і подрібнити зерно металу. Це покращує пластичність та ударну в'язкість зварних ланок перед подальшим зміцненням.

- Гартування (об'ємне) з відпуском. Основний метод зміцнення зварних кільцевих та кованих ланцюгів – об'ємне гартування і наступний відпуск. Деталі рівномірно нагрівають до температури вище Ас₃ (наприклад ~850–900 °С для вуглецевих сталей), витримують для повного перетворення на аустеніт і швидко охолоджують (у воді або оливі) для отримання мартенситної структури. Після гарту обов'язково проводять відпуск – повторний нагрів до помірної температури (наприклад 400–600 °С) і витримку ~1–2 години – щоб зняти внутрішні напруження та підвищити в'язкість сталі. Гартування з високим відпуском (поліпшення) підвищує міцність і ударну в'язкість ланцюгових деталей, зберігаючи достатню твердість. Стандарти вимагають для вантажних ланцюгів мінімальну температуру відпуску 400 °С, аби уникнути надмірної крихкості. Такий режим характерний для більшості зварних круглих ланцюгів (наприклад, шахтних конвеєрних) та кованих (штампованих) ланок – після зварювання

пруток нагрівають вище As_3 і гартують, потім відпускають; у результаті отримують загартовану структуру з твердістю приблизно 25–35HRC і високою міцністю.

- Цементация з наступним гартуванням. Для деталей пластинчастих ланцюгів, що працюють в умовах інтенсивного тертя (валики, втулки роликів ланцюгів), часто застосовують хіміко-термічну обробку – насичення поверхні вуглем (цементацию). Низьковуглецеві сталі (наприклад, сталь 20) нагрівають у середовищі, що містить вуглець, до $\sim 900\text{--}950^\circ\text{C}$ на кілька годин, щоб утворився поверхневий шар із підвищеним вмістом вуглецю. Після дифузійної витримки деталь охолоджують (наприклад, на повітрі), а потім проводять гартування: повторний нагрів до $800\text{--}820^\circ\text{C}$ і загартування, як правило, у воду. Завершує процес низькотемпературний відпуск ($180\text{--}200^\circ\text{C}$) для зняття крихкості цементованого шару. В результаті отримують тверду зносостійку поверхню ($\sim\text{HRC } 58\text{--}62$) при в'язкій низьковуглецевій серцевині ($\sim\text{HRC } 30$). Цементацию застосовують до валиків і втулок роликів ланцюгів, які виготовляють зі сталей 10, 20 – після насичення та гартування їх поверхнева твердість значно зростає, що запобігає спрацюванню вузлів тертя.

- Індукційне гартування (СВЧ) та інші методи локального зміцнення. У деяких випадках поверхнєве зміцнення виконують шляхом індукційного нагріву струмами високої частоти з наступним охолодженням. Цей метод дозволяє загартувати лише потрібні зони деталі (наприклад, поверхню зубців зірочок або отвори під шпінти), мінімізуючи деформації. Для елементів ланцюгів його застосовують рідше, але можливе СВЧ-загартування виступів кованих ланок або поверхні роликів для підвищення їх твердості без наскрізного прогартування деталі. Також до методів зміцнення належать ціанування, нітроцементация, азотування, однак у практиці конвеєрних ланцюгів вони використовуються обмежено і в специфічних випадках.

Головна мета зміцнення ланцюгів – підвищення твердості робочих поверхонь, адже **твердіший метал краще чинить опір зносу**. Термообробка дозволяє також збільшити в'язкість сталі, знизивши ризик раптового крихкого руйнування ланцюга під динамічними навантаженнями. Відпуск при відносно високих температурах ($450\text{--}600^\circ\text{C}$) формує в сталі ударно-в'язку структуру (сорбіт, троостит), здатну поглинати енергію удару. Для ланцюгових пластин, що сприймають основне розтягувальне навантаження, важливо мати достатню в'язкість, аби запобігти руйнуванню при випадкових ударах або перевантаженнях. Тому їх завжди відпускають вище температури 400°C . Втомне руйнування ланцюгів – небезпечне явище, якому протидіють через підвищення міцності та зменшення концентраторів напружень. Дрібнозерниста структура після нормалізації або поліпшення підвищує межу витривалості сталі. Гартування з високим відпуском (отримання трооститу) особливо ефективно для підвищення опору втомі у середньовуглецевих і низьколегованих сталей, що використовуються в пластинах і кованих ланках. Термообробка також впливає на градієнт властивостей всередині деталі. Для дрібних частин (типові ролики, пальці) гартування забезпечує практично однорідну твердість по перетину. Для масивніших ланок або пластин виникає різниця: поверхня охолоджується швидше і стає твердішою, ніж серцевина (особливо якщо охолодження у воді). Це враховують, щоб серцевина залишалась в'язкою.

Загалом, правильно виконана термічна обробка забезпечує компроміс між **твердістю** (для зносу) і **в'язкістю** (для ударної міцності). Це підвищує **довговічність ланцюгів**: вони довше не подовжуються через знос і витримують більші навантаження без руйнування.

Контроль якості ланцюгів здійснюється за вимогами таких нормативних документів: ГОСТ 191-82 – Ланцюги скребкові зварні; ГОСТ 25993-83 – Ланцюги тягові для шахтного транспорту; ISO 1977, DIN 764/766/22252 – для важких ланцюгів.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ДИСКОВИХ ПИЛ ДЛЯ ГАРЯЧОГО РІЗАННЯ ПРОКАТУ

Шнайдер Н.О., керівник доц. Перчун Г.І.

Український державний університет науки і технологій

Основним матеріалом для цільнометалевих дискових пил гарячого різання є ресорно-пружинна конструкційна сталь 65Г. Хімічний склад сталі 65Г згідно ДСТУ 8429 / ГОСТ 14959: С 0,62–0,70 %, Si 0,17–0,37 %, Mn 0,90–1,20 %, S, P ≤ 0,035 %, Cr ≤ 0,25 %, Ni ≤ 0,40 %, Cu ≤ 0,30 %, решта Fe. Сталь належить до якісних (низький вміст шкідливих домішок) і не рекомендується для зварних конструкцій. 65Г добре деформується гарячим і холодним способом, проте за великих ступенів проковки може потребувати проміжного відпалу для зняття напружень. Після гарту і відпуску ця сталь має межу міцності близько 980 Н/мм² і твердість HRC 42–48, тобто високу поверхневу твердість при достатній в'язкості. Вироби зі сталі 65Г витримують значні ударні навантаження без залишкової деформації, тому з неї виготовляють ресори, пружини, пружні елементи машин, зокрема й дискові пилки. Виготовлення зубчастої дискової пилки для маятникової (стаціонарної) установки гарячого різання складається з кількох технологічних етапів.

1. Заготовка диска. Сталь необхідної марки постачається у вигляді гарячекатаного листа або смуги потрібної товщини. Для пил діаметром до 1 м використовують листову сталь товщиною 5–10 мм, для більших діаметрів – відповідно товстіший прокат. Матеріал повинен відповідати стандартам (наприклад, ДСТУ 8429 / ГОСТ 14959 для сталі 65Г) і мати однорідну дрібнозернисту перлітну структуру без дефектів. На заводі-виробнику з листа вирізають круглі заготовки – полотна пилок. Вирубка може здійснюватися штампуванням на пресах (для відносно невеликих діаметрів) або термічним різанням: лазером, плазмою чи водоструминним різакон (для великих дисків). Сучасні виробники застосовують високоточне лазерне різання для виготовлення дискових заготовок до Ø2500 мм. Після вирубки заготовки, як правило, проводять її вирівнювання і зняття внутрішніх напружень, наприклад, короткочасним відпалом або нормалізацією. Це запобігає викривленню диска надалі в процесі експлуатації.

2. Формування зубців. По периферії диска необхідно виготовити зубці заданої форми. Якщо заготовка вирубана штампом, часто зубці можуть бути сформовані одразу при вирубці. Проте типово зубчастий вінець формується механічною обробкою: фрезеруванням диска по колу спеціальними черв'ячними фрезами або дисковими фрезами, що прорізають впадини між зубцями. Геометрія зуба (кут різання, крок, профіль вершини) підбирається під тип різку. Для пил гарячого різання прокату застосовують крупні рознесені зубці з просторими міжзубними западинами для евакуації окалини і забезпечення охолодження. Після механічної обробки зубці можуть проходити шліфування або доведення, особливо якщо потрібна висока точність кроку і балансу диска.

3. Термічна обробка диска – це ключовий етап виробництва. Гартування і відпуск пилкового диска проводиться для надання виробу потрібної твердості та пружності. Застосовуються два підходи: суцільна термообробка всього диска або диференційована (з вибірковою загартовуванням зубів).

Суцільна термообробка: диск нагрівають у печі до температури аустенізації (для пружинних сталей 780–830 °С) і витримують для прогріву наскрізь. Для сталі 65Г оптимальний нагрів до температури 820–830 °С. Загартовування виконується, як правило, в маслі, щоб уникнути викривлення і тріщин, до яких сталь з вмістом вуглецю 0,7 %

чутлива при водяному охолодженні. Після гарту твердість полотна досягає HRC 60–63 (мартенсит), після чого обов'язково проводять високий відпуск при температурі 400–500 °C (приблизно 2–3 години). У результаті структура мартенситу перетворюється на троостит відпуску – дрібнодисперсні карбіди цементиту у феритній матриці, твердість знижується до HRC 40–48, зате різко підвищується ударна в'язкість і релаксаційна стійкість сталі. Наприклад, після гарту 65Г від температури 830 °C і відпуску при температурі 450 °C пружинна сталь набуває стабільної пружної структури, придатної для роботи без залишкової деформації. Твердість полотна при цьому зазвичай становить близько 300 HB (30–35 HRC). Такого режиму достатньо для пил, зубці яких згодом будуть наплавлятися твердими сплавами або коли потрібна висока міцність всього диска без додаткового зміцнення зубів.

Диференційоване зміцнення зубців. Для підвищення ресурсу пилки практикується додаткове індукційне або електроконтактне загартування зубців по периферії диска. Тіло диска після відпуску має твердість 32–38 HRC, що забезпечує пружність і опір втомі, а ріжучі кромки зубців вибірково загартовуються до твердості HRC 56–63. Процес зміцнення відбувається наступним чином: диск встановлюють на установку високочастотного загартування, де кожен зуб швидко нагрівається індукційним струмом або графітовим електродом до температури 820–840 °C і одразу ж охолоджується (зазвичай охолодження відбувається за рахунок теплопровідності полотна та іноді додаткового повітряного обдуву або розпилення води). При цьому в приповерхневому шарі зуба формується дрібний мартенсит, тоді як серцевина зуба і решта диска залишаються трооститними. Завдяки самовідпуску (тепло диска перегріває щойно загартований край) твердість вершини зуба дещо знижується до 58–60 HRC, але структура виходить достатньо стабільною. Сучасні індукційні установки забезпечують рівномірну глибину загартованого шару 3–6 мм на зубі та мінімальні перекося диска. Безпосередній відпуск після такого поверхневого загартування, як правило, не проводять, щоб зберегти максимальну твердість ріжучих крайок. Основне полотно вже було відпущене раніше, а тонкий загартований шар має достатню температуру самовідпуску. У результаті зуб пилки отримує твердий зносостійкий край, а диск – міцну і пружну основу, що особливо важливо при різці гарячого металу.

4. Фінішна обробка та доведення. Після термообробки пилковий диск піддають комплексу виправних операцій. Великі диски часто деформуються при гарті, тому застосовується правка (рихтування) диска. Правка виконується механічно – прокаткою диска валками або рихтуванням на пресах. Поверхні диска шліфують (часто методом плоского шліфування) до потрібної товщини і паралельності. Зубці після загартування можуть дошліфовувати для отримання потрібної форми різальної кромки. Остаточне заточення зубів (в тому числі додання переднього і заднього кута) за потреби проводиться на спеціальних заточувальних верстатах.

5. Контроль якості. Готові пилки проходять ретельний контроль якості. Перевіряються геометричні параметри: зовнішній діаметр, биття, товщина, кут і крок зубів – відповідність кресленню і стандартам (наприклад, DIN 1837–1840 регламентують профілі зубців для круглих пил). Твердість полотна і зубців вимірюють за Роквеллом: основа має заявлену твердість (близько 35 HRC), а зуб – 55–60 HRC. Проводять металографічний аналіз структури зубців, при якому переконуються у відсутності перегріву та глибокого обезвуглецювання. Наявність рівномірного дрібногочатого мартенситу на краю зуба і трооститу в середині є нормою для правильно загартованих зубців.

6. Стандарти і нормативи. Виготовлення сталей для пружин та пил регламентується стандартами: діючий ГОСТ 14959-2016 (ДСТУ 8429) охоплює сортамент і хімічний склад ресорно-пружинних сталей (включно з 65Г, 70, 60C2A тощо). В Україні на

заводах виробництво великих пил регламентувалося ТУ або галузевими стандартами, які переважно узгоджені з ГОСТ. Наприклад, для пил гарячого різання рейкових станів існували ОСТи, що висували вимоги до твердості зубів, точності балансування та ресурсу їх роботи.

ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВИХ ДЕФЕКТІВ КАТАНКИ НА ПРОЦЕСХОЛОДНОГО ВОЛОЧІННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО ДРОТУ

Якушев О.С., керівник доц. Перчун Г.І.

Український державний університет науки і технології

Сталеві дроти широко застосовуються у виробництві канатів, пружин, арматури для будівництва та елементів в автомобільній промисловості. У процесі волочіння дроту умови деформації металу не постійні. На них впливають: мікроструктура і механічні властивості вхідного в деформаційну зону металу, швидкість волочіння з моменту пуску волочильної машини до стаціонарного режиму деформування, спрацювання волочильного інструмента, зміна складу технологічного мастила вбік погіршення його мастильних властивостей і т.д. Ці зміни, здебільшого, ускладнюють процес деформації, і, якщо напруга волочіння підвищується до значень межі міцності, то метал, що протягується, обривається. Часті обриви металу при волочінні заважають нормальному ходу технологічного процесу волочіння, різко знижують продуктивність праці і обладнання.

Якість поверхні заготовки-катанки істотно впливає на механічні властивості і подальшу обробку дроту. Під час волочіння поверхневий шар металу зазнає найвищих розтягувальних напружень, тому будь-які дефекти, успадковані від катанки, можуть викликати локальну концентрацію напружень, що призводить до зародження та розвитку тріщин, тому поверхневі дефекти відіграють дуже важливу роль у процесі холодного волочіння вуглецевого дроту. Поверхневі дефекти бувають наступних видів: оксидні та знеуглецьовані шари (після прокатки або нагрівання), тріщини та надриви (прокатні, термічні, гартувальні); риси, задири, подряпини (від валків, роликів, інструмента); неметалеві включення, що виходять на поверхню (оксиди, сульфідні); мікропори та раковини (внаслідок усадкових дефектів або корозії). Такі дефекти істотно впливають на процес волочіння дроту тому що, по-перше, є концентраторами напружень. Навіть дрібні риси або тріщини посилюють локальні напруження під час розтягування дроту і прискорюють зародження тріщин і обрив. По-друге, наявність дефектів призводить до зниження пластичності. Поверхневі дефекти зменшують можливість рівномірного розподілу деформації; метал над дефектом працює в умовах підвищених напружень. По-третє, відбувається порушення технологічної стабільності процесу виробництва дроту. Зростає ймовірність обривів дроту у волочильній лінії, що призводить до зниження продуктивності та потреби в частих переналагодженнях. Наявність поверхневих дефектів катанки також призводить до погіршення якості готової продукції. Навіть після успішного волочіння залишаються дефекти, які знижують втомну міцність, корозійну стійкість і зносостійкість готового дроту. Окрім того, нерівності поверхні збільшують тертя метал-фільера, що спричиняє перегрів і прискорене зношування інструмента і призводять до зростання сили волочіння. Характерними наслідками при крупнозернистій структурі та тріщинах відбувається швидкий обрив дроту вже на перших проходах. При наявності знеуглецьованої поверхні дріт загартовується нерівномірно, зовнішній шар м'який, що викликає нерівномірний розподіл деформації. При наявності рисок від попередніх операцій під час волочіння риси витягуються у довгі «шлейфи», утворюючи поздовжні тріщини. Методами запобігання втрати стабільності процесу волочіння дроту являються:

контроль якості катанки (мікроструктури, відсутності обезвуглецьованості, макродефектів); травлення та очищення поверхні перед волочінням; фосфатування або нанесення мастильних покриттів для зменшення тертя; шліфування/правка катанки для усунення грубих поверхневих дефектів; використання високоякісного інструмента (алмазні, твердосплавні фільєри).

ФОРМУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВУГЛЕЦЕВОГО ДРОТУ В ПРОЦЕСІ ХОЛОДНОГО ВОЛОЧІННЯ

Мачула М.В., керівник доц. Перчун Г.І.

Український державний університет науки і технології

У процесі волочіння дроту відбувається не лише зміна форми дротяної заготовки, але й формування комплексу механічних властивостей отриманого дроту. Основний внесок у формування механічних властивостей дроту вносять: хімічний склад металу, механічні властивості та структура заготовки — катанки, стан поверхні катанки, наявність, вид і розподіл неметалевих включень, якість технологічних мастильних матеріалів і, безумовно, режими холодної пластичної деформації дроту. Усі перелічені параметри впливають на його технологічність під час подальшої переробки та споживчі властивості готової продукції.

У сучасному дровому виробництві прогнозування механічних властивостей кінцевої продукції здебільшого ґрунтується на емпіричному досвіді. Проблема полягає у відсутності залежностей, які б пов'язували механічні властивості дроту з режимами його волочіння. Тому дослідження процесів формування механічних властивостей і керування ними за допомогою швидкісних режимів волочіння тонкого дроту є актуальним завданням. Через особливості процесу волочіння спостерігається нерівномірність напружень по перерізу дроту, зумовлена дією контактних сил тертя. Нерівномірність напружень призводить до нерівномірності деформації, а відповідно — до нерівномірного зміцнення та неоднорідного розподілу механічних властивостей по перерізу дроту. Це явище погіршує якість дроту, що проявляється у збільшенні обривності під час волочіння.

На властивості дроту впливають такі основні деформаційні параметри: сумарна деформація, швидкість волочіння, температура дроту під час процесу. Можна припустити, що зміна деформаційних режимів волочіння може суттєво впливати на характер зміцнення й механічні властивості дроту. Сумарна деформація визначає ступінь деформаційного зміцнення металу. Швидкість волочіння істотно впливає на температуру дроту в процесі деформації. Температура дроту залежить не лише від швидкості волочіння, але й від контактних умов між дротом і волокою. Підвищена температура високовуглецевого дроту при волочінні спричиняє додаткове зміцнення внаслідок деформаційного старіння та виділення мартенситу на поверхні. Характер зміцнення визначає співвідношення властивостей міцності і пластичності дроту. Для дослідження процесу зміцнення властивостей дроту необхідно дослідити такі закономірності:

1) на основі експериментальних даних вивчити залежність механічних властивостей тонкого дроту в діючій технології волочіння від швидкості волочіння (перевірити, чи з підвищенням швидкості волочіння спостерігається зростання межі міцності дроту та відносного подовження, що свідчить про одночасне підвищення міцності й пластичності, тоді як межа плинності зі збільшенням швидкості знижується); така залежність спостерігається для певного діапазону розмірів дроту;

2) побудувати графіки зміни умовної межі плинності $\sigma_{0.2}$, межі міцності σ_B , співвідношення $\sigma_B/\sigma_{0.2}$, а також критерію волочільності $(\sigma_B - \sigma_{0.2})/\sigma_{0.2}$ у залежності від швидкості деформації.

За результатами експерименту необхідно зробити висновок, чи можна в певному діапазоні регулювати механічні властивості дроту шляхом зміни швидкості волочіння. Оцінка значущості впливу режимів волочіння дроту на його механічні властивості після деформації має суттєве практичне значення. Вона полягає у можливості прогнозувати зміну механічних властивостей дроту шляхом вибору оптимальних режимів волочіння для даної технології.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ОТРИМАННЯ ДРОТУ ІЗ АУСТЕНІТНОЇ СТАЛІ

Фролов В.Д., керівник ст. викл. Соболенко М.О.

Український державний університет науки і технологій

Використання високомарганцевої сталі марки 110Г13 та її модифікацій у різних галузях промисловості загальновідоме. Поєднання високої в'язкості та зносостійкості забезпечило широке застосування сталі Гадфільда в машинобудуванні, автомобілебудуванні, гірничій, металургійній, хімічній, будівельній та інших галузях, а також для виготовлення виробів відповідального та спеціального призначення.

Останнім часом через питання, пов'язані з ремонтом інструменту різних механізмів і машин, виникає необхідність застосовувати цю сталь за спеціальним призначенням, у вигляді наплавочного або зварювального матеріалу.

Виливки для виготовлення металовиробів з високомарганцевої сталі виготовляють, зазвичай, у ливарних цехах машинобудівних і металургійних заводів. Технологічна схема виробництва виливків така: виплавка металу в основних мартенівських або електричних дугових печах з окисленням домішок, переплавленням і сплавленням, заливка його в піщано-глинисті або кокильні форми з подальшою термічною обробкою. Крім цього, на практиці широко застосовується метод змішування, тобто одночасне використання двох плавильних агрегатів, в одному з яких отримують низьковуглецевий метал, а в іншому розплавляють високовуглецевий феромарганець.

Спосіб виплавки сталі визначається, в основному, типом застосовуваних плавильних агрегатів, якістю шихтових матеріалів і призначенням одержуваних виливків. У вигляді ливарної сталі 110Г13Л широко застосовується в агропромисловому і транспортному машинобудуванні, на заводах з виробництва гірничорудного та збагачувального обладнання.

У литому стані сталь 110Г13Л має аустенітну структуру з включеннями карбідів. Розташування карбідів відбувається переважно уздовж меж зерна металу, що негативно впливає на механічні та службові властивості сталі.

Карбіди мають вигляд тонких окаймлень навколо окремих аустенітних зерен і сфероїдизованих дрібних краплин у зернах, а також у вигляді суцільної широкої сітки і великих сфероїдизованих включень. Така сталь має низькі характеристики міцності. Головною метою термічної обробки сталевих заготовок є розчинення карбідів і вирівнювання вмісту вуглецю по перетину аустенітного зерна. Протягом витримки перед гартуванням карбіди переходять у твердий розчин, який у процесі гартування фіксується у формі відносно чистого зерна аустеніту. Це забезпечує отримання необхідних механічних властивостей виробів з високомарганцевої сталі.

Термічна обробка виливків з високомарганцевої сталі полягає у нагріванні до температур 950-1000 °С, витримці при цих температурах і гартуванні у воді. Проте деталі з тонким поперечним перерізом (менше 10 мм) можна охолоджувати на повітрі.

З метою розчинення утворених карбідів у литих зразках та отримання аустенітної структури виконали термічну обробку (гартування) зразків за двома режимами:

I – 1050 °С, витримка протягом 30 хвилин, охолодження у воді;

II – 1050 °С, витримка протягом 30 хвилин, охолодження на повітрі до 950 °С, охолодження у воді.

Проведено мікроструктурний аналіз зразків після термічної обробки за вказаними режимами. У процесі гартування карбіди переходять у твердий розчин, а сталь набуває аустенітної структури.

Після загартування за експериментальними режимами структура зразків була чисто аустенітною. Порівняльний аналіз мікроструктур термооброблених і литих зразків за розмірами зерна відповідає вимогам стандартів. Принципових відмінностей у структурі зразків, загартованих за режимом I та режимом II, встановлено не було.

Проведене дослідження сталевих заготовок за розробленими режимами термічної обробки показало необхідність подальшої розробки технологічного циклічного ланцюжка, що включає проміжну термічну обробку (гартування) для отримання необхідних механічних властивостей металу, призначеного для холодної деформації.

**КІНЕТИКА РОЗПАДУ АУСТЕНІТУ ЗА БЕЗПЕРЕРВНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ
ГАРЯЧЕДЕФОРМОВАНОЇ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ БОРВМІСНОЇ СТАЛІ**
Спорник В.В., Шевченко М.І., керівник ст. викл. Соболєнко М.О.
Український державний університет науки і технологій

Цілеспрямоване формування процесу структуроутворення гарячедеформованого аустеніту за подальшого охолодження є перспективним напрямком досліджень, спрямованим на підвищення механічних характеристик металу для холодного об'ємного штампування (ХОШ). Одним з елементів, що ефективно впливають на ступень підвищення стійкості аустеніту до розпаду, є бор. Мікролегована борвмісна сталь марки 30Г1Р наразі служить перспективним матеріалом для виробництва кріпильних виробів, що виготовляються методами ХОШ.

Технологія виготовлення високоміцних кріпильних виробів розвивається у напрямку збільшення ступеня стиснення під час холодної пластичної деформації заготовок за істотним ускладненням форми металовиробів. Тому, до структури та властивостей сталі, яка використовується для ХОШ, висуваються вимоги пов'язані з підвищенням ресурсу пластичності та однорідності структури.

Для оптимізації існуючих технологій виробництва підкату для ХОШ, а також для розробки нових режимів ТО у потоці прокатних станів найбільш доцільно використовувати термодинамічні діаграми (ТКД), побудовані з урахуванням температуро-деформаційних впливів на метал, максимально наближених до виробничих умов. Вивчення та визначення умов формування гарячекатаної структури сталі 30Г1Р за прискореного охолодження з різними швидкостями є актуальним завданням.

Дослідження фазових перетворень проводили методом диференційно-термічного аналізу на зразках катанки діаметром 6,5 мм зі сталі 30Г1Р з дослідженнями мікроструктури та твердості. Дослідження мікроструктури металу здійснювали на світловому металографічному мікроскопі «Neophot – 21». Вимірювання твердості зразків у лабораторних умовах проводили за шкалою Віккерса на приладі типу ТП – 7Р1. Хімічний склад сталі марки 30Г1Р, % за масою: С – 0,30; Si – 0,31; Mn – 1,02; S – 0,007; P – 0,024; Cr – 0,20; Al – 0,02; Ti – 0,017; B – 0,0007.

Режими обробки зразків включали аустенізацію за 1100 °С, що відповідає температурі заготовок перед першою кліттю прокатного стану. Деформацію зразків

проводили за один прохід зі ступенем 35%, що відповідає режимам прокатки у виробничих умовах. Температура прокатки лабораторних зразків складала 1050 – 1030 °С та відповідала температурі виходу металу з чистової кліті прокатного стану.

Експериментальними дослідженнями визначали вплив температури аустенізації на положення областей утворення продуктів проміжних перетворень, положення меж областей розпаду в разі поєднання пластичної деформації та умов охолодження, які описують технологічні режими виробництва сортового підкату. Для імітації після деформаційного охолодження пруткового підкату і для запобігання часткового розпаду аустеніту у після деформаційний період прискорене охолодження з температури кінця прокатки здійснювали зі швидкістю 230 – 250 °С/с до температур 835 – 390 °С з подальшим уповільненим охолодженням зразків до кімнатної температури (швидкість охолодження складала 0,06 – 0,09 °С/с).

Результати експериментальних досліджень узагальнені у вигляді ТКД. Встановлено, що ТКД розпаду деформованого аустеніту сталі 30Г1Р має феритну, перлітну, проміжну та мартенситну області перетворень.

Збудована діаграма розпаду гарячедеформованого аустеніту сталі 30Г1Р дозволяє науково обґрунтовано підійти до розробки режимів і технології виробництва підкату для холодного висаджування з формуванням як оптимальних властивостей металу у гарячекатаному стані, так і утворення його оптимальної структури для наступної ТО з окремого нагрівання.

ЦИФРОВА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ МІКРОСТРУКТУР

Заліт А.С., керівник доц. Романова Н.С., ст. викл. Карпова Т.П.

Український державний університет науки і технологій

У матеріалознавстві зображення мікроструктур відіграють дуже важливу роль, особливо в області їх кількісного опису. Для проведення кількісного опису мікроструктур першим кроком є їх первинна обробка, яка починається з формування матричного масиву інтенсивностей пікселів у відтінках градації сірого. Шкала сірого містить 256 відтінків сірого від 0 до 255 (0 — чорний, 255 — білий). Кожна фаза має свій діапазон інтенсивностей відтінків сірого.

Існує велика кількість методів, які підкреслюють ті аспекти вихідного зображення, які потрібні досліднику (наприклад, межі зерен, межі фаз, межі структурних компонентів). Залежно від того, що цікавить дослідника, можна підібрати відповідну математичну операцію для обробки зображення у вигляді матриці. На оцифрованому зображенні можна виміряти різні геометричні параметри як одного мікроструктурного елемента, так і групи мікроструктурних елементів. Кількість точок, довжину або площу елементів мікроструктури можна розрахувати, використовуючи інформацію з матриці інтенсивності пікселів відповідного зображення (оригінального або модифікованого) з точністю до розміру пікселя. Описавши кількісно елементи мікроструктури, можна далі оцінити властивості матеріалу. Операції над зображенням, які виконуються для полегшення наступного кількісного аналізу, називаються обробкою зображення. При обробці мікроструктур можна виділити три стадії:

- 1- попередня обробка (покращення щодо чіткості та рівномірності освітлення);
- 2- сегментація мікроструктури за структурними елементами, що цікавлять;
- 3- постобробка зображення (формування зображення на підставі сегментації).

Пікселі — це найпростіші елементи оцифрованого зображення, які утворюють прямокутну матрицю, у якій кожен піксель має координати (x, y) і значення яскравості, що змінюється від 0 (чорний) до 255 (білий).

Попередня обробка зображення включає роботу з гистограмою зображення (розподіл пікселів за їх інтенсивністю); точкові операції (обробка кожного пікселя за певним алгоритмом, без зміни взаємних співвідношень між інтенсивностями сусідніх пікселів, тобто $I_o(x,y) = I_i(x,y)$, де I_o - інтенсивність пікселя після трансформації, I_i - інтенсивність пікселя до трансформації); алгебраїчні та логічні операції над двома накладеними зображеннями (наприклад, для виправлення нерівномірного освітлення); використання різноманітних фільтрів для зменшення «шуму», що забруднює зображення (фільтри згладжування, фільтри максимуму та мінімуму).

Сегментація (виявлення структурних об'єктів, таких як колонії перліту, зерна фериту, вторинний або евтектоїдний цементит). Для цього використовуються такі процедури, як бінаризація та ідентифікація порогових значень інтенсивності. Ці операції дозволяють визначити, чи належить піксель до об'єкта аналізу чи до фону. Якщо $I(x, y) \geq T$, то піксель у точці (x, y) призначається класу об'єктів. Якщо $I(x, y) < T$, то піксель у точці (x, y) належить до класу фону.

Постобробка зображень передбачає вдосконалення сегментованих зображень за допомогою методів математичної морфології [1]. Ці методи засновані на операціях розмивання і розширення, а також їх різноманітних лінійних комбінаціях. Приклад використання методів математичної морфології наведено на рисунку 1 [2]

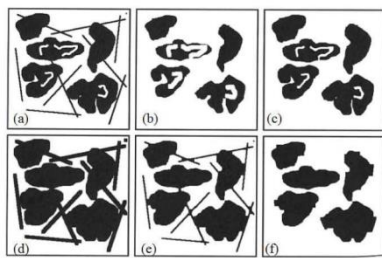


Рис.1 : Ілюстрація властивостей перетворень на основі ерозії та дилатації. (a) Початкове зображення, (b) те саме зображення після ерозії, (c) відкриття, (d) дилатація

Література

1. R. Gonzalez and R. Woods, *Digital Image Processing-Second Edition*. Prentice-Hall, 2001.
2. L. Wojnar, *Image Analysis, Applications in Materials Engineering*. CRC Press, 1999

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВНУТРІШНІХ НАПРУГ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ ФУТЕРУВАЛЬНОЇ ПЛИТИ ВАГОНІВ МОКРОГО ГАСІННЯ КОКСУ

Алесенко І.О. Герасименко А.М. керівник доц. Романова Н.С.
Український державний університет науки і технологій

футерувальна плита вагонів мокрого гасіння коксу відливається з чавуну ЧХ1 методом ЛГМ (лиття за моделями, що газифікуються). Лиття за газифікованими моделями - спосіб отримання виливків, що використовує модель, виготовлену з матеріалу, що газифікується при заливці розплавленого металу в ливарну форму. Найпоширенішим матеріалом для моделей є пінополістирол.

Технологія виробництва виливки передбачає її термічну обробку таку, як нормалізація при температурі 1133...1153°C з витримкою 2-3 години. Режим нормалізації показаний на рисунку 1, мікроструктура після термічної обробки представлена на рисунку 2

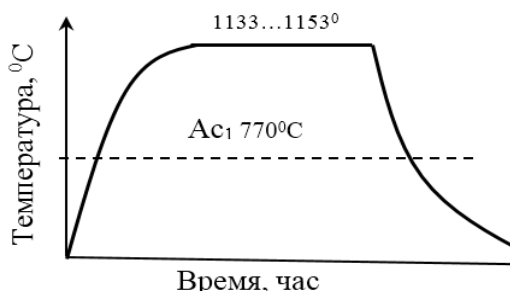


Рис.1 Режим нормалізації
відливки футерувальної плити

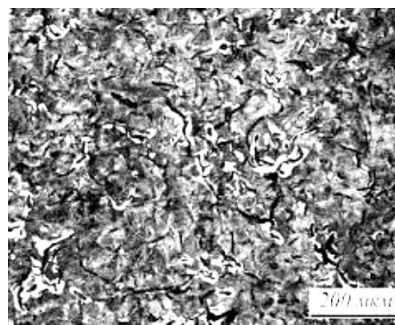


Рис.2 Мікроструктура ЧХ1 після
нормалізації

Перліт є основною структурною складовою, що забезпечує зносостійкість сірого чавуну. З підвищенням дисперсності перліту зносостійкість чавуну збільшується. Основний внесок у зносостійкість сірого чавуну роблять фосфідна евтектика, цементит і карбіди, як найбільш тверді структурні складові. Корозійна стійкість перлітної матриці знижується зі зростанням дисперсності перліту.

Розмір плити дозволяє розглядати цей об'єкт, з погляду теорії теплопровідності як необмежену пластину. Відповідно до теплових розрахунків термічної обробки, при розмірах пластини, коли її товщина в 10 і більше разів менше висоти та ширини, то її можна розглядати як необмежену пластину, в якій теплові потоки та температурне поле є одномірними. Ці умови виконуються для футерувальних плит розмірами 655x550x25 ($655/25 = 26$ та $550/25 = 22$ відповідно).

При загартуванні в деталі виникають значні внутрішні напруження - термічні та структурні. Тим більше, що нижча температура поверхні. Період охолодження, коли різниця температур досягає максимуму, є найімовірнішим для розвитку внутрішньої напруги. У цей період охолодження в поверхневих шарах деталі виникатимуть напруження розтягування, а в серцевині - напруження стиснення.

У процесі подальшого охолодження відбувається перерозподіл напруг і після закінчення охолодження: при температурі до 20°C поверхневі шари деталі будуть відчувати напруження стиснення, а серцевина - напруження розтягування. Ці напруги називаються залишковими напругами.

Для математичного моделювання виникаючої внутрішньої напруги в подовій футерувальній плиті коксотушильного вагона необхідно знати теплофізичні та реологічні властивості чавуну ЧХ1, такі як теплоємність, теплопровідність, щільність, коефіцієнт тепловіддачі у воду, модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, коефіцієнт лінійного розширення та термодинамічну діаграму фазового перетворення. Ці дані представлені у таблиці.

Таблиця Теплофізичні властивості чугуна ЧХ1

Чугун	$\gamma \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$	$\lambda, \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$	$c, \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$	$\alpha \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$
ЧХ1	7,1	54	480	9,5

Найважче визначною вихідною величиною при теплових розрахунках термічної обробки є коефіцієнт тепловіддачі. Величина цього коефіцієнта залежить від наступних чотирьох основних факторів: 1) природи нагрівального або охолоджувального середовища; 2) температури середовища; 3) циркуляції середовища; 4) температури нагрітої або охолоджуваної поверхні виробу. Коефіцієнт тепловіддачі залежить також від форми та розмірів виробу та стану його поверхні.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОКРЕМНИСТИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОРШНІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Устименко Д.А., керівники доц. Романова Н.С.

Український державний університет науки і технологій

Висококремністі алюмінієві сплави на основі діаграми Al-Si з легуючою композицією із Si, Ni, Mg, Mn та Ti використовуються для виробництва поршнів важконавантажених дизельних двигунів. Ці сплави завдяки своєму хімічному складу і структурі характеризуються підвищеною жароміцністю, високою зносостійкістю і мають малу відмінність теплового розширення матеріалу поршнів і втулки гільзи циліндра. Для характеристики теплового розширення матеріалів використовують поняття термічного коефіцієнта лінійного розширення α . Для поліпшення техніко-економічних показників роботи двигуна конструктивно прагнуть знизити зазор між поршнем і гільзою циліндра, використовуючи конструкції двигуна поршневі кільця (див. рис.1). Зазор між гільзою циліндра та поршнем можна зменшити також зменшуючи різницю між коефіцієнтами лінійного розширення поршневого сплаву та матеріалу гільзи циліндра (див.табл.1 та 2). Гільза циліндра для дизельних двигунів виготовляється із сірого чавуну [1].



Таблица 2 Фізико-механічні властивості поршневих алюмінієвих сплавів АК4-2, АЛ25 та АК21

Сплав	Температура испытания t , °C	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	Предел текучести при растяжении $\sigma_{0.2}$, МПа	Твёрдость НВ	Кoeffициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$, К ⁻¹	Кoeffициент теплопроводности Вт/(м град)
АК4-1	20	450	350	-	-	142,4
	100	430	350	135	21,1	146,2
	200	360	325	135	22,3	150,7
	300	155	150	107	24	159,0
	350	-	-	-	-	-
	400	40	38	66	-	-
АЛ25	20	250	215	-	-	-
	100	220	195	102	19,0	138
	200	190	180	96	20,5	140
	300	130	120	93	21,0	146
	350	-	-	-	-	149
	400	50	40	87	-	-
АК21	20	190	182	100	-	-
	100	-	-	95	17,5	-
	200	165	158	94	-	-
	300	118	113	92	18,5	-
	350	90	86	90	-	-

Згідно з літературними даними, збільшення вмісту кремнію в поршневих сплавах до 30 % призводить до зниження ТКЛР до значення 12×10^{-6} град⁻¹ (майже до рівня значень сірого чавуну) [1]. Згідно з наведеними даними, доцільним і перспективним є розгляд проєктів

розробки та дослідження висококремністих поршневих сплавів для дизельних двигунів.

Література

1. Строгонов Г.Б., Ротенберг В.А., Гершман Г.Б. Сплавы алюминия с кремнием, Металлургия, 1977, -272с.

ПІДСЕКЦІЯ «ПОКРИТТЯ, КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАХИСТ МЕТАЛІВ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРІВ ВИХІДНИХ ПОРОШКІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БРОНЗОВИХ ФІЛЬТРІВ

**Поезднікова Н.М., керівники доц. Ковзік А.М., ст. викл. Кушнір Ю.О.
Український державний університет науки і технології**

Досліджено вплив фракційного складу бронзового порошку БрОФ10-1, з якого виготовляються металеві фільтри на тонкість фільтрації запиленних газів. Встановлено, що фільтри товщиною 5 мм, виготовлені за технологією «відсів-пресування-спікання» зі сферичних частинок бронзи різного розміру мають тонкість фільтрації відповідно таблиці.

Таблиця – Тонкість фільтрації частинок фільтром

Розмір частинок вихідного порошку, мкм	20-40	40-63	63-100	100-200
Тонкість фільтрації, більша, мкм	3	4	10	22

Наведені дані дають можливість обрати розмір сферичних частинок вихідного розпиленого порошку БрОФ10-1 в залежності від призначення фільтру. Наприклад для виготовлення фільтру дихального апарату слід використовувати тонкі порошки (20-40 мкм), а для встановлення в компресор – порошки розміром 100-200 мкм.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ФОСФАТНОГО ШАРУ ДЛЯ ШТАМПОВКИ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

**Богун І.М., керівники доц. Носко О.А., доц. Голуб І.В.
Український державний університет науки і технологій**

На даний час актуальною задачею металургійної та машинобудівної галузей України є значне покращення якості металопродукції. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є використання різних металевих та неметалевих, зокрема, фосфатних покриттів. Однак використання останніх у виробництві, за виключенням незначної частини автомобілебудування є обмеженим.

Разом з тим порівняно з металопокриттями фосфатні покриття мають ряд цінних переваг, головними з яких є сполучення високих захисних, антифрикційних і протизадирних властивостей з простою і низькою собівартістю процесу їх отримання.

Фосфатні покриття як протизадирні можуть бути широко використані і металургійній, автомобільній промисловості, транспорті, сільхозмашинобудуванні і інших провідних галузях України через те, що фосфатна плівка є гарною основою для покращення захисних властивостей металовиробів та продовження терміну використання лакофарбових покриттів.

Фосфатний шар утворюється при обробці металевих поверхонь спеціальними фосфатуючими розчинами і представляє собою шар нерозчинних у воді фосфатів з наступними властивостями: низькою електропровідністю, здатністю збільшувати адгезію лакофарбового покриття, простотою отримання, низькою собівартістю.

Метою даною роботи є дослідження та удосконалення технологічних схем знежирювання, активації і фосфатування сталюї заготовки для штамповки виробів

складної конфігурації. Актуальність теми ґрунтується на тому, що в даний час практично на всіх підприємствах використання дорогокоштуючої технології потребує великих витрат реактивів, приводить до нестабільної якості готової продукції як по антифрикційним, так і по антикорозійним властивостям.

На основі використаних у роботі сучасних методів дослідження: металографічного, рентгеноструктурного, гравіметричного, запропоновані раціональні схеми фосфатування і підготовки поверхні сталі. Встановлено значний вплив технології знежирювання на якість фосфатного покриття, запропоновані схеми знежирювання і фосфатування з використанням вітчизняних знежирюючих та фосфатуючих препаратів. Концентрат у сполученні зі знежирюванням і активацією поверхні забезпечують високу якість покриття по антифрикційним та антикорозійним властивостям.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЛУЧНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ТРАВЛЕННЯ І НАНЕСЕННЯ ОЛОВ'ЯНОГО ПІДШАРУ ПЕРЕД ГАРЯЧИМ СВИНЦЮВАННЯМ

Русанов Р.В., керівники доц. Носко О.А. доц. Аюпова Т.А.

Український державний університет науки і технологій

Отримання освинценого листа підвищеної якості пов'язано з якомога більш повним видаленням окалини з поверхні металу і наступним осадженням на ній підшару олова. На даний час підготовка поверхні листа перед нанесенням свинцевого покриття здійснюється наступним чином: електрохімічне знежирювання, хімічне травлення у сірчаноокислій травильній ванні, флюсування, гаряче свинцювання. Після травлення та промивки водою лист покритий тонкою плівкою води, через яку легко дифундує кисень та утворює дуже тонкі окисні плівки. Розплавлений флюс. Що містить олово, усуває цей дефект поверхні і одночасно з цим з нього на поверхні листа осідає підшар олова, на якому потім формується свинцеве покриття. Саме ця операція флюсування є вузьким місцем у вказаній вище схемі підготовки поверхні листа під свинцюванням. Необхідність використання олов'яного підшару перед нанесенням свинцевого шару пояснюється тим, що свинець і залізо ні в рідкому, ні в твердому стані не розчиняються один в одному. Тому при прямому осадженні свинцю на сталевий лист із свинцевого розплаву покриття отримують несучільним та воно погано зчіплюється з підложкою. При попередньому осадженні олова на сталь утворюється інтерметалічний перехідний шар складу FeSn_2 , на якому потім гарно осідає свинець. Таким чином, до складу флюсу необхідно вводити деяку кількість олова для отримання інтерметалічної фази FeSn_2 .

Метою даної роботи є розробка технології одночасного електрохімічного травлення і нанесення підшару олова перед гарячим свинцюванням листа, що призначений для бензобаків вантажних автомобілів.

Показано, що підшар олова утворює інтерметалід, що дає змогу забезпечити подальше формування якісного свинцевого покриття зі свинцево-олов'яного сплаву зі зниженим вмістом олова. Розроблена технологія попереднього нанесення підшару олова дає можливість не тільки покращити якість заключного свинцевого покриття, але й створює передумови для значної економії олова при гарячому свинцюванні.

Сформульовано рекомендації технологічного процесу одночасного травлення і нанесення підшару олова перед гарячим свинцюванням для використання в схемах поточних ліній листового та стрічкового агрегатів комплексу кольорових покриттів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ КОРОЗІЇ КОЛІСНИХ СТАЛЕЙ З РІЗНОЮ МІКРОСТРУКТУРОЮ

Карташева А., керівник доц. Біла О.

Український державний університет науки і технологій

Експлуатація залізничних коліс здійснюється без ефективного протикорозійного захисту. Постійне посилення впливів агресивних факторів навколишнього середовища на експлуатаційні властивості коліс загострює проблему запобігання корозійним та пов'язаним з ними руйнуванням у колесах.

Найважливішими факторами, що визначають корозійні процеси в поверхневих шарах залізничних коліс, є склад та структура колісної сталі. Значна частина міцності та інших властивостей, у тому числі зносостійкість поверхні катання при терті в процесі експлуатації коліс, залежать від корозійних процесів, що відбуваються в їх поверхневих шарах. При утворенні продуктів корозії на поверхні катання виникають напруження на межі розділу сталь-оксид внаслідок різниці модулів пружності та коефіцієнтів термічного розширення цих матеріалів.

Досліджено механізм та швидкість корозії звичайної та мікролегованої ванадієм колісної сталі. Вивчено вплив структурного стану колісної сталі на розвиток корозії та вплив корозійних процесів на структурні зміни, що відбуваються поблизу поверхні катання під час експлуатації коліс. Обґрунтовано необхідність та розроблено протикорозійні заходи при зберіганні, транспортуванні та експлуатації залізничних коліс у різних умовах, проаналізовано їх ефективність.

ПІДСЕКЦІЯ «ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕПЛАВЛЕННЯ НА СПАДКОВІСТЬ ЧАВУНІВ, МОДИФІКОВАНИХ ДИСПРОЗІЄМ

Колода С.В., керівник проф. Іванова Л.Х.

Український державний університет науки і технологій

Метою науково-дослідної роботи були аналіз стану світового споживання РЗМ, питання з модифікування ними чавунних розплавів та дослідження з додаванням у чавуни різного хімічного складу різної кількості РЗМ.

Світове річне споживання РЗМ сьогодні складає 70...75% від загального їх виробництва, тобто відбувається регулярне накопичення незатребуваних РЗМ. Значна частина цих матеріалів використовується у вигляді дешевих змішених сполук. Великі кількості РЗМ у вигляді суміші оксидів застосовуються в металургійній, скляної та керамічної галузях промисловості. Близько 25% видобутих нерозділених РЗМ йде на виробництво розділених чистих металів. З індивідуальних РЗМ найбільш широко використовуються церієві лантаніди (Ce, Nd) і частина ітрієвої (Sm, Eu, Gd, Dy). Обсяги річної пропозиції складають від декількох тонн для Європи, тербію, лютецію до 1-5 тис. тонн для церію, ітрію, лантану і неодиму.

Аналіз сучасного стану ливарного виробництва та відповідної науково-технічної літератури виявив, що роботи з розробки практичних методів одержання виливків із чавунних розплавів, оброблених РЗМ, є актуальними.

При проведенні досліджень застосовували апробовані сучасні методи дослідження та обладнання. Дослідження впливу переплавлення проводили на зразках із робочого шару та осердя прокатних валків у процесі їхнього механічного оброблення. Для модифікування розплавів використовували рідкісноземельний метал - диспрозій із вмістом домішок 0,31%. Переплавлення чавунів проводили в кварцовому тиглі в

силітової печі, після перегріву до 1400°C та витримки протягом 5 хв. заливали зразки-циліндри діаметром 20 і висотою до 130 мм. Мікроскопічне дослідження проводили за ГОСТ 3443-87 на оптичному мікроскопі Neophot 21 при збільшеннях 150 та 500. В якості основного травника використовували 2%-вий розчин азотної кислоти в етиловому спирті (ніталь).

Висновок. Дослідження по переплавленню модифікованих РЗМ білого та сірого чавунів показало наявність спадкового зв'язку між морфологією первинної структури і структурою переплавлених модифікованих РЗМ чавунів. Структурна спадковість притаманна як доевтектичним, так і заевтектичним модифікованим чавунам.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МОДИФІКОВАНИХ ВАЛКОВИХ ЧАВУНІВ

Мельник В.С., керівник проф. Іванова Л.Х.

Український державний університет науки і технологій

Відомо, що термічна обробка виливків – подвійний відпал призводить до покращення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей чавунів.

Метою роботи було визначення оптимального режиму подвійного відпалу для модифікованих валкових чавунів.

Для реалізації завдання отримання математичної моделі, що зв'язує показники фізико-механічних властивостей чавунів з умовами термічної обробки, використовували комбінаторний план планування експерименту на кшталт латинського квадрата – складний план, отриманий поєднанням 4x4 латинського квадрата з планом 2^4 , наведений у таблиці.

	c_1d_1	c_1d_2	c_2d_1	c_2d_2
a_1b_1	t_1	t_2	t_3	t_4
a_1b_2	t_3	t_4	t_1	t_2
a_2b_1	t_2	t_1	t_4	t_3
a_2b_2	t_4	t_3	t_2	t_1

Обробку експериментальних даних, отриманих в «активному» експерименті, та визначення оптимального режиму подвійного відпалу проводили за допомогою комплексного показника якості – узагальненої функції бажаності D. Фізико-механічні властивості чавунів валкових досліджували за стандартними методиками. У процесі досліджень визначали вісім показників якості валків.

У лабораторних умовах термічну обробку проводили на спеціальній установці, що включає високотемпературну піч з нагрівачами з хроміту лантану та систему автоматики. Для позиційного регулювання нагріву та охолодження за заданою програмою використовували автоматичний програмний регулюючий пристрій моделі РУ5-01М в комплекті з автоматичним вимірювальним приладом типу ПСР-08М.

Досліджували вплив термічної обробки на властивості чавунів робочого шару та шийок чотирьох валків різних виконань – ЛШ-57 та СШХН-50. Усього було реалізовано 16 варіантів режимів подвійного відпалу.

Температуру витримки на першій стадії при термічній обробці варіювали на двох рівнях 950 (a_1) та 850 (a_2) °C, тривалість витримки – 0,5(b_2) та 1,0(b_1) год, температуру витримки на другій стадії варіювали теж на двох рівнях – 550 (c_2) та 580 (c_1) °C, тривалість витримки – 1,5(d_2) та 2,0 (d_1) год. Швидкість охолодження після першої

стадії була постійною та складала 10 град/хв, а після другої стадії охолодження здійснювали в печі.

Висновки. Оптимальними були параметри подвійного відпалу для валків із модифікованих чавунів: на першій стадії температура 950°C і витримка 1,0 год, на другій стадії температура 550 °C і витримка протягом 1,5 год, за яких узагальнений показник якості D мав максимальне значення – 0,750.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА ЗНОСО- ТА ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ВАЛКОВИХ ЧАВУНІВ

Рябий Д.Ю., керівник проф. Іванова Л.Х.

Український державний університет науки і технологій

Однією з важливіших характеристик робочого шару прокатних валків є зносостійкість. Її можна підвищити шляхом застосування високоякісних зносостійких чавунів, а також за допомогою термічного оброблення чавунів, що використовуються для валків серійного виробництва. У роботі дослідили вплив п'ятих режимів високотемпературного термічного оброблення на зносостійкість нелегованого та легованих нікелем і молібденом чавунів робочого шару листопрокатних валків. Зносостійкість визначали на машині моделі СМЦ-2 в умовах тертя ковзання при навантаженні 735 Н, швидкості обертання контрольного зразка 78 ± 1 см/с та довжині зношування 250 та 500 м. Зносостійкість оцінювали за втратою маси дослідного зразка. Узагальнені дані впливу термічного оброблення на величину зносу дослідних чавунів наведені у таблиці.

Вид термічного оброблення	Величина зносу (мг/см ²) на довжині зношування					
	250 м			500 м		
	Чавун нелегований	Чавун, легований нікелем	Чавун, легований нікелем і молібденом	Чавун нелегований	Чавун, легований нікелем	Чавун, легований нікелем і молібденом
-	21,0	23,3	22,7	36,9	44,4	43,5
Нормалізація	8,2	13,8	11,9	30,3	41,2	36,9
Нормалізація та відпуск при 500 °C	7,2	15,7	13,2	29,8	44,0	37,9
Нормалізація та відпуск при 550 °C	13,3	14,9	20,2	31,7	44,3	45,3
Нормалізація та відпуск при 600 °C	14,3	27,2	20,8	35,2	54,2	48,0
Нормалізація та відпуск при 650 °C	16,1	22,4	21,2	35,1	48,0	49,2

Випробовування зносостійкості показало, що незалежно від дослідного шляху зношування зносостійкість нормалізованих чавунів підвищувалася у порівнянні зі зносостійкістю нетермооброблених чавунів. Зі збільшенням шляху зношування у 2

рази підвищення зносостійкості було менш значним.

Термостійкість також можна підвищити шляхом застосування високоякісних термостійких чавунів, а також за допомогою теплового оброблення чавунів, що використовується для валків серійного виробництва. Дослідження проводили в два етапи – «пасивний» та «активний» експерименти на зразках розмірами 10x10x15 мм, вирізаних з робочого шару валків з високоміцних чавунів різного ступеня легованості в процесі їх механічного оброблення. Зразки циклічно нагрівали до температури $650 \pm 10^\circ\text{C}$ та охолоджували у водяній ванні при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$, максимально наближаючись до теплових умов роботи матеріалу робочого шару валків. Критерієм термостійкості була величина питомої протяжності тріщин на полірованому шліфі після ста теплзмін. Величину термостійкості розраховували як середню з трьох випробовувань. На етапі «пасивного» експерименту встановлено, що після теплового оброблення термостійкість чавунів підвищувалася у 2,1...2,7 рази.

Оптимальний режим визначали з застосуванням плану експерименту за типом 4x4 латинського квадрату за допомогою комплексного показника якості – узагальненої функції бажаності. Якість чавуну оцінювали за трьома параметрами – твердістю та термостійкістю матеріалу робочого шару та твердістю матеріалу нижньої шийки валків. Встановлено, що оптимальним є теплове оброблення за витримки 1,5 год при температурі 600°C , за якого термостійкість мала найліпші значення у порівнянні з вихідним станом.

АНАЛІЗ ГАРЯЧОЛОМКОСТІ МІДНИХ СПЛАВІВ

Візір М.С., керівник доц. Білий О.П.

Український державний університет науки і технологій

Мідні сплави є одними з найпоширеніших конструкційних матеріалів завдяки поєднанню високої корозійної стійкості, теплопровідності, електропровідності та добрих механічних властивостей. Проте у процесах лиття та подальшої термомеханічної обробки вони схильні до розвитку специфічного дефекту – гарячоломкості. Це явище полягає у втраті пластичності металу при підвищених температурах, що призводить до утворення тріщин, надломів і зниження експлуатаційної надійності виливків.

Причини гарячоломкості.

Основними чинниками розвитку цього дефекту є:

наявність низькоплавких евтектик у міжзернових просторах (особливо на основі Bi , Pb , S , O , P);

розриви суцільності твердого розчину в зоні кристалізації;

значна усадочна пористість і газонасичення;

структурна неоднорідність у результаті швидкого або нерівномірного охолодження.

У мідних сплавах, збагачених оловом, цинком чи алюмінієм, гарячоломкість найчастіше зумовлена крихкістю по межах зерен.

Механізми руйнування.

На мікрорівні гарячоломкість пов'язана з появою плівок оксидів та низькоплавких фаз на границях зерен, які послаблюють зв'язок між кристалами. У процесі деформації (усадка, термічні напруження) ці ділянки стають зонами локалізації напружень, що ініціюють тріщини. При подальшому охолодженні тріщини розвиваються і фіксуються у структурі виливка.

Вплив технологічних факторів.

Температура заливання. Занадто висока сприяє інтенсивному окисненню і

газонасиченню, занадто низька – підвищує ризик утворення холодних спаїв.

Швидкість охолодження. Надмірна швидкість формує дрібнозернисту, але крихку структуру; занадто повільна – сприяє виділенню евтектик по межах зерен.

Склад форми та покриття. Низька газопроникність формувальних сумішей підсилює дефекти, пов'язані з газами у металі.

Легування. Введення марганцю, нікелю, кремнію знижує схильність до гарячоломкості завдяки очищенню меж зерен і зміцненню твердого розчину.

Методи зниження гарячоломкості.

Оптимізація хімічного складу: обмеження домішок Bi, Pb, S, контроль вмісту кисню.

Використання модифікаторів і рафінуючих добавок (Ti, B, Zr), що очищують межі зерен.

Регулювання режимів лиття – вибір температури заливання та охолодження, що мінімізує структурну неоднорідність.

Застосування захисних атмосфер чи флюсів для зниження окиснення.

Термічна обробка (гомогенізаційний відпал) для розчинення низькоплавких фаз.

Висновки. Гарячоломкість є одним із критичних факторів, що визначають якість відливок із мідних сплавів. Її розвиток зумовлений комплексом хімічних і технологічних причин, а контроль складу та оптимізація параметрів лиття дозволяють істотно зменшити ризик утворення тріщин. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на створення сплавів із підвищеною термостійкістю меж зерен та розробку нових модифікаторів, які забезпечуватимуть високу надійність литих деталей у промисловості.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО ВУГЛЕЦЕВМІСНОГО МАТЕРІАЛУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ

Григорчук О.С., керівник проф. Реп'ях С.І.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток сучасного ливарного виробництва вимагає вдосконалення формувальних та стрижневих сумішей з метою підвищення якості відливок, зменшення браку та зниження витрат. Традиційні кварцові піски та органічні чи неорганічні сполучники забезпечують базові характеристики, проте часто не гарантують необхідного рівня термостійкості та поверхневої якості відливок. Одним із перспективних напрямів є введення до складу сумішей високодисперсних вуглецевмісних матеріалів (ВДВМ), які завдяки своїм фізико-хімічним властивостям можуть істотно впливати на процеси формоутворення.

Мета дослідження – встановити вплив добавок ВДВМ на фізико-механічні характеристики формувальних сумішей та визначити оптимальні концентрації введення.

Основні властивості ВДВМ:

високий питомий поверхневий розвиток;

здатність утворювати захисні плівки на поверхні зерен піску;

низька теплопровідність, що сприяє зменшенню термонапружень;

відновні властивості, які знижують інтенсивність газоутворення та утворення пригару.

Методика дослідження передбачала порівняльні випробування стандартних піщано-глиняних сумішей та модифікованих сумішей із різним вмістом вуглецевмісних добавок. Вимірювалися такі параметри: міцність на стиск у сирому та сухому стані,

газопроникність, пластичність, термостійкість та схильність до утворення пригару на відливках.

Результати дослідження показали:

Введення невеликих доз (0,2–0,5 %) ВДВМ призводить до підвищення газопроникності та зниження схильності до утворення термічних тріщин.

Оптимальний вміст у межах 0,5–1,0 % забезпечує збалансоване поєднання міцності та пластичності сумішей. При цьому відзначається підвищення сирової міцності на 10–15 % порівняно з контрольними зразками.

Надлишкові добавки (понад 1,5–2,0 %) погіршують міцність, оскільки надмірна кількість вуглецевих частинок ускладнює рівномірний розподіл зв'язуючого.

При застосуванні ВДВМ істотно знижується утворення пригару, що особливо важливо для виготовлення відливок зі сплавів на основі заліза та кольорових металів.

Практичне значення дослідження полягає у можливості зменшення витрат на дорогі органічні сполучники та покращення екологічних показників виробництва за рахунок використання вторинних вуглецевмісних матеріалів (технічний вуглець, графітові відходи, нанодисперсний вуглець).

Таким чином, високодисперсні вуглецевмісні матеріали мають суттєвий позитивний вплив на фізико-механічні властивості формувальних сумішей, зокрема підвищують міцність, газопроникність і термостійкість, а також знижують утворення пригару. Оптимальні концентрації добавок знаходяться в межах 0,5–1,0 %. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на визначення впливу різних типів ВДВМ (графенові структури, вуглецеві нанотрубки, сажі) на структуру та властивості сумішей у промислових умовах.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ПІДВИЩЕННЯ ПРОНИКАЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОТИПРИГАРНИХ ПОКРИТТІВ

Грушевенко О.О., керівник доц. Осипенко І.О.

Український державний університет науки і технологій

Якість поверхні відливок значною мірою залежить від ефективності протипригарних покриттів, які наносяться на формувальні та стрижневі суміші з метою запобігання утворенню пригару та поліпшення точності відтворення поверхні. Одним із ключових параметрів таких покриттів є проникаюча здатність, тобто здатність рідкого покриття рівномірно розподілятися та заповнювати пори у поверхневому шарі форми або стрижня. Недостатня проникність призводить до утворення дефектів, а надмірна – до перевитрат матеріалу та зміни газопроникності форми.

Одним із перспективних шляхів регулювання властивостей покриттів є введення до їх складу високодисперсних наповнювачів (ВДН). Такі матеріали завдяки значному питомому поверхневому розвитку та активним фізико-хімічним властивостям здатні впливати на реологію суспензії, адгезію до піщаної основи та формування захисного шару.

Мета дослідження – експериментально визначити вплив високодисперсних наповнювачів на проникну здатність протипригарних покриттів і обґрунтувати оптимальні їх концентрації.

Методика експерименту включала:

приготування стандартних протипригарних покриттів на водній та спиртовій основі;

модифікацію складу введенням різних типів ВДН (мікросиліки, дисперсного графіту, нанокремнезему, алюмосилікатних наночастинок) у кількості 0,2–2,0 %;

оцінку проникної здатності за допомогою вимірювання глибини та рівномірності просочення зразків формувальних сумішей;

аналіз структури покриття за мікроскопічними дослідженнями після сушіння.

Результати досліджень показали:

Введення 0,3–0,7 % ВДН (нанокремнезему, мікросиліки) забезпечує інтенсифікацію проникнення покриття у поверхневий шар форми на 15–20 % у порівнянні з контрольними зразками.

Дисперсний графіт сприяє формуванню щільної плівки, що знижує схильність до пригару, але при концентрації понад 1,5 % спостерігається зменшення проникності через підвищення в'язкості.

Комбіновані добавки (графіт + нанокремнезем) продемонстрували синергетичний ефект – рівномірність шару підвищувалася, а проникність залишалася на достатньому рівні.

Надмірний вміст ВДН (>2,0 %) негативно впливає на реологічні властивості покриття, ускладнює нанесення і може знижувати газопроникність форми.

Можна зробити висновки, що високодисперсні наповнювачі є ефективними модифікаторами протипригарних покриттів, здатними істотно підвищувати їх проникну здатність та забезпечувати формування рівномірного захисного шару. Оптимальні концентрації знаходяться в межах 0,5–1,0 %, що дозволяє зменшити дефекти пригару та покращити якість поверхні виливків без суттєвих змін технологічних параметрів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення впливу типу дисперсних фаз на термостійкість і адгезію покриттів у промислових умовах.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ФОРМ СУМІШЕЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЛИТВА

Кислий В.С., керівник доц. Осипенко І.О.

Український державний університет науки і технологій

Якість стоматологічного литва безпосередньо визначає точність та довговічність ортопедичних конструкцій. Одним із ключових факторів у процесі виготовлення відливок є склад формувальних сумішей та параметри технологічного процесу, які впливають на точність відтворення мікродеталей, чистоту поверхні та відсутність дефектів.

При литті стоматологічних сплавів (Co-Cr, Ni-Cr, сплави благородних металів) використовуються ливарні форми на основі кварцу, кристобаліту, фосфатних чи гіпсових зв'язуючих. Недоліки формувальних сумішей (неповне вигорання, низька термостійкість, газоутворення) призводять до дефектів відливок: пор, пригару, деформацій.

Мета дослідження – вивчити вплив складу формувальних сумішей і технологічних факторів на якість стоматологічного литва та визначити оптимальні режими формоутворення.

Методика досліджень:

порівняння форм на основі гіпсу та фосфатних зв'язуючих;

введення вогнетривких наповнювачів (кварц, кристобаліт, муліт, оксид алюмінію) з різним дисперсним складом;

випробування моделей з різними режимами випалу (650–900 °С) для повного вигорання воскових композицій;

оцінка точності відливок за розмірними відхиленнями, чистоти поверхні, наявності дефектів.

Результати досліджень:

Застосування фосфатних зв'язуючих у поєднанні з кварцом і кристобалітом забезпечує підвищену термостійкість форм і стабільність розмірів у широкому діапазоні температур.

Введення 10–15 % дрібнодисперсного оксиду алюмінію зменшує пористість форми та підвищує точність відтворення тонких ділянок.

Оптимальний режим випалу форм (750–800 °С) забезпечує повне вигорання воскових моделей і мінімальне газоутворення при заливанні сплаву.

Підвищення температури випалу понад 850 °С призводить до часткового розкладу гіпсового зв'язуючого та утворення SO₂, що сприяє газовим дефектам.

Контроль вологості сумішей та швидкості змішування виявив значний вплив на однорідність форми та стійкість її структури під час заливання.

Якість стоматологічного литва визначається комплексом факторів: складом формувальних сумішей, дисперсністю наповнювачів, вибором зв'язуючих і режимами випалу. Оптимальне поєднання кварцу, кристобаліту та дрібнодисперсного оксиду алюмінію у фосфатних формах забезпечує високу термостійкість і точність відливок. Дотримання режимів випалу та вологості сумішей мінімізує утворення дефектів. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технологій стоматологічного литва та підвищення якості ортопедичних конструкцій.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛИТТЄВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОТЕЗУВАННІ НЕЗНІМНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ

Туренко М.С., керівник доц. Білий О.П.

Український державний університет науки і технологій

Сучасна стоматологія висуває високі вимоги до точності та якості ортопедичних конструкцій, особливо незнімних протезів (коронки, мости, вкладки). Одним із ключових етапів їх виготовлення є литтєва технологія, яка забезпечує відтворення складної геометрії, мікродеталей і надійність у клінічній експлуатації.

Актуальність проблеми. Відливання стоматологічних конструкцій потребує максимальної точності, оскільки навіть мікронні відхилення можуть призвести до порушення оклюзії, вторинного карієсу чи зниження терміну служби протезів. При цьому якість лиття залежить як від властивостей сплавів (Co-Cr, Ni-Cr, благородні метали), так і від технологічних факторів: складу формувальних мас, режимів випалу, параметрів заливання та охолодження.

Мета дослідження – встановити вплив литтєвої технології на точність та якість незнімних стоматологічних конструкцій і визначити шляхи вдосконалення процесу.

Методика досліджень включала:

аналіз формувальних сумішей на основі фосфатних і гіпсових зв'язуючих з різними вогнетривкими наповнювачами (кварц, кристобаліт, оксид алюмінію);

відпрацювання режимів випалу форм (650–900 °С) з контролем повноти вигорання воскових моделей;

експериментальне лиття стоматологічних сплавів із використанням відцентрових і вакуумних установок;

визначення точності розмірів відливок, шорсткості поверхні, наявності дефектів (пори, пригар, тріщини).

Результати досліджень.

Використання фосфатних формувальних мас із кварцом і кристобалітом забезпечує високу термостійкість і стабільність розмірів при температурах понад 800 °С.

Оптимальні режими випалу (750–800 °С) гарантують повне вигорання воскових

моделей без утворення залишкових газів, що знижує ризик пористості.

Відцентрове лиття забезпечує кращу заповнюваність тонкостінних ділянок, тоді як вакуумне лиття характеризується більшою щільністю металу і меншою кількістю газових включень.

Додавання до формувальних сумішей дрібнодисперсного оксиду алюмінію сприяє підвищенню точності відтворення складної мікрогеометрії.

Аналіз відливок показав, що точність розмірів незнімних конструкцій у межах ± 50 мкм є досяжною при оптимальному поєднанні складу форм та параметрів лиття.

Дослідження підтвердили, що якість незнімних стоматологічних протезів значною мірою визначається досконалістю литтєвої технології. Використання фосфатних форм, оптимальних режимів випалу та сучасних способів заливання (відцентрового й вакуумного) дозволяє мінімізувати дефекти та забезпечити точність відливок. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення складу формувальних сумішей і впровадження цифрових технологій (CAD/CAM + лиття) для підвищення якості стоматологічного протезування.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТАЛООКСИДНИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОТИПРИГАРНИХ ФАРБ ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЛИТВА

Шаульський Д.Л., керівник доц. Осипенко І.О.

Український державний університет науки і технологій

Прецизійне литво є одним із найважливіших способів отримання вливок складної конфігурації з високою точністю розмірів і мінімальною кількістю обробки. Ключову роль у цій технології відіграють протипригарні фарби, що наносяться на формувальні суміші або оболонкові форми для зниження ризику утворення пригару, тріщин та інших дефектів поверхні. Одним із перспективних напрямів удосконалення їх складів є використання металоксидних дисперсних матеріалів (МДМ), здатних змінювати теплофізичні, хімічні й технологічні властивості покриттів.

Мета дослідження – встановити закономірності впливу різних металоксидних дисперсних матеріалів (Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , MgO , SiO_2) на технологічні властивості протипригарних фарб, визначити їх оптимальні концентрації та умови застосування у прецизійному литві.

Експерименти проводилися на зразках фарб водної та спиртової основи, які модифікувалися МДМ у кількості 0,5–5 %. Визначалися такі показники: в'язкість суспензій, седиментаційна стійкість, адгезія шару до формувального матеріалу, термостійкість покриттів після сушіння, газопроникність та протипригарна здатність під час лиття чавуну, сталі та кольорових сплавів.

Результати досліджень.

Оксид алюмінію (Al_2O_3) у концентрації 1–2 % підвищує механічну міцність покриттів, покращує їх адгезію та зменшує ризик відшарування при сушінні.

Оксид цирконію (ZrO_2) характеризується високою термостійкістю й ефективно знижує схильність до пригару при литві сталей і нікелевих сплавів. Оптимальна концентрація – 2–3 %.

Оксид магнію (MgO) покращує газопроникність покриття та знижує утворення тріщин при нагріванні, проте при введенні понад 3 % може призводити до крихкості шару.

Оксид титану (TiO_2) забезпечує рівномірність нанесення та краще змочування форми, але при надмірному вмісті (понад 4 %) суттєво зростає в'язкість фарби, що ускладнює технологічність.

Оксид кремнію (SiO_2) стабілізує суспензії, зменшує седиментацію та сприяє формуванню рівномірного шару, однак не забезпечує суттєвого підвищення протипригарних властивостей у високотемпературних умовах.

За результатами роботи металоксидні дисперсні матеріали значно впливають на комплекс технологічних властивостей протипригарних фарб. Найбільш перспективними є добавки Al_2O_3 та ZrO_2 , що забезпечують поєднання високої термостійкості, міцності й протипригарної здатності. MgO та TiO_2 доцільно застосовувати як модифікатори у складі комбінованих систем, що дозволяє досягти оптимального співвідношення між проникністю, адгезією та стабільністю покриття. Подальші дослідження варто спрямувати на розробку багатокомпонентних фарб з нанорозмірними металоксидними добавками, які можуть забезпечити додатковий захисний ефект та підвищення якості прецизійних виливків.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РСС

Пліска Д.М., керівник доц. Усенко Р.В.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток сучасного ливарного виробництва вимагає постійного вдосконалення формувальних і стрижневих матеріалів, що забезпечують високу якість відливок при зниженні витрат і трудомісткості технологічних операцій. Одним із перспективних напрямів є використання рідкорухливих самотвердіючих сумішей (РСС), які завдяки своїм реологічним властивостям дозволяють формувати складні за конфігурацією форми з мінімальним зусиллям ущільнення. Важливим чинником, що визначає ефективність таких сумішей, є їх дисперсний склад, тобто співвідношення крупних, середніх і дрібних фракцій піску та наповнювачів.

Мета дослідження – визначення закономірностей впливу дисперсного складу формувальних сумішей на комплекс їх фізико-механічних та технологічних характеристик з метою оптимізації складів для промислового застосування.

Методика досліджень включала підготовку серій зразків РСС із різним співвідношенням кварцового піску, пилоподібних і тонкодисперсних фракцій, а також варіюванням вмісту в'язучих компонентів. Визначалися такі показники: рухливість, газопроникність, міцність на стиск у сирому та твердому стані, адгезійна здатність, швидкість твердіння. Окрему увагу приділено аналізу впливу тонкодисперсних частинок ($<0,1$ мм) на утворення контактної структури та мікропористості.

За результатами досліджень встановлено:

Збільшення частки дрібних і пилоподібних частинок до 15–20 % забезпечує щільніше упакування зернового каркаса, підвищення початкової міцності та зменшення водовідділення.

Надмірний вміст тонких фракцій (>25 %) різко знижує газопроникність і збільшує ризик газових дефектів у відливках.

Оптимальне співвідношення крупних (60–70 %), середніх (15–20 %) і дрібних (10–15 %) фракцій забезпечує високі показники міцності при збереженні задовільної рухливості та технологічності суміші.

Тонкодисперсні добавки (металоксидні порошки, мікрокремнезем) у кількості 1–2 % діють як активні наповнювачі, сприяючи ущільненню структури й підвищенню термостійкості.

При використанні занадто однорідного зернового складу (переважно крупні фракції) відзначено зниження міцності унаслідок недостатнього контакту зерен та нерівномірності твердіння.

Отримані результати свідчать, що дисперсний склад є визначальним фактором, що формує фізико-механічні та технологічні властивості рідкорухливих самотвердіючих сумішей. Оптимальне співвідношення фракцій дозволяє забезпечити баланс між міцністю, газопроникністю та рухливістю, що є критично важливим для запобігання дефектам литва. Подальші дослідження доцільно спрямувати на використання нанодобавок і модифікаторів, здатних покращити структуру контактних зон та підвищити стабільність характеристик РСС у промислових умовах.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВИНИКНЕННЯ ПРИГАРУ НА ВИЛИВКАХ ВИГОТОВЛЕНИХ ЗІ СТАЛІ

Хмара М.С., керівник доц. Доценко Ю.В.

Український державний університет науки і технології

Пригар на виливках є одним з найпоширеніших дефектів, що значно збільшує трудомісткість обрубних й очисних робіт.

Протягом багатьох років ливарники вивчають механізм утворення пригару й розробляють методи боротьби з ним. Однак дотепер ще не знайдені способи повного усунення пригару у всіх випадках практики. Таке положення порозумівається надзвичайною складністю процесів, що відбуваються на поверхні розділу метал-форма й, що приводять до утворення пригару.

Пригаром звичайно називають неметалічну кірку, міцно утримувану на поверхні виливка яка складається із зерен формувального матеріалу й цементуючої речовини.

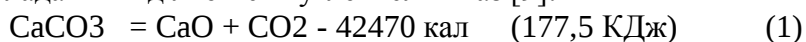
Поділ пригару на різні види, є умовним, і в реальних виливках можна виявити одночасне існування всіх або, принаймні, двох видів пригарів. Отже, пригар на виливках завжди буває комбінованим. В умовах форми заливаємої металом, що, у більшому або меншому ступені покритий окислами, що різко міняють характер проникнення металу в пори формувальної суміші. Встановлено, що розплав, що проникає у пори форми, покритий плівкою окислів заліза. Отже, механічному пригару супроводжує й сприяє хімічний пригар.

ВИБІР ГАЗОУТВОРЮЮЧОЇ РЕЧОВИНИ ДЛЯ СТРИЖНЯ ГАЗОВОГО ТИСКУ КРУПНОГО СТАЛЕВОГО ВИЛИВКА

Дьяченко П.П., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.

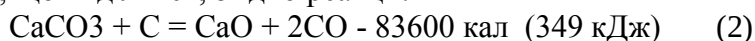
Український державний університет науки і технології

Газотворна речовина, вживана в пристрої, повинна бути дешевою, доступною і малоактивною при взаємодії зі сталлю, що виключить її забруднення. Цим вимогам відповідають карбонат кальцію (вапняк, крейда) і граничний вуглеводень (парафін). Карбонат кальцію раніше використовували в надливах з газовим тиском. При його розкладанні виділяється вуглекислий газ [9]:



Оскільки CaO і CaCO_3 практично не утворюють між собою розчинів, то ця система має одну міру свободи, і кожній температурі відповідає єдине значення рівноважного парціального тиску CO_2 . Аналітичний вираз такої залежності дає рівняння С.Т. Ростовцева. Вирішуючи його щодо T і при тиску в системі 0,3 МПа одержимо, що рівноважна температура складає 9900С. Оскільки температура рідкої сталі близько 15000С, то весь вапняк повинен розкластися.

Додавання в карбонат кальцію графіту в кількості 11% збільшить в 2 рази об'єм газу, що виділився, згідно реакції:



Також в якості газотворюючої речовини може застосовуватися парафін - суміш твердих граничних вуглеводнів з молекулярною масою 300 - 500. В результаті нагріву парафін послідовно перетворюється на рідину, а потім - в газ. Температура плавлення і кипіння вуглеводнів підвищується із збільшенням числа атомів вуглецю і знаходиться в інтервалі температур до 4500С. Використовуваний як газотвірна речовина очищений парафін має щільність в межах 907 - 915 кг/м³.

Загальна формула граничних вуглеводнів C_nH_{n+2} . Вони володіють великою хімічною інертністю, оскільки всі валентності в їх молекулах насичені. Вони не здібні до реакцій приєднання, типовими для них є реакції заміщення. Реакції окислення граничних вуглеводнів протікають тільки при високих температурах. Під впливом нагріву відбувається також процес термічного розщеплювання вищих членів гомологічного ряду метану до вуглеводнів меншої молекулярної маси - крекінг. Протікає крекінг при температурі 450 - 5500С. При подальшому підвищенні температури відбувається глибше розщеплювання, зване піролізом. Основними напрямками піролізу є: розрив зв'язків C - C з утворенням вуглеводнів меншої молекулярної ваги, відщеплення водню з утворенням олефінов і ароматичних вуглеводнів. При достатньо високих температурах - повний розпад на вуглець (сажа, кокс) і водень. Швидкість протікання цих процесів не залежить від тиску і є функцією тільки температури.

При використанні парафіну, його витрата значно нижче, ніж крейдо-графітової суміші. Парафін повністю переходить в газову фазу при нижчій температурі і реакції його розкладання є необоротними, що вигідно відрізняє його від крейдо-графітової суміші при використанні в надливах тонкостінних виливків з невисокою тривалістю затвердіння. Проте, для масивного сталевого виливка найбільш прийнятним представляється використання в якості газотворюючої речовини крейдо-графітової суміші.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОВ'ЯЗУЮЧИХ СИСТЕМ COLD BOX AMIN

Карагодін О.Д., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.

Український державний університет науки і технології

Зростаючі вимоги до якості виливків в сучасному світі, ефективності їх виготовлення і екологічні аспекти призводять до того, що вплив формувальних і стрижньових матеріалів в цьому сенсі, особливо останніми роками, безперервно зростає. Недоліки раніше використовуваних технологій для виготовлення стрижнів в оснастці (Hot box), що нагрівається, стали початковим пунктом для створення і розвитку технологій виготовлення форм і стрижнів без використання підігріву технологічної оснастки, тобто хімічно твердіючих.

У ливарних цехах з серійним і крупносерійним характером виробництва процеси виготовлення ливарних стрижнів в оснастці, що не нагрівається, під загальною назвою «Cold box» засновані на затвердінні стрижневої суміші продуванням газоподібними каталізаторами або отверджувачами безпосередньо в техоснастці. Для виготовлення стрижнів і форм в дрібносерійному і серійному виробництві, а також для невеликих ливарних цехів з великою, часто змінною номенклатурою, але малою серійністю виливків, застосовують сучасні No bake-процеси з головною технологічною особливістю холодотвердіючих сумішей - наявністю короткого часу живучості. За останні роки багато ливарних заводів перейшли на застосування нових пов'язуючих систем Cold box amin з високими технологічними показниками. Дослідження по вдосконаленню цих систем продовжують провідні світові фірми-виробники.

Проведений порівняльний аналіз технологічних властивостей пов'язників, вживаних при колд-бокс-амін процесі показав, що найбільшими показниками міцності володіють пов'язники Friodur 050 і Friodur 060 для процесу Cold-Box виробництва фірми FURTENBACH GmbH (Австрія). Крім того, дані пов'язники перевершують китайські і російські аналоги з погляду можливості застосування піску з різним рН-рівнем без істотних втрат міцності, а також значно нижчого газовиділення.

ВПЛИВ СПОСОБУ ФОРМОВКИ НА ТРИВАЛІСТЬ ПРОГАРТУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ФОРМ

Лебедєв В.С., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.

Український державний університет науки і технології

В даний час в ортопедичній стоматології більшість деталей зубних протезів виготовляють методом лиття. Це мікропротези, штифтово - культеві вкладки та проміжна частина паяних мостоподібних протезів, одиночні коронки та цілнелітні мостоподібні протези, каркаси комбінованих незнімних металокерамічних конструкцій та бюгельних протезів. В ортопедичній стоматології вимоги до точності відлитої конструкції особливо високі: відхилення за розмірами - не більше 0,25% номіналу, якість лиття визначає успіх всього лікування, дає можливість отримати зубний протез, який відповідає всім вимогам сучасної стоматології. Тому для отримання металевих деталей за допомогою лиття використовують такі методи: лиття за виплавлюваними моделями з моделювального воску у формах з вогнетривкого матеріалу та лиття за виплавлюваними моделями на вогнетривких моделях, поміщених у форми з вогнетривкого матеріалу.

Як відомо, найбільш «вузькими» місцями в литті за виплавлюваними моделями (ЛВМ) є процеси формування, прогартування, заливки форм і охолодження виливків, а також підготовчі інженерні роботи, пов'язані з розробкою ливниково-живильних систем.

Аналіз даних, що характеризують вплив способу формування на охолодження керамічних форм після прогартування показав, що найбільш тривала стабільність температури форми спостерігається при способах формування керамічних форм в зернистий опорний наповнювач і термостат. Причому, змінюючи товщину або матеріал теплоізоляційного шару термостата, можна регулювати тривалість термостатування керамічної форми в широких межах, і тим самим управляти процесами формування виливка і його якістю. Встановлено, що при формуванні в термостати достатня тривалість прогартування керамічних оболонок при 950...980 0С становить близько 1 години.

АНАЛІЗ ВИДІВ БРАКУ ЛИТВА ІЗ ВИСОКОМАРГАНЦОВИСТОЇ СТАЛІ

Судаков К.Є., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.

Український державний університет науки і технології

Виготовлені будь-яким способом виливки контролюють по якості, контроль здійснюють працівники ливарного цеху, ВТК і, в окремих випадках, представники Держприймання.

Залежно від якості виливків, вимог стандартів і ТУ їх підрозділяють на придатні, умовно придатні (поправний брак) і брак. Виливки, у яких сукупність регламентованих показників якості відповідають ТУ й іншій документації, відносять до придатних. Виливки, що мають незначні дефекти, виправлення яких економічно доцільно, відправляють на виправлення. Виливки, дефекти яких виправити не можна або

економічно не вигідно, вважають бракованими і їх відправляють на переплав.

Відповідно до діючого ДСТУ, виливки із чавуну й сталі можуть мати 50 різновидів дефектів, які підрозділяють по наступних групах: невідповідність по геометрії (14 видів); дефекти поверхні (13 видів); несплошності в тілі виливка (16 видів); невідповідність по структурі (4 види). В результаті проведеного аналізу дефектів литва, які зустрічаються у сталеливарних цехах, дані рекомендації з усунення й попередження дефектів поверхні у виливках, запропоновані заходи щодо вдосконалення процесу плавки сталі 110Г13Л, прогресивний процес No-bake (виготовлення форм і стрижнів з холоднотвердіючих сумішей) і рекомендовані порошкові дроти для заварки дефектів і зварювання виробів зі сталей з високим вмістом марганцю.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ІКОНИ «БОЖА МАТЕРЬ»

Юраков В.В., керівник проф. Хричиков В.Є.

Український державний університет науки і технологій

Ювелірне лиття - один з найдавніших і найпоширеніших видів обробки металів та сплавів. Точне лиття за моделями, що витоплюються, найбільш точний і продуктивний спосіб отримання художніх виробів. У роботі було розроблено і удосконалено технологію виготовлення ювелірного виробу «Божа матір» методом лиття за моделями, що витоплюються. Розглянуті і проаналізовані види різних матеріалів, використаних при цьому способі отримання художніх виробів.

Було отримано еластичну прес-форму, воскові моделі та інше. Після виготовлення воскових моделей збирали воскове дерево-«ялинку». На основі існуючої технології і матеріалів виготовлення ювелірного виробу обрано раціональний склад металу і формувальних матеріалів для існуючих умов лабораторії кафедри.

В даний час поява нових технологій лиття за виплавлюваними моделями, нових матеріалів і ливарних установок, дозволяють полегшити працю ювелірів-ливарників.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ГРАФІТИЗУЮЧОГО МОДИФІКУВАННЯ ФЕРРОСІЛІКОБАРИЄМ РІДКОЇ ТА РІДКО-ТВЕРДОЇ ОСЬОВОЇ ЗОНИ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ВИКОНАННЯ СШХН

Карелін О.О., керівник проф. Хричиков В.Є.

Український державний університет науки і технологій

Прокатний валок у робочій зоні повинен мати стовпчасту макроструктуру, а в осьовій зоні – разоорієнтовану, з мінімальною кількістю крихкою цементитною складовою. Але в осьовій зоні часто виявляється підвищений вміст цементиту через прискорене просування фронту кристалізації, що призводить до поломки валків і зменшення тривалості їх експлуатації. Тому запропоновано проводити модифікування осьової зони прокатних валків виконання СШХН. Для цього застосовувати ферросілікобарій, якій використовували раніше для ковшової обробки розплаву. Введення барію забезпечує графітизацію чавуну і зменшує утворення цементиту в структурі. Визначено час початку проведення графітизуючого модифікування і кількість ферросілікобарію. За запропонованими формулами можливо провести розрахунки для різних типорозмірів прокатних валків.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНТРАЦІЙНОГО ТА ТЕМПЕРАТУРНОГО ІНТЕРВАЛУ ТВЕРДІННЯ НА ПРОЦЕСИ УТВОРЕННЯ ТВЕРДОЇ ФАЗИ В СТАЛЕВИХ ВИЛИВКАХ З ВМІСТОМ ВУГЛЕЦЮ ДО 1,3%

Столеру Д.А., керівник проф. Хричиков В.Є.

Український державний університет науки і технологій

У машинобудуванні сталеві виливки мають найбільш високі показники міцності, пластичності і в'язкості в порівнянні з іншими матеріалами. Високі фізико-механічні властивості сталі дозволяють застосовувати її для виготовлення різних фасонних виливків. Але при твердінні сталеві утворюються усадкові дефекти, ліквації та інші дефекти, які викликають брак у виливках.

Побудовано залежність концентраційного інтервалу твердіння, температурного інтервалу твердіння ($t_L - t_S$) і масового відсотка твердої фази від вмісту вуглецю в системі Fe-C при 0-1,3 %C. Згідно з теорії ливарних процесів чим більше значення масового вмісту твердої фази при температурі, що наближена до ліквідус, тим гірше рідиноплинність сплаву. Масовий вміст твердої фази найбільш сприятливий при вмісті вуглецю для отримання сталевих виливків 0,3-0,44 %. Нижче цих значень сплав буде мати низьку рідиноплинність і при литті фасонних виливків будуть утворюватися недоливи.

В процесі підвищення вмісту вуглецю з 0,49%C до 1,3%C масовий вміст твердої фази поступово зменшується з 27% до 10% і рідиноплинність повинна підвищуватись згідно теорії лиття. Також відомо, що при підвищенні температурного інтервалу рідиноплинність зменшується. Але ми вважаємо, що концентраційний інтервал теж має велике значення. При збільшенні ширини твердо-рідкої зони збільшується ліквація хімічних елементів, можливо утворення усадкових дефектів, тріщин, а фізико-механічні властивості по перетину виливку стають неоднорідними.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПРОЦЕСУ ТВЕРДІННЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ З НЕСТАНДАРТНИМИ РОЗМІРАМИ БОЧКИ І ШИЙОК НА УТВОРЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВУЗЛІВ

Сторчай Р.Г., керівник проф. Хричиков В.Є.

Український державний університет науки і технологій

Найважливішими завданнями металургії є зниження матеріалоємності, вдосконалення технологічних процесів виробництва, поліпшення і розширення асортименту готового прокату.

Для нових прокатних станів відливають валки з діаметром бочки збільшеним у 2 і більше разів в порівнянні з треном. Такі валки відливають на АТ «Дніпропетровський завод прокатних валків».

Важливим показником експлуатаційної стійкості валків є твердість робочого шару бочки, його глибина, а також відсутність усадкових дефектів. Значна частина дефектів в валках виникає внаслідок усадкових процесів, що відбуваються в період твердіння металу в комбінованих кокільно-піщаних ливарних формах.

Моделювання процесу твердіння проводили на чавунному прокатному валку СШХН масою 7500 кг і розмірами: діаметр бочки 732 мм, діаметр нижньої шийки 366 мм, висота - 1296 мм, діаметр верхньої шийки - 336 мм. Визначено, що тепловий вузол і усадкові дефекти утворюються в зоні з'єднання нижньої шийки і бочки, в осьовій зоні бочки, а також у верхній шийці. Ці дефекти можуть знижувати експлуатаційну стійкість валків. Тому пропонується забезпечити послідовність переміщення фронту твердіння з нижньої частини виливка, бочки, верхньої шийки і надливу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СКЛАДІВ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ОБІГРІВУ НАДЛИВУ ЧАВУННИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

Шевченко А.С., керівник проф. Хричиков В.Є.

Український державний університет науки і технологій

При використанні не утеплених надливів вихід придатних чавунних виливків суттєво зменшується. Це обумовлено тим, що при твердінні виливка одночасно відбувається твердіння металу надливу і, таким чином, збільшуються втрати металу. Тому утеплення чи підігрів надливу підвищує техніко-економічні показники виробництва виливків за рахунок зниження маси металу у надливі.

Як показала практика і аналіз технічної літератури, обігрів надливу виливків з чавуну та стали екзотермічними сумішами є простим, надійним та найефективнішим засобом підвищення виходу придатного.

Було обрано 3 склади екзотермічних сумішей. Суміш на основі феросиліцію показала низьку ефективність і працювала як холодильник. Дослідження щодо застосування екзотермічної суміші №1 (алюміній - 15%, натрієва селітра – 10-15%, окалина – 20%, шамот – 20-40%) та №2 проводили в умовах ВАТ «ДЗПВ» на чавунних прокатних валках.

Проведені дослідження двох екзотермічних складів суміші показали їхню неефективність при твердінні виливків масою 3000 кг і більше, оскільки тривалість їхньої ефективної дії склала ≈ 10 хв.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА РИТОН «БАРАН»

Мещеряков О.В., керівник проф. Меньяло О.В.

Український державний університет науки і технологій

Точне лиття за моделями, що витоплюються - це найбільш продуктивний спосіб отримання художніх виробів. У роботі було розроблено і удосконалено технологію виготовлення виливка ритон «Баран» методом виливання за моделями, що витоплюються.

На основі аналізу властивостей гіпсових формувальних сумішей було виготовлено гіпсову ливарну форму, під заливку латуні, з ювелірної формомаси на основі кристобаліту, яка має найвищі якості.

У ході роботи з виготовлення моделі, що виплавляють, були застосовані інжекторні ювелірні воски, які мають більш високі технологічні властивості.

Результати удосконалення технології після їх упровадження у виробництво дозволять прискорити процес виготовлення художніх виливків, зменшити брак та поліпшити їх якість.

ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ УСАДКИ ЧАВУННИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

Дуда Є.О., керівник проф. Меньяло О.В.

Український державний університет науки і технологій

Об'ємна усадка обумовлює утворення усадкових дефектів в місцях виливка, які твердіють в останню чергу. Розплав з рідкої ділянки виливка переміщується для живлення усадки (компенсації зменшення об'єму) затверділого металу. Дослідження розмірів об'ємної усадки масивних виливків дозволило визначити цей розмір точно і

зробити висновки щодо режимів електрошлакового обігріву, а також визначити місця скупчення усадкових дефектів у виливку.

За результатами експерименту було побудовано кінетику живлення усадки з надливу Ø454 мм прокатного валка виконання СШХНМ-51 масою 8,86 т. Припинення живлення усадки валка з надливу відбувається на 215 хв, незважаючи на те, що тільки на 330 хв закінчується твердіння верхньої шийки. Таким чином, для різних типорозмірів масивних прокатних валків, тривалість електрошлакового обігріву можливо визначати за часом припинення переміщення розплаву з надливу у виливок.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ХУДОЖНЬОГО ВИРОБУ «КУПАЛЬНИЦЯ»

Кітов О.С., керівник проф. Меняйло О.В.

Український державний університет науки і технологій

Один з найбільш поширених способів отримання ювелірних та художніх виробів - лиття за моделями, що виплавляються в гіпсові форми. Сучасні процеси лиття здійснюються з використанням нових, досконаліших допоміжних засобів, матеріалів, установок. Це дозволяє механізувати процес лиття, забезпечити швидку зміну асортименту виробів.

Була вдосконалена технологія процесу виготовлення «Купальниця» методом лиття по моделях, що виплавляються, способом вакуумного лиття з надлишковим тиском, що істотно скорочує час, трудомісткість і брак у виливках. Було виготовлено гіпсову ливарну форму, під заливку мідним сплавом, з ювелірної формомаси на основі кристобаліту, яка має найвищі якості.

У ході роботи з виготовлення виплавлюваної моделі були застосовані інжекторні ювелірні воски, які мають більш високі технологічні властивості.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ БАРЕЛЬЄФУ «ЯНГОЛЯТКО»

Корнієнко В.С., керівник проф. Меняйло О.В.

Український державний університет науки і технологій

Для виготовлення барельєфу «Янголятко» застосовували модельний склад на основі парафіну, каніфолі, воску і стеарину, які мають більш високі технологічні властивості. При виготовленні гумової прес-форми використовували силікон українського походження – формасил, який є високоміцним силіконовим матеріалом для виготовлення еластичних форм. Віскові моделі виготовляли шляхом запресування модельного складу з використанням ручного шприца при тиску 2 атм.

На основі існуючої технології та матеріалів при виготовленні барельєфу було обрано оптимальний склад латуні та матеріалів для отримання керамічної форми.

Після аналізу результатів досліджень якості відлитих барельєфів за технологією виливки в піщано-глинясті форми та керамічні оболонки, було встановлено суттєве покращення якості поверхні виливків та точності відтворення ажурних елементів різних фрагментів при виливку в керамічні оболонки.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ХУДОЖНЬОГО ВИЛИВКА «ВЕЛИКА ЧЕРЕПАХА»

Олексієнко Р.А., керівник доц. Мазорчук В.Ф.

Український державний університет науки і технологій

У цей час литтям за витоплювальними моделями часто використовується етилсилікат у якості зв'язуючого. Він має гарні вогнетривкі й зв'язуючі властивості, але рідке скло більш краще, тому що:

1. Воно на водній основі, незаймисте, нетоксичне, ідеальне з погляду екології.
2. Суспензії на їхній основі мають більший строк живучості, більш постійними властивостями й вимагають мінімального обслуговування, седиментаційну стійкість у порівнянні з етилсилікатними.
3. Забезпечують підвищену газопроникність форм і меншу схильність їх до розтріскування.

Прокалювання керамічної оболонки, обов'язкова технологічна операція, що включає нагрівання й ізотермічну витримку при певній температурі. При цьому віддаляються газоздатні речовини (модельний склад і ін.), відбувається спікання зв'язувальної речовини, відповідно зростає міцність керамічної оболонки.

Встановлена стійкість вогнетривкої суспензії, яка складає близько 35 хв., та інтервал перемішування – 10 ... 12 хв. Встановлено, що наповненість суспензії для першого шару повинна бути 1,95 ... 2 кг/л. Для другого та наступних шарів 1,4 ... 1,5 кг/л. Міцність на вигін керамічної оболонкової форми яка виконана рідкому склі у інтервалі температур 300 ... 900 °С поступово зростає від 1,2 до 4,7 МПа.

Для заливки, прожарені керамічні оболонки витягли з печі і протягом 1 хв., з моменту вилучення залили розплавом – бронзи марки БрО5Ц5С5 з вмістом основних елементів, % мас.: Cu – 85%; Sn – 5; Zn – 5; Pb – 5. Температура заливки склала – 1250 °С. Гідність такого способу підготовки керамічної форми до заливки є повнота видалення газоздатних складових керамічної оболонки, відносно короткий цикл прожарювання, невелика кількість технологічних операцій і відносно низька енергоємність процесу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЕРАМІЧНИХ ОБОЛОНКОВИХ ФОРМ, ЩО ВИГОТОВЛЕНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Фурдуй І.М., керівник доц. Мазорчук В.Ф.

Український державний університет науки і технологій

При одержанні форм для ЛВМ використовують зв'язувальні речовини, тверді пилоподібні та зернисті матеріали. Тверді пилоподібні матеріали, мають високу вартість. Використовувані компоненти для готування суспензій, впливають на її властивості такі як: термостійкість оболонки, наповненість і седиментаційну стійкість. Застосування нових зв'язуючих, наприклад, кремнезоль і часткова або повна заміна свіжих вогнетривких матеріалів на пилоподібні відходи, не погіршуючи технологічні властивості суспензій, є актуальним завданням.

Використання вторинних матеріалів при виготовленні суспензій, зменшить використання свіжих матеріалів, що у свою чергу, дозволить зменшити собівартість виливків. У якості вогнетривкого наповнювача використовували відхід виробництва феронікелю, кислий шлак, який пройшов помел (пил SiO₂).

Проведений хімічний аналіз відходу виробництва феронікелю показав, що матеріал складається з SiO₂, на 96,4%, також присутні такі сполучення як – Al₂O₃,

Fe₂O₃ та інші. Основна фракція, якою представлений матеріал, що досліджували становить 0,05 мм, що відноситься до категорії пилоподібний матеріал. За хімічним та фракційним складом пил SiO₂ ближче до дистен-силіманітовому порошку. Сумарна кількість вогнетривких оксидів (SiO₂, Al₂O₃ складає ~98%), що дозволяє використовувати матеріал у якості вогнетривкого наповнювача у суспензії.

Проведені дослідження властивостей вогнетривких суспензій з пилоподібним відходом показали, що повна седиментація часток у суспензії відбувається через 35 хв, тому необхідно її перемішувати кожні 10...12 хв., а для постійної дії 5...7 обертів у хвилину. Встановлено вплив на умовну в'язкість суспензії – з збільшенням температури суспензії її в'язкість знижується. Встановлено, що для першого шару КО наповненість суспензії повинна бути 1,95-2 кг/л, а для другого та наступних шарів 1,47-1,51 кг/л.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГNETРИВКИХ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ЗОЛИ-ВИНОСУ

Чорний М.В., керівник доц. Мазорчук В.Ф.

Український державний університет науки і технологій

Одна з актуальних задач у ливарному виробництві є зменшення собівартості виливків, що можливо досягнути за рахунок використання у суміші вторинних матеріалів.

У роботі використовували золу-винос Придніпровської ТЕС. Для визначення складів суміші проведено оптимізацію за допомогою програми «SOM». Аналіз результатів експериментів дозволив встановити вплив вмісту золи-винос на газопроникність зразків. Встановлено, що вміст золи-винос від 10 до 45% призводить до зменшення газопроникності. При подальшому підвищенні вмісту золи-винос від 25 до 30% призводить до незначного зниження, а при вмісту більш 30% – зменшується.

Встановлено, що для вогнетривких формувальних сумішей, котрі можуть використовуватись для отримання надливів, вміст у суміші золи-винос може знаходитись у межах від 10 до 50%.

Застосування вторинних матеріалів, що входять у склад сумішей, як часткових замінювачів, що використовуються у теперішній час матеріалів, дозволить значно зменшити витрати на виробництво литих деталей.

ВНУТРІШНЬОФОРМЕННЕ МОДИФІКУВАННЯ ВАЛКОВИХ ЧАВУНІВ

Бурахін А.С., керівник доц. Хитько О.Ю.

Український державний університет науки і технологій

Одним з шляхів підвищення якості валків, зниження їх собівартості є застосування для виготовлення розплавів в сучасних плавильних агрегатах, а саме, в дугових і індукційних електропечах. Виплавка чавуну в електропечі дає можливість отримати його з заданим хімічним складом, необхідною температурою перегріву і з більш дешевих шихтових матеріалів.

Великі можливості отримання високих службових властивостей валків є в використанні високохромістичних чавунів, в додатковому легуванні рідкоземельними елементами та використанні внутрішньофрменного модифікування.

У виробництві виливків з сірого чавуну застосовуються, головним чином, графітізуючі модифікатори для подрібнення графіту, усунення відбіла, транскристалічності, а іноді і частково сфероїдизуючі для утворення графіту сприятливої форми. Тому модифікування СЧ доцільно тільки при низькому вмісті

вуглецю, кремнію та інших графітізуючих елементів, або при підвищеній концентрації елементів, що перешкоджають графітізації, а також при високій термочасовій обробці рідкого чавуну, швидкому охолодженні, застосуванні в шихті великої кількості стали і передільного чавуну. В умовах високого ΔT і, отже при виробництві чавунів високих марок.

ЛИТТЯ БЮГЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ

Мацерук І.М., керівник доц. Хитько О.Ю.

Український державний університет науки і технологій

В даний час в ортопедичній стоматології більшість деталей зубних протезів виготовляють методом лиття. Це мікропротези, штифтово-культеві вкладки та проміжна частина паяних мостоподібних протезів, одиночні коронки та цільнолиті мостоподібні протези, каркаси комбінованих незнімних металокерамічних конструкцій та бюгельних протезів.

Бюгельними називають протези, в яких поєднання окремих частин виробляється бюгелем-дугою (у перекладі з німецькою Bugel - дуга). Поряд з дугою основними елементами бюгельного протеза є опорні елементи (кламери, замкові кріплення, телескопічні коронки, балкові системи та ін.) і сидлоподібна частина, зі штучними зубами. Дуга поєднує в єдине ціле окремі частини протеза. Дюгові протези мають ту основну перевагу, що залишають вільною слизову оболонку слизову оболонку більшої частини протезного ложа; металеві елементи бюгельного протезу складають його каркас. Дуга (бюгель) знімного протеза, що є головною відмінною особливістю та порівняння з пластинковими протезами, виконує стабілізуючу, сполучну та опорну функції.

Розміри та положення дуги залежать від щелепи, на якій протез розташований, виду та локалізації дефектів зубного ряду, форми та глибини піднебінного склепіння, форми орального схилу альвеолярної частини, ступеня вираженості пунктів анатомічної регенції. При цьому враховуються рефлексогенні зони язика, ступінь податливості слизової оболонки та ін. Дуга повинна відстояти від слизової оболонки щелепи на 0.7-1 мм, щоб уникнути утворення пролежнів, що залежить від податливості тканин протезного ложа та рухливості опорних зубів. Вона не повинна перешкоджати вільним рухам вуздечки мови та викликати неприємні відчуття. Дугу бажано робити симетричною, при цьому вона повинна повторювати конфігурацію твердого піднебіння та альвеолярної частини (відростка).

МАШИНОБУДУВАННЯ

ПІДСЕКЦІЯ «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОБАЛОННОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Плішак Ю.О., керівник доц. Анофрієв П.Г.

Український державний університет науки і технологій

Одним із актуальних напрямів розвитку сучасного двигунобудування є підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище. У цьому контексті значного поширення набувають технології газодизельного живлення, які передбачають використання газобалонного обладнання

(ГБО) у поєднанні з традиційними дизельними двигунами.

Газодизельна система живлення дозволяє замінити до 60–80 % дизельного палива природним або скрапленим газом (метаном, пропаном-бутаном). При цьому зберігається можливість роботи двигуна на чистому дизелі, що забезпечує універсальність та надійність експлуатації транспортних засобів. Основним принципом роботи таких систем є подача газоповітряної суміші у впускний колектор із подальшим уприскуванням невеликої кількості дизельного палива для ініціювання займання.

Використання ГБО у дизельних двигунах має низку суттєвих переваг. По-перше, вартість експлуатації знижується завдяки дешевшому паливу — природному газу. По-друге, спостерігається істотне зменшення токсичності відпрацьованих газів: викиди оксидів азоту, сажі та чадного газу зменшуються на 30–70 %. Крім того, зменшується зношування деталей циліндро-поршневої групи та підвищується ресурс двигуна. Газ згорає повніше і рівномірніше, що позитивно впливає на тепловий режим і знижує шумність роботи.

Однак впровадження газобалонного обладнання супроводжується певними технічними труднощами. Необхідно забезпечити безпечне зберігання газу під високим тиском, герметичність системи, стабільне дозування газу за різних режимів роботи двигуна. Важливим є також питання сертифікації, технічного обслуговування та підготовки персоналу для монтажу та експлуатації ГБО.

Сучасні тенденції свідчать про активний розвиток гібридних газодизельних технологій. На ринку з'являються електронно-керовані системи подачі газу з можливістю адаптації під конкретні умови експлуатації. Такі рішення особливо перспективні для вантажного транспорту, сільськогосподарської техніки та залізничних локомотивів, де витрати палива є визначальним фактором економічної ефективності.

Отже, використання газобалонного обладнання для дизельних двигунів є перспективним напрямом підвищення енергоефективності та екологічної безпеки транспортних засобів. Подальший розвиток технологій у цій сфері сприятиме зменшенню енергозалежності, скороченню витрат на паливо та покращенню екологічного стану довкілля.

ПРО МОДЕРНІЗАЦІЮ ПЕРЕСУВНИХ РЕМОНТНИХ ЗАСОБІВ

Коток Б.О., керівник доц. Богомаз В.М.

Український державний університет науки і технологій

В умовах повномасштабного вторгнення РФ підрозділи Держспецтрансслужби виконують різноманітні завдання, які забезпечують ефективне застосування Сил оборони України. На сьогодні пріоритетними завданнями є: фортифікаційне обладнання територій на визначених напрямках; очищення територій від вибухонебезпечних предметів; технічне прикриття об'єктів національної транспортної системи; відновлення об'єктів інфраструктури, зруйнованих ракетними ударами агресора; охорона та оборона об'єктів єдиної транспортної системи України та інші. Всі ці завдання суттєво укріплюють обороноздатність нашої держави.

За останній час парк техніки Держспецтрансслужби суттєво оновився сучасними зразками як автомобільної техніки, так і засобів інженерного озброєння. Велика їх кількість знаходиться безпосередньо на об'єктах виконання завдань за призначенням. Внаслідок інтенсивної експлуатації зазначених зразків об'єм робіт з технічного обслуговування та ремонту значно збільшився. Крім того, номенклатура запасних частин та інструментів також значно змінилась як внаслідок збільшення номенклатури техніки, так і внаслідок суттєвої зміни видів запасних частин.

На сьогодні проводиться модернізація парку ремонтних засобів підрозділів

Держспецтрансслужби та їх наповнення постійно змінюється в залежності від потреб самих підрозділів. Обладнання пересувних ремонтних майстерень для технічного обслуговування засобів інженерного озброєння запропоновано обладнати наступними модулями з сучасним обладнанням: для шиномонтажних робіт, для слюсарно-механічних робіт, для діагностичних робіт, для слюсарно-складських робіт, для обслуговування акумуляторних батарей.

Однією з суттєвих проблем стала своєчасна заміна гумовотехнічних виробів у техніки різної номенклатури, що дало новий поштовх у формуванні нових напрямків оснащення ремонтних засобів, як стаціонарних, так і пересувних.

Таким чином для виробництва гумовотехнічних виробів та запасних частин різної номенклатури запропоновано обладнувати ремонтні засоби приладами, які використовують сучасні технології, наприклад, 3D-принтерами.

3D друк включає будову трьох вимірних об'єктів на основі цифрових файлів дозволяє виробляти повністю аналогічні деталі для автомобілів, які майже не відрізняються від оригінальних ні за якістю, ні за властивостями. Враховуючи новітні технології та сучасні програмні комплекси автоматизованого проєктування 3D моделей (Autocad, Solidworks та інші) процес виробництва у багатьох випадках виробництва стає більш швидким та економічним у порівнянні з іншими методами виробництва. За допомогою 3D друку можна виробляти кришки, вентилі, різноманітні прокладки, інші полімерні та гумові деталі машин. При цьому для 3D друку запасних частин в залежності від вимог до них та умов їх експлуатації можна використовувати різні матеріали: пластики, метали, композити та інші, що дає можливість отримувати широку номенклатуру продуктів виробництва.

Таким чином, маючи достатній набір цифрових файлів з 3D моделями найбільш розповсюджених запасних частин певної номенклатури можна виробляти їх необхідній кількості, заощаджуючи час та працю необхідних фахівців. Крім того, такий метод виробництва дає можливість суттєво знизити відходи, скоротити витрати на зберігання, адже, можна виробляти запасні частини по мірі необхідності.

Отже, застосування 3D принтерів для виробництва запасних частин техніки є економічно вигідним та є перспективним напрямком удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту в підрозділах Держспецтрансслужби. Такі пристрої суттєво прискорюють процес розробки нових запасних частин та гумовотехнічних виробів та їх виробництва, значно зменшують помилки при проєктуванні та виробництві, збільшують продуктивність процесу виробництва запасних частин, зменшуючи собівартість роботи.

ПІДВИЩЕННЯ МАНЕВРНОСТІ АВТОПОЇЗДА ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ХОДОВОГО ОБЛАДНАННЯ

П'ятков С. К., керівник асист. Брильова М.Г.

Український державний університет науки і технологій

Модернізація конструкції автопоїздів є одним із пріоритетних напрямів розвитку автомобільного транспорту, особливо в умовах зростання інтенсивності дорожнього руху та обмеженого простору для маневрування у міських і промислових зонах. Традиційні схеми ходового обладнання напівпричепів і причепів мають значні обмеження щодо поворотності, що призводить до підвищеного зносу шин, навантаження на дорожнє покриття та збільшення радіусу розвороту.

Метою роботи є аналіз сучасних конструкцій ходового обладнання автопоїздів, які забезпечують підвищену маневреність, зниження опору коченню та покращення стійкості при русі на малих радіусах повороту.

У результаті дослідження встановлено, що найефективнішими технічними рішеннями є керовані осі причепів, самонаправляючі візки, гідравлічні та електронні системи рульового управління, а також адаптивні підвіски з автоматичним регулюванням жорсткості.

Керовані осі, що синхронізовані з поворотом передніх коліс тягача, дають змогу зменшити радіус повороту автопоїзда на 15–25% і значно скоротити бокове ковзання шин. Застосування електронно-керованих систем повороту осей (EAS — Electronic Axle Steering) забезпечує стабільність руху на високій швидкості та точне позиціонування під час маневрів на обмеженому просторі.

Сучасні пневмогідравлічні підвіски з автоматичним регулюванням висоти кузова дозволяють утримувати оптимальний рівень платформи при нерівномірному навантаженні, що покращує керованість та знижує ризик перекидання автопоїзда. Крім того, використання інтелектуальних систем розподілу навантаження на осі (Load Sensing Suspension Control) дозволяє оптимізувати розподіл маси між осями, що позитивно впливає на зчеплення коліс із дорогою та ефективність гальмування.

Для покращення маневреності у складних дорожніх умовах перспективним є впровадження модульних візків із незалежною підвіскою коліс, які забезпечують індивідуальне керування кожним колесом за допомогою електромеханічних приводів. Такі системи використовуються у спеціальній техніці (автокрани, низькорамні трали) та поступово впроваджуються у важкі магістральні автопоїзди.

Розрахункові дослідження показали, що застосування активних систем рульового керування дозволяє зменшити мінімальний радіус повороту автопоїзда з 14 до 10 метрів, а також знизити поперечні сили в зчіпному пристрої на 20–30%. Це, у свою чергу, підвищує довговічність зчіпних вузлів і зменшує навантаження на дорожнє покриття.

Використання сучасних конструкцій ходового обладнання з керованими та самонаправляючими осями, адаптивними підвісками і системами електронного керування суттєво підвищує маневреність автопоїздів, забезпечує безпечність руху та знижує експлуатаційні витрати. Подальший розвиток цих технологій сприятиме створенню високоефективних транспортних систем нового покоління з поліпшеними динамічними характеристиками та підвищеною екологічною ефективністю.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ УНІВЕРСАЛЬНОГО ВІДВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Пікало А.О., керівник доц. Главацький К.Ц.
Український державний університет науки і технологій

Сучасний підхід до навчального процесу в університеті вимагає активної участі студентів у складі студентських наукових гуртків під керівництвом провідних викладачів у наукових дослідженнях, пов'язаних з розробкою нового та удосконаленням існуючого робочого обладнання будівельних і колійних машин. Зокрема, при виконанні кваліфікаційної магістерської роботи потрібно показати високу ступінь оригінальності її виконання. А це неможливо зробити без ґрунтовного всебічного аналізу відомих технічних рішень з обраної теми, запропонованого авторського технічного рішення, яке супроводжується власними теоретичними розрахунками, дослідженнями з використанням математичних та фізичних моделей робочого обладнання і його складових, аналізу отриманих результатів, висновків та обґрунтованих технічних пропозицій щодо напрямків використання результатів досліджень. При цьому, в ході роботи над обраною темою є вірогідність отримання принципово нових результатів, які доцільно запатентувати.

Під час спілкування з колегами по навчанню і науковцями на всеукраїнських і міжнародних конференціях отримана інформація щодо доцільності обраного напрямку досліджень і їх актуальності. Зокрема, актуальність заданої теми пояснюється подальшим розвитком нових технічних рішень енергоефективних бульдозерів. Підвищення продуктивності та зниження енергоємності копання ґрунту можливі за рахунок удосконалення існуючих та розробки нових конструктивних рішень бульдозерного обладнання і їх робочих органів.

Експериментальні натурні і лабораторні дослідження суттєво прискорюють процес пошуку і апробації нових технічних рішень, пов'язаних, зокрема, з удосконаленням робочих органів машин для земляних робіт. Оскільки натурні дослідження супроводжуються значними матеріальними витратами, то вони виконуються після ґрунтовно виконаних теоретичних на математичних моделях і лабораторних на фізичних моделях.

Мета роботи – створення фізичної моделі багатофункціонального відвала бульдозера, яка дозволить досліджувати процес копання ґрунту у широкому спектрі характеристичних параметрів і вихідних даних.

Особливостями запропонованої фізичної моделі бульдозерного відвала є простота, надійність, технологічність, безпечність, низька собівартість конструкції, багатофункціональність якої забезпечується зручним її налаштуванням на заданий режим копання ґрунту. Фізична масштабна модель повинна забезпечувати її налаштування на копання ґрунту як традиційним неповоротним чи поворотним відвалом, так і новими видами відвалів, що реалізують можливість застосування просторових ножових систем, за рахунок використання яких можливе досягнення енергоефективної роботи бульдозера. При цьому переналаштування фізичної моделі багатофункціонального відвала бульдозера відбуватиметься з мінімальною працездатністю, зручно та відносно швидко завдяки модульному принципу її створення і наявності в ній достатньої кількості регульованих вузлів.

Подальші дослідження спрямовані на раціональне проектування власне металоконструкції моделі з точки зору її рівномірності.

РОЗРОБКА МІНІ ЕКСКАВАТОРА ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД. РОЗРОБКА РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ПРЯМА ЛОПАТА

**Василенко Є.І., керівник доц. Главацький К.Ц.
Український державний університет науки і технологій**

Актуальність застосування міні екскаваторів сьогодні обумовлена широким діапазоном робочого обладнання, яке використовується для виконання різних завдань в будівництві і, зокрема широко застосовується для ведення земляних робіт.

Міні екскаватори, на відміну від повно габаритних екскаваторів, мають підвищені показники маневреності і компактності та низький тиск на опорну поверхню, що дозволяє їх використовувати там, куди звичайна техніка не має доступу.

Основні переваги: здатність виконувати заданий обсяг різнопланових робіт (копання вузьких траншей під укладання комунікацій, кюветів уздовж доріг, технологічних порожнин у ґрунті під опори ліній електропередач, маленьких котлованів під фундаменти невеликих споруд, розпушення ґрунтів, навантажувально-розвантажувальних робіт, упорядкування території, тощо) відразу на декількох значно віддалених об'єктах за рахунок зручного їх транспортування різними транспортними засобами, універсальність (можуть виконувати широкий спектр завдань, скорочуючи номенклатуру машин).

Специфікація міні екскаваторів проводиться за місткістю ковша і масою машини. Найменші можуть важити менше тони. А найбільші зразки можуть досягати маси в десять тисяч кілограм. Ще не так давно міні екскаватори вважалися лише іграшками в світі важкої техніки, але поступово вони заслужили повагу професійних будівельників і конструкторів, підкоривши їх простотою управління, малими розмірами, низькою ціною і високою якістю виконуваних робіт. Вони можуть допомогти у великій кількості робіт, починаючи від ландшафтного дизайну і закінчуючи побутовими потребами.

Конструкція міні екскаватора складається з рами, силового агрегату, трансмісії (гідравлічної чи гідромеханічної), гусеничного чи колісного опорно ходового пристрою, поворотної платформи чи механізму повороту робочого обладнання, робочого обладнання, кабіни оператора, системи керування (гідравлічної чи гідромеханічної з відповідними складовими).

В умовах ведення будівельно-відновлювальних робіт під час війни ці машини також мають певні переваги і повинні використовуватися за призначенням.

У даній роботі актуальним є завдання створити міні екскаватор, який допоможе військовим безпечно копати траншеї заданого профілю, знаходячись при цьому на дні траншеї і рухаючись по ній по мірі її утворення.

Тобто, міні екскаватор повинен мати робоче обладнання пряма лопата.

Крім того актуальним є питання само встановлення міні екскаватора на дно траншеї і його самостійний вихід з траншеї. Тобто мова йде про розробку механізму його само опускання і само підйому у довільному місці траншеї.

З огляду на встановлені обмеження проектний міні екскаватор повинен мати змінну базу та колію, прохідне ходове обладнання, регульовані виносні опори, механізм само опускання і само підйому, компактний опорно-поворотний механізм для робочого обладнання, функціональне робоче обладнання, яке, зокрема, повинно забезпечити бічне вивантаження ґрунту при знаходженні міні екскаватора в траншеї.

З точки зору металоконструкцій міні екскаватор повинен бути максимально простим і технологічним, надійним, безпечним, ремонтпридатним, а з точки зору цільового застосування – достатньо продуктивним.

РОЗРОБКА МІНІ ЕКСКАВАТОРА ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД. РОЗРОБКА РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЗВОРОТНА ЛОПАТА

Москалюк В.С., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Актуальність розробки нових видів робочого обладнання для міні екскаваторів пояснюється сучасним рівнем їх широкого застосування для виконання земляних робіт у відносно невеликих об'ємах на будівництві земляних споруд. Це компактні і достатньо маневрені та потужні машини у своєму класі. Вони можуть бути самохідним, навісними і причіпними і не потребують великих витрат часу та енергоресурсів для доставки їх на місце виконання робіт.

За рахунок низького тиску на ґрунт, достатньої стійкості і маневреності ці машини можуть бути застосовані при веденні земляних робіт у стислих умовах і важко доступних для габаритних машин місцях.

Основні переваги міні екскаваторів у тому, що вони: здатні виконувати заданий обсяг різнопланових робіт (копання вузьких траншей під укладання комунікацій, кюветів уздовж доріг, технологічних порожнин у ґрунті під опори ліній електропередач, маленьких котлованів під фундаменти невеликих споруд, розпушення

грунтів, навантажувально-розвантажувальних робіт, упорядкування території, тощо) відразу на декількох значно віддалених об'єктах за рахунок зручного їх транспортування різними транспортними засобами, універсальність (можуть виконувати широкий спектр завдань, скорочуючи номенклатуру машин).

Традиційне виконання робочого обладнання міні екскаваторів – зворотна лопата – передбачає копання ними ґрунту нижче рівня їх стоянки. Але у той же час вони можуть вести розробку ґрунту, розміщаючись на дні котловану чи траншеї, використовуючи для цього як змінні види робочого обладнання, так і робочі органи з механізмами, що дозволяють зручне вивантаження ґрунту з ковша у відвал чи у транспортний засіб. За рахунок широкого спектру змінного робочого обладнання маніпуляторного типу і змінних робочих органів ці машини мають широку область ефективного застосування.

Класична компоновальна схема міні екскаватора може бути удосконалена на основі модульного принципу проектування, який підвищує його експлуатаційну мобільність та ремонтпридатність.

В умовах ведення будівельно-відновлювальних робіт під час війни ці машини також мають певні переваги і повинні використовуватися за призначенням.

У даній роботі актуальним є завдання створити міні екскаватор з робочим обладнанням зворотна лопата, який допоможе військовим безпечно копати траншеї заданого профілю, знаходячись при цьому на дні траншеї і рухаючись по ній по мірі її утворення з можливістю самостійного виходу і заходу в траншею у довільному місці.

З огляду на встановлені обмеження проектний міні екскаватор повинен мати змінну базу та колію, прохідне ходове обладнання, регульовані виносні опори, механізм самостійного опускання і підйому, компактний опорно-поворотний механізм для робочого обладнання, функціональне робоче обладнання, яке, зокрема, повинно забезпечити бічне вивантаження ґрунту при знаходженні міні екскаватора в траншеї.

З точки зору металоконструкцій міні екскаватор повинен бути максимально простим і технологічним, надійним, безпечним, ремонтпридатним, а з точки зору цільового застосування – достатньо продуктивним.

РОЗРОБКА МІНІ ЕКСКАВАТОРА ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД. РОЗРОБКА ОПОРНО-ХОДОВОГО ПРИСТРОЮ

Федоренко О.В., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Опорно-ходовий пристрій міні екскаватора визначає його стійкість, рухливість, маневреність, прохідність, і повинен бути спроектований з урахуванням достатньої міцності, надійності, мінімальної матеріалоємності, технологічності, зручності у обслуговуванні та ремонтпридатності.

З урахуванням обмежень, пов'язаних із областю застосування міні екскаватора, і, зокрема, його роботою у траншеї під час її копання робочим обладнанням пряма лопата, опорно-ходовий пристрій повинен знаходитися на дні траншеї, тобто ширина колії повинна вписуватися у поперечний габарит траншеї і, очевидно, бути регульованою, оскільки міні екскаватор може використовуватися не тільки для копання траншей, а і для виконання інших земляних чи маніпуляційних робіт, де не буде жорсткого обмеження ширини колії.

З огляду на можливість самовстановлення міні екскаватора на дно траншеї і його самостійний вихід з траншеї потрібно розробити відповідний компактний багато секційний механізм шарнірно-телескопічного типу його самоопускання і самопідйому у довільному місці траншеї.

Враховуючи розташування міні екскаватора на дні траншеї під час копання ґрунту доцільно використати бічні стінки траншеї для його додаткового обпирання з метою забезпечення бічної стійкості.

Збільшення подовжньої стійкості можливе за рахунок встановлення телескопічного гідромеханізму регулювання бази міні екскаватора, а привод ходових коліс чи ведучих зірочок гусеничного ходу виконати незалежним гідрокерованим з використанням високомоментних гідромоторів.

Металоконструкцію рами доцільно виконати двосекційною, шарнірно зчленованою з вертикальною віссю шарніра повороту передньої частини рами відносно задньої, максимально застосовуючи для конструювання стандартні прокатні профілі.

Силовий агрегат доцільно використати стандартний у складі бензинового двигуна внутрішнього згорання і аксіально-поршневого регульованого насоса з тиском у гідросистемі не нижче 16 МПа, а трансмісію виконати гідравлічною і застосуванням високомоментних гідромоторів.

Опорно-поворотний пристрій робочого обладнання міні екскаватора і механізм його повороту слід виконати компактним і розмістити у передній частині рами з урахуванням обмежень, пов'язаних з габаритами траншеї.

У системі гідроприводу слід передбачити масляний радіатор для охолодження робочої рідини гідросистеми з урахуванням встановлення на міні екскаватор бака для масла мінімально достатнього об'єму, запобіжні та аварійні клапани, налаштовані на відповідний робочий і граничний тиск, який не повинен перевищувати робочий більше, ніж на 10%, фільтр у зливній гідролінії із запобіжним клапаном, відрегульованим на спрацювання у разі засмічення фільтра.

Кабіна кермування міні екскаватором повинна бути відкритою каркасного типу, оскільки виконання її закритою недоцільне через додаткову масивність і обмеження оглядовості робочої зони місця оператора екскаватора.

Аналогами та прототипами для проектування слід приймати як відомі міні екскаватори, так і їх складові частини, а у разі їх недостатності – інші елементи конструкцій машин, що задовольняють визначеним вимогам до кінцевого результату, а порівнювати результати проектування слід з кращими зразками міні екскаваторів.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ЕКСКАВАТОРА

Новіков С.І., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Актуальність розширення технологічних можливостей одноківшового універсального гідравлічного екскаватора за рахунок удосконалення його робочого обладнання і механізмів його керування зберігається протягом усього періоду його існування, особливо з точки зору його енергоефективності.

Підвищення енергоефективності екскаватора можливе у першу черг за рахунок переважного збільшення його продуктивності відносно його матеріалоємності та підвищення потужності.

Метою роботи є створення енергоефективного робочого обладнання екскаватора за рахунок збільшення рухливості його складових частин, а саме рукояті та ковша.

Важливою обставиною при цьому є скорочення часу циклу за рахунок суміщення рухів складових частин робочого обладнання при копанні та вивантаженні ґрунту, а також при роботі у режимі маніпулятора з іншими вантажами.

При виборі прототипу машини враховані сучасні зразки аналогів екскаватора від відомих його виробників.

У роботі визначені основні технологічні схеми використання екскаватора і на їх основі визначені умови статичної і динамічної стійкості машини, розміри робочої зони та орієнтовна продуктивність екскаватора.

Під час вибору та розрахунку параметричної схеми екскаватора враховані основні вимоги замовника стосовно місткості ковша, маси машини, видів виконання робіт, категорії ґрунту, тиску у гідросистемі, типу опорно-ходового обладнання, глибини копання і висоти вивантаження ґрунту у транспортний засіб.

Силовий розрахунок робочого обладнання виконаний для найбільш навантаженого положення робочого обладнання і робочого органу, а конструктивний розрахунок виконаний за умови мінімальної матеріалоемності і раціональних коефіцієнтів запасу міцності у вірогідно небезпечних перетинах металоконструкцій.

З технологічної точки зору виготовлення і складання робочого обладнання враховані чинники, що впливають на його мінімальну собівартість та досить високу ремонтпридатність за рахунок модульного принципу проектування.

При виборі елементів гідроприводу врахована максимальна компактність гідромеханізмів за умови завантаження гідродвигунів не менше 80%.

У частині технології виконання робіт врахована можливість виконання земляних робіт зі змінними типами робочих органів.

Враховані заходи безпечного ведення робіт екскаватором як самостійно, так і у складі групи машин для земляних робіт і умови його безпечного переміщення як у межах будівельного майданчика, так і між об'єктами будівництва.

При виконанні графічної частини роботи у частині робочих креслень враховані технологічні особливості деталей, що поліпшують використання їх ресурсу та ремонтпридатність, а при виконанні складальних креслень встановлені вимоги послідовності їх реалізації з точки зору точності та коєсті складання вузлів та виробу у цілому, а також його виробничого та експлуатаційного транспортування.

Розроблені рекомендації щодо перспективного поліпшення запропонованого технічного рішення робочого обладнання екскаватора у світлі сучасних тенденцій розвитку сучасної будівельної техніки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ЦІЛЬОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГРУПИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Сорока Є.О., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Актуальність роботи – обумовлена технологічною необхідністю застосування у комунальному міському господарстві та на промислових підприємствах автотранспорту типу Балканкар та сміттєвозів із заднім завантаженням і порталних на автомобільному шасі типу MAN, MERCEDES, SCANIA, HYUNDAI, FORD, ЗІЛ, МАЗ, КРАЗ, ЯС і ін.

Виробництво спецтехніки будується на дотриманні міжнародних стандартів якості, із застосуванням передових технологій і устаткування.

Навантажувач Балканкар (Balkancar) EB 687 - це багатофункціональна підйомно-транспортна машина для транспортування та штабелювання вантажів встановлених на піддонах або в іншій тарі, в умовах складу, на внутрішньо цехових або міжцехових територіях, на залізничних вокзалах, в аеропортах та портах. Висока маневреність, обумовлена мінімальними габаритними розмірами і великий кут повороту керованих коліс, дозволяють вільно переміщатися у вузьких проїздах з високою швидкістю руху, що робить навантажувач вилковий EB 687 незамінним для

роботи в ліфтах, залізничних вагонах, контейнерах і вантажних фурах.

Електронавантажувач вилковий ЕВ 687 являє собою практично безшумний, а також екологічно чистий тип вантажної техніки, надійні та економічні в експлуатації.

Навантажувач електричний ЕВ 687 проводиться з контакторно-резисторною системою керування. П'яти ступінчастий командоконтролер забезпечує відмінні ходові якості. Електронавантажувач Балканкар ЕВ 687 призначений для роботи в помірних кліматичних зонах з температурним інтервалом навколишнього середовища від -25° до $+40^{\circ}\text{C}$. У варіантному виконанні пропонуються електричний навантажувач із імпульсним регулятором Curtis.

Головні переваги болгарських навантажувачів, виробництва Балканкар (Balkancar): надійність та стабільність роботи, висока продуктивність, легкість навантаження та вивантаження, зручне робоче місце водія, просте обслуговування та мінімальні експлуатаційні витрати. Високі експлуатаційні показники електронавантажувачів Балканкар у поєднанні із сучасним дизайном дозволяють вважати, що ця марка може стати гідним придбанням для будь-якого підприємства.

Універсальні чотиринапірні електронавантажувачі Балканкар (Balkancar) ЄВ 735 вантажопідйомністю 3200 кг - це універсальні підйомно-транспортні засоби для транспортування та штабелювання піддонних або пакетних вантажів. Призначені для використання у закритих приміщеннях та на відкритих майданчиках зберігання, та широко використовуються у всіх галузях економіки – харчової, фармацевтичної та легкої промисловості, у логістичних центрах, складах, виробничих цехах та ін.

Електронавантажувачі вилкові майже безшумні в роботі і до того ж екологічно безпечний тип техніки, вони мають гарну маневреність, надійні та економічні в експлуатації, випускаються з контакторно-резисторною системою управління. П'ятиступінчастий командоконтролер забезпечує відмінні ходові якості. У варіантному виконанні пропонуються електронавантажувачі з імпульсним регулятором Curtis, а також гідростатичним рульовим керуванням.

Призначені для роботи в помірній кліматичній зоні з інтервалом температури навколишнього середовища від -25° до $+40^{\circ}\text{C}$.

Сміттевоз - вид комунальної спецтехніки, який використовується для завантаження, ущільнення, транспортування та вивантаження відходів. Конструкційно це кузов-контейнер на автомобільному шасі з різними типами завантаження.

За принципом завантаження сміття ці машини поділяються на такі типи: з бічним завантаженням – ручним, маніпулятором або кантувачем; із заднім завантаженням – ручним, механізованим, самозавантаженням; з фронтальним – виключно механізованим, через кабіну в люк.

Також існують контейнерні сміттевози, які встановлюють заповнений сміттям контейнер на платформу вантажівки і транспортують до місця скиду або утилізації. Для цього використовуються гідравлічні підйомники.

Різновиди сміттевозів за вантажопідйомністю: малі – 1-3,5 т; середні – 4-5,5 т; великі – 5,7-12,7 т. Також місткість сміттевозів може позначатися об'ємом контейнера – від 6 до 50 м³. За типом контейнерів: відкриті; закриті.

Портальні сміттевози - це сміттевози з портальним пристроєм, в яких основним робочим органом є гідравлічна система. Підйомний кран має дві штанги-тяги, на яких закріплений ланцюг та механізм її протягування. Він дозволяє легко оперувати сміттевим контейнером. Сам портальний пристрій дозволяє змінювати ширину захвату, щоб працювати з контейнерами різних розмірів. При цьому висота контейнера не грає ніякої ролі. Всі процеси роботи портального пристрою при цьому повністю автоматизовані. А якщо додати до цього зручну механіку скидання відходів на місці утилізації, то можна говорити, що такі сміттевози – одні з найефективніших з усіх

представлених на ринку.

Портальні сміттевози працюють зі знімними контейнерами, в яких і транспортують сміття до місця утилізації. Для виконання робіт потрібна всього одна людина, а зняття і завантаження знімного контейнера займає близько 2 хвилин.

Основні переваги: підходять для перевезення великого і негабаритного сміття; завдяки компактності володіють підвищеною маневреністю; надійні в експлуатації, прості в обслуговуванні і ремонті; виключається випадкове розкидання сміття при навантаженні / розвантаженні.

Портальні сміттевози можуть використовуватися як машина для перевезення вантажів, дрібногабаритного спецтранспорту. Для цього на шасі встановлюється спеціальна транспортувальна платформа.

В основу науково-дослідної роботи покладено визначення раціональних технологічних схем застосування вказаної групи автотранспортних засобів та їх порівняльна характеристика.

У частині технічного обґрунтування застосування групи автотранспортних засобів передбачено встановлення Області їх застосування, визначення основних та другорядних параметрів, характерних несправностей автотранспортних засобів та причини їх появи.

Розрахунок та дослідження стійкості автотранспортних засобів у складі навантажувача та портального сміттевоза передбачає визначення критичних навантажень на дані транспортні засоби та формулювання обмежень щодо їх раціонального технологічного застосування, а також напрацювання технічних пропозицій з поліпшення їх конструктивних схем.

Важливою частиною роботи є дослідження та розрахунки надійності найбільш проблемних вузлів групи автотранспортних засобів з урахуванням практичних рекомендацій і побажань безпосередніх користувачів даної техніки.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ГІДРОЦИЛІНДРІВ АВТОМОБІЛІВ

Гриньов С.П., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Об'єктом дослідження є гідроциліндри автомобілів, які підлягають відновленню шляхом нанесення гальванічних покриттів (хромових, срібних, цинкових).

Гідроциліндр, як виконавчий елемент гідравлічної системи широко застосовується в автомобільній техніці (підйомні механізми, кузовні підйомники, системи керування робочими органами спецтехніки тощо) і мають важливе значення для забезпечення працездатності гідросистем у складних експлуатаційних умовах.

Для штоків застосовують загартовані сталі (наприклад, С45, 40Х та ін.), які далі полірують і піддають тверде хромування для підвищення зносостійкості й корозійного захисту. Внутрішні поверхні гільз часто хонінгують або покривають зносостійкими покриттями для забезпечення точної посадки ущільнень і мінімізації витоків.

Параметри поверхонь штока та гільзи критично впливають на герметичність і ресурс ущільнень. Типові значення шорсткості для хромованого штока в практичних умовах - $R_a \approx 0,10 \dots 0,25$ мкм; такі значення забезпечують потрібну гладкість для роботи сальників і зменшують швидкість зносу ущільнень. Товщина твердого хромового покриття для відновлення штока у практиці часто проектується в межах $\sim 10\text{--}25$ мкм (в окремих проектах згадуються значення $20 \dots 25$ мкм залежно від вимог), інколи застосовують і більш тонкі або товсті шари залежно від технології та призначення. Для цинкування і сріблення - свої нормативні діапазони товщини, що

залежать від призначення (антикорозійна, декоративна чи функціональна шар).

Гідроциліндр є частиною механізму гідроприводу: під впливом тиску робочої рідини поршень переміщається, передаючи зусилля на шток і далі на виконавчий елемент машини. Рух може бути зворотно-поступальним або телескопічним у випадку багатоступеневих конструкцій; існують також поворотні (моментні) циліндри для створення обертового моменту. Основні робочі параметри - робочий тиск, хід штока, діаметри поршня і штока, а також продуктивність гідросистеми.

Класифікують гідроциліндри за конструкцією та застосуванням на: поршневі, плунжерні, телескопічні, односторонньої та двосторонньої дії, з одностороннім або двостороннім штоком. Також розрізняють серії за номінальним тиском і монтажними розмірами (наприклад, серії згідно з ISO/DSTU для 160 бар та 250 бар). Ця класифікація важлива для вибору технології ремонту та відновлення деталей.

Номінальний тиск у автомобільних системах зазвичай проектується у діапазоні від десятків до кількох сотень бар; для типової техніки поширені серії на 16 МПа (160 бар) та відповідні монтажні розміри згідно з DSTU/ISO (наприклад, DSTU ISO 6020-1; DSTU ISO 6020-2). Вимоги до розмірів, допусків та випробувань визначаються національними стандартами і технічними умовами виробника.

Гідроциліндри експлуатуються при змінних навантаженнях, часто за високих тисків, у середовищах з підвищеною запиленістю, під дією агресивних середовищ (сіль на дорозі, волога), у широкому діапазоні температур. Такі умови спричиняють знос ущільнень, корозію штока/гільзи, утворення забруднень у робочій рідині і підвищують потребу в якісному технічному обслуговуванні та ремонті. Експлуатаційні вимоги визначаються як конструкцією, так і матеріалами та обробкою поверхонь.

Найпоширеніші дефекти гідроциліндрів: витoki робочої рідини через зношені або пошкоджені ущільнення; механічний знос або подряпини штока, що призводять до руйнування сальників і подальших витоків; корозійні ушкодження внутрішньої поверхні гільзи; деформація або знос поршня та напрямних; недостатня герметичність стиків і кріплень. Ці дефекти знижують ефективність та безпеку експлуатації і зазвичай усуваються шляхом відновлення поверхонь (наприклад, хромування штока, хонінгування гільзи), заміни ущільнень та ремонту кріпильних елементів.

Для забезпечення надійності гідроциліндра критично важливими є параметри поверхонь (грубість, круглість, концентричність), точність посадок і герметичність з'єднань. Контроль товщини покриття штока, рівномірності хромування, випробування на герметичність і під тиском виконуються на стендах відповідно до нормативних документів і технічних умов. Недотримання вимог призводить до передчасних відмов.

Конструкція гідроциліндра (наприклад, тип монтажу кришок, спосіб кріплення гільзи, доступ до поршневих вузлів) визначає послідовність дефектування, розбирання, відновлення і складання під час ремонту. Для телескопічних циліндрів технологія ремонту складніша через багатоступеневу конструкцію; для плунжерних - особлива увага на термообробку та точність плунжера. Це має бути враховано при розробці технологічного процесу ремонту.

При ремонті гідроциліндрів застосовують кілька основних шляхів відновлення штока і гільзи: 1) механічне відновлення (точіння, шліфування, полірування, хонінгування). Використовується при незначному зносі; дозволяє відновити геометрію до ремонтного розміру або під посадку ремонтної втулки; 2) тверде (електролітичне) хромування штоків, яке забезпечує підвищену твердість і низьку зношуваність поверхні; часто застосовується після проточки/шифрування штока з подальшим шліфуванням до номінального діаметра.

Послідовність: очищення - дегризація - травлення - нанесення підпокриття (іноді нікель) - хромування - промивка - фінішна обробка.

Наплавлення/зварювально-наплавні технології з подальшою механічною обробкою. Використовують при істотних місцевих ушкодженнях (глибокі раковини, задирки). Після наплавлення деталей обробляють абразивом і, за потреби, хромують. Такі операції дорожчі, але дозволяють повернути деталь у робочий стан.

Якщо внутрішня поверхня гільзи має сильні ушкодження або корозію, застосовують втулку (ремонтну гільзу), яка запресовується/паяється і потім розточуються посадкові місця. Це дозволяє повернути деталь до номінальних розмірів з меншими затратами у порівнянні з повною заміною корпусу.

Після відновлювальних операцій виконують комплекс контролю: герметичність та випробування під тиском на стенді - перевірка відсутності зовнішніх та внутрішніх витоків, оцінка продування/перепуску; стенди дають змогу змодельовати робочі режими й зафіксувати витoki чи нестабільність; вимірювання шершавості і геометричних допусків (діаметр штока, круглість), перевірка посадок ущільнень; випробування на знос і тертя у лабораторних або стендових умовах (за можливості) для оцінки ресурсу відновленої поверхні.

При прийнятті рішення про ремонт чи заміну враховують: вартість матеріалів і операцій (наприклад, наплавлення + шліфування + хромування), час простою обладнання, гарантійні вимоги, доступність спеціалізованих стендів і кваліфікації персоналу. В деяких випадках доцільніше замінити вузол, в інших - економічно виправданий реставраційний цикл із відновленням ходових поверхонь.

Ключові заходи профілактики відмов гідроциліндрів: використання фільтрації робочої рідини (до відповідних ступенів чистоти), регулярна заміна фільтрів; контроль і підтримка рівня та якості робочої рідини; захист штоків від механічних пошкоджень (напр., брудозйомні кільця, екранування в агресивних умовах); періодичний огляд ущільнень і своєчасна їх заміна; виконання регламентних випробувань на стенді після капітального ремонту істотно знижують частоту звернень до ремонту та підвищують безвідмовність системи.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АВТОСАМОСКІДІВ

Лісний В.А., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Актуальність роботи – обумовлена сучасною стратегією раціонального використання енергоресурсів і, зокрема, раціонального використання потужності базового автотранспортного засобу, зниження енерговитрат і часу на виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, а також поліпшення безпеки і зручності їх виконання.

Також актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності функціонування автосамоскидів у складних умовах експлуатації шляхом модернізації їхніх підйомних систем. Саме тому в межах даної роботи досліджується вплив конструктивних і технічних рішень на параметри роботи підйомного механізму з метою забезпечення його стабільної, енергоощадної та безпечної роботи.

Наукова гіпотеза – удосконалення конструкції підйомного механізму автосамоскидів, зокрема шляхом впровадження гідравлічних систем із змінним тиском та адаптивним керуванням, забезпечить зменшення часу розвантаження, зниження енергоспоживання та підвищення надійності роботи в умовах інтенсивної експлуатації.

Мета роботи – підвищення енергоефективності роботи гідромеханізмів вивантаження автосамоскидів.

Для досягнення поставленої мети виконане технічне обґрунтування роботи,

доведена її актуальність, обґрунтований вибір базових прототипів машин, здійснено математичне моделювання процесу роботи механізмів керування гідромеханізмом вивантаження вантажного автомобіля та розрахунок основних параметрів механізмів. зроблені висновки і надані рекомендації щодо області раціонального застосування отриманих результатів досліджень роботи гідромеханізмів вивантаження автосамоскидів.

Автомобілі-самоскиди активно застосовуються в сучасному будівництві та транспортній сфері при здійсненні перевезень сипучих і штучних вантажів.

Самоскид — це різновид вантажного автомобіля, який спеціально створено для транспортування у певних обсягах навалочних або пакетованих матеріалів.

Автосамоскиди класифікуються за наступними основними ознаками:

- за призначенням: будівельні; сільськогосподарські; кар'єрні; вузько спеціалізовані;
- за вантажопідйомністю: малі; середні; великі; особливо великі;
- за типом рухомого складу: автомобіль-самоскид; самоскидний автопоїзд;
- за способом розвантаження: одностороннє; тристороннє (назад і на бічні сторони);
- за можливістю роботи з причепом: одиночний самоскид; самоскид-тягач.

Сучасні тенденції в машинобудуванні впроваджуються в автосамоскиди (кар'єрні та будівельні).

В роботі враховано вітчизняні і сучасні марки і моделі автосамоскидів та їх механізмів з конструктивної і технологічної точок зору.

У результаті проведеного аналізу технічних рішень автосамоскидів встановлено, що сучасні моделі значно еволюціонували в напрямку підвищення енергоефективності, надійності та безпечності експлуатації. Основні тенденції в конструкції включають впровадження інноваційних гідравлічних систем з електронним керуванням, застосування інтелектуальних систем керування трансмісією і навантаженням, а також використання легких, але міцних матеріалів конструкції кузова.

Класифікація автосамоскидів за різними ознаками дозволяє гнучко адаптувати їх під конкретні умови експлуатації – від кар'єрних і будівельних робіт до аграрного сектору. Детально розглянуті компоновальні схеми самоскидів і варіанти розвантаження (заднє, бічне, тристороннє) демонструють технічну різноманітність підйомних механізмів, що обумовлює необхідність їх оптимізації з точки зору енергоспоживання, зручності обслуговування та експлуатаційної ефективності.

На підставі огляду типових представників сучасного автосамоскидного транспорту, таких як CAT 797F, Volvo FMX, DAF CF 85.460, HOWO T5 та КрАЗ-256, можна зробити висновок про доцільність подальшої модернізації гідромеханізмів з урахуванням умов інтенсивної експлуатації, складності робочих середовищ та вимог до зниження паливних витрат. Підйомні системи, оснащені адаптивними гідроциліндрами та інтегрованими системами стабілізації, дозволяють підвищити продуктивність і безпеку при мінімізації втрат енергії.

Таким чином, подальше вдосконалення гідравлічних підйомних систем автосамоскидів є актуальним напрямом інженерно-технічних досліджень, що має значний потенціал для підвищення загальної ефективності транспортування сипких матеріалів.

На основі проведеного огляду та порівняння механізмів розвантаження чотирьох типів автосамоскидів — КрАЗ-256, HOWO T5, DAF CF 85 і Volvo FMX — можна зробити такі висновки, що технічна еволюція механізмів розвантаження автосамоскидів спрямована на підвищення енергоефективності, зменшення маси конструкції та збільшення гідравлічної потужності. Вибір типу гідромеханізму має базуватись на

умовах експлуатації, типі вантажу та вимогах до швидкості розвантаження.

В результаті розрахунків та порівнянь за абсолютними і відносними показниками стало зрозуміло, який варіант гідромеханізму вивантаження автосамоскида є найбільш енергоефективним.

У частині дослідження технічних рішень механізмів розвантаження автосамоскидів у роботі виконано:

- дослідження прототипів механізмів розвантаження автосамоскидів КрАЗ-256, DAF CF 85.460, HOWO T5 6x4 та Vjlvo FMX 8x4 з побудовою розрахунково-параметричної схеми механізму та розрахунком його значимих параметрів, що впливають на енергоефективність його роботи;

- дослідження запропонованих технічних рішень механізмів розвантаження автосамоскидів;

- співставлення результатів досліджень;

- сформульовані висновки та технічні пропозиції з поліпшення даних гідромеханізмів.

У частині перспективних технічних рішень автосамоскидів і їх гідромеханізмів у роботі розглянуті:

- інноваційні гідравлічні системи з електронним керуванням;

- застосування інтелектуальних систем керування трансмісією і навантаженням;

- використання легких та міцних матеріалів у конструкції шасі та кузова автосамоскида;

- перспективні технічні рішення механізмів розвантаження автосамоскидів.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ ЗАДНІМ БОРТОМ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Філоненко А.С., керівник доц. Главацький К.Ц.

Український державний університет науки і технологій

Актуальність роботи – обумовлена сучасною стратегією раціонального використання енергоресурсів і, зокрема, раціонального використання потужності базового автотранспортного засобу, зниження енерговитрат і часу на виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, а також поліпшення безпечності і зручності їх виконання.

Наукова гіпотеза – Якщо при проектуванні гідроборта вантажного автомобіля застосувати оптимізовані конструктивні рішення та адаптовану гідравлічну систему з урахуванням масогабаритних характеристик транспортного засобу і специфіки експлуатаційних умов, то це дозволить підвищити енергоефективність, зменшити масу конструкції, знизити вартість виготовлення і обслуговування, а також забезпечити надійну та безпечну роботу пристрою в реальних умовах експлуатації.

Мета роботи – підвищення енергоефективності роботи гідромеханізмів борта вантажних автомобілів. Для її досягнення виконане технічне обґрунтування роботи, доведена її актуальність, обґрунтований вибір базових прототипів машин, здійснено математичне моделювання процесу роботи механізмів керування заднім бортом вантажного автомобіля та розрахунок основних параметрів механізмів. Зроблені висновки і надані рекомендації щодо області раціонального застосування отриманих результатів досліджень роботи механізмів керування заднім бортом.

У результаті виконаного аналізу недоліків гідробортів встановлено, що гідравлічні борти вантажних автомобілів мають ряд системних недоліків, серед яких: велика маса конструкції, недостатній ККД гідросистеми, низька морозостійкість та обмежена швидкість.

Запропоновано низку технічних рішень, зокрема: використання легких матеріалів; вдосконалення гідравлічного приводу; модульне компонування вузлів.

Застосування зазначених рішень дозволить: підвищити продуктивність та енергоефективність гідробортів; знизити витрати пального та навантаження на електросистему; забезпечити надійність роботи в складних умовах експлуатації.

Таким чином, існує реальна перспектива модернізації гідромеханізмів бортів із урахуванням вимог сучасної логістики та економічної ефективності.

Аналіз запропонованих технічних рішень механізмів керування заднього борта автомобіля передбачає розрахунок їх значимих параметрів та їх використання для відносного порівняння енергоефективності даних механізмів для вибраної кількості прототипів машин та напрацювання пропозицій з поліпшення їх енергоефективності.

Зокрема, у роботі запропонований наступний алгоритм розрахунку основних параметрів гідромеханізмів для заданої групи автомобілів.

1. Механічна енергія підйому вантажу - енергія, яку необхідно витратити для підняття вантажу: $E_{\text{мех}} = mgh$, Дж, де m — маса вантажу, кг; g — прискорення вільного падіння (9.81 м/с^2); h — висота підйому, м.

2. Електрична енергія, спожита гідромеханізмом гідроборта (береться з урахуванням ККД гідросистеми): $E_{\text{ел}} = E_{\text{мех}} / \eta$, Дж, де η — коефіцієнт корисної дії (приймають в межах 0,6...0,8 для гідросистем).

3. Потужність гідронасоса (розраховується через годинну витрату енергії): $N = E_{\text{ел}} / t$, Вт, де t — час підйому вантажу, с.

4. Технічна продуктивність (показує, скільки вантажу піднімається за одиницю часу): $Q = mk_g / t$, т/с, де k_g — коефіцієнт використання механізму за вантажопідйомністю, зазвичай приймають в межах 0,85...0,9.

5.1. Питома матеріалоємність за масою вантажу (скільки конструкційної маси припадає на 1 кг вантажу): $\mu = M_{\text{констр}} / m$, кг/кг, де $M_{\text{констр}}$ — маса гідроборта, кг; m — вантажопідйомність, кг.

5.2. Питома матеріалоємність за технічною продуктивністю (співвідношення маси механізму до його технічної продуктивності): $\mu_Q = M_{\text{констр}} / Q$, кг/кг/год.

6. Питома енергоємність (скільки енергії йде на підйом 1 кг вантажу): $\xi = E_{\text{ел}} / m$, Дж/м.

7. Енергоефективність (зворотній показник енерговитрат): $EE = m / E_{\text{ел}}$, кг/Дж.

Результати розрахунку та вибору параметрів механізмів керування заднього борта авто зведені в таблицю.

Таблиця

Порівняльна характеристика гідробортів					
Параметри гідробортів	Моделі гідробортів				
	DLP 5011-10/1000KG	Anteo REP 10 LR	Anteo F3 RE 22 CC	Dhollandia DH-LM.15	Anteo F3 DD-G
Відомі параметри					
Вантажопідйомність, кг	1000	1000	2200	1500	2000
Напруга живлення, В	24	24	24	24	24

Маса, кг	370	390	620	490	550
Габаритні розміри					
Робочі розміри					
Кількість гідроциліндрів	2	1	4	4	4
Розрахункові параметри для співставної оцінки					
Потужність, кВт	1,439	1,414	2,59	2,155	2,354
Швидкість підйому, мм/с	0,11	0,11	0,09	0,11	0,09
Час підйому, с	9,09	10,45	14,33	12,73	16,67
Висота підйому, м	1	1,13	1,29	1,4	1,5
Продуктивність, кг/год.	396000	344498	552686	424188	360000
Питома матеріалоемність, кг/кг	0,37	0,39	0,28	0,33	0,28
Питома матеріалоемність за технічною продуктивністю, кг/(кг/год.)	0,001	0,0011	0,0011	0,0012	0,0015
Питома енергоемність, Дж/кг	13,1	14,8	16,9	18,3	19,62
Енергоефективність, кг/Дж	0,076	0,068	0,059	0,055	0,051

Отримані результати використовуються для розробки і дослідження параметричних схем механізмів керування заднього борта автомобіля та напрацювання технічних пропозицій щодо їх поліпшення.

PVD/CVD-ПОКРИТТЯ В МАШИНОБУДУВАННІ: ЕФЕКТИВНІСТЬ, ДОЦІЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Новіков С.І., керівник доц. Плітченко С.О.

Український державний університет науки і технологій

Сучасний розвиток техніки супроводжується підвищеними вимогами до надійності машин та обладнання. Зростає потреба у зносостійкості деталей, зменшенні допусків на знос, підвищенні точності роботи механізмів. Це формує попит на нові технології зміцнення поверхонь. Однією з найбільш ефективних та інноваційних технологій є PVD/CVD-покриття (Physical Vapor Deposition / Chemical Vapor Deposition).

PVD-процес (фізичне осадження з парової фази) полягає у випаровуванні матеріалу покриття у вакуумній камері та осадженні його на поверхню деталі. Це здійснюється за допомогою електричного поля, яке переносить іони металу на поверхню виробу. Завдяки цьому утворюється тонкий, але дуже міцний шар, стійкий до тертя та корозії. Основні матеріали для покриттів: нітриди та карбіди титану, хрому, вольфраму, а також алмазоподібні шари. PVD широко застосовується для підвищення зносостійкості різальних та медичних інструментів, підшипників, шестерень, деталей двигунів, оскільки забезпечує низький коефіцієнт тертя, високу твердість і точність нанесення на гострі кромки.

CVD-покриття формуються за допомогою хімічної реакції газів при високих температурах (800–1000 °C), що дозволяє створювати товстіші та термостійкіші покриття. Ця технологія застосовується для виготовлення деталей, які працюють в умовах високого навантаження та температури, наприклад, у паливній апаратурі, насосах та авіаційній техніці. CVD дозволяє отримувати алмазоподібні покриття (DLC) та тверді керамічні шари. Такі покриття мають відмінну адгезію із основою та високу однорідність.

У порівнянні з традиційними методами зміцнення поверхні, такими як

азотування, цементация чи хромування, PVD та CVD-покриття мають ряд суттєвих переваг: формують тонкий та рівномірний шар без дефектів, відрізняються підвищеною твердістю, стійкістю до зношування та корозії, а також дозволяють наносити покриття на деталі складної геометрії. Крім того, ці технології більш екологічні та безпечні для виробничого процесу. До недоліків можна віднести те, що PVD не завжди дозволяє отримати дуже товсті покриття, тоді як CVD потребує високих температур і дорожчого обладнання. Незважаючи на це, PVD залишається більш універсальним і частіше застосовується в промисловості, тоді як CVD використовують у спеціальних випадках, коли необхідна максимальна твердість і термостійкість покриття.

PVD/CVD-покриття стали стандартом для виготовлення інструменту та деталей у машинобудуванні, авіації, енергетиці та медицині. Вони значно підвищують ресурс деталей, зменшують тертя та знос, покращують адгезію і точність роботи механізмів. Для масового інструменту покриття швидко окупаються, а для дорогих та унікальних компонентів запобігають критичним відмовам. Перспективи розвитку наведених процесів включають створення багатошарових і наноструктурованих покриттів, що поєднують різні властивості для ще більшої надійності та довговічності деталей. Незважаючи на високу вартість і складність нанесення, PVD/CVD залишаються одними з найефективніших способів підвищення надійності та енергоефективності сучасного обладнання.

ОСОБЛИВОСТІ 3D-ДРУКУ ВИРОБІВ З НЕЙЛОНУ

Тищенко Е. О., керівник доц. Плітченко С.О.

Український державний університет науки і технологій

Нейлон (поліамід, скорочено ПА) є одним із найпоширеніших конструкційних термопластиків, що активно використовується у технологіях 3D-друку завдяки своїм високим механічним властивостям, термостійкості, хімічній стійкості та еластичності. Вироби з нейлону характеризуються високою міцністю, зносостійкістю та здатністю до деформації без руйнування, що робить його придатним для виготовлення функціональних деталей, які піддаються навантаженням.

Серед основних технологій 3D-друку нейлону виділяють FDM (Fused Deposition Modeling), SLS (Selective Laser Sintering) та MJF (Multi Jet Fusion).

У FDM-технології нейлоновий філамент нагрівається до температури плавлення та пошарово наноситься на платформу. Цей метод є доступним, але вимагає спеціального обладнання: нагрітої платформи, закритої камери та попереднього сушіння філамента через його гігроскопічність. Недоліком друку нейлоном за допомогою FDM технології є анізотропність властивостей надрукованого матеріалу та можливість появи деформацій виробу при охолодженні.

Технологія SLS базується на використанні лазерного випромінювання для спікання порошкового нейлону без повного плавлення. Процес відбувається в середовищі інертного газу, що забезпечує ізотропність надрукованого матеріалу, високу точність розмірів та можливість друку складних геометрій виробу без потреби в використанні спеціальних опорних конструкцій, що досягається підтримкою деталі несплавленим порошком.

Технологія 3D-друку MJF, у свою чергу, використовує рідкий зв'язуючий агент, який наноситься на порошок, після чого матеріал піддається термічному впливу. Це дозволяє досягти високої якості поверхні, швидкості друку та механічної міцності виробів.

Нейлон може бути армований скловолокном або вуглецевим волокном, що значно покращує його жорсткість, термостійкість та міцність. Такі композити активно

застосовуються у машинобудуванні, авіації, медицині та електроніці. Армування дозволяє створювати деталі, які здатні витримувати значні навантаження, зберігаючи при цьому легкість конструкції.

У порівнянні з найбільш поширеним матеріалом для 3D-друку – PLA (полілактид), нейлон має значно вищі механічні характеристики. PLA є біорозкладним, легким у друку, але крихким і нестійким до високих температур. Нейлон, навпаки, витримує температури до 120 °C, має високу ударну в'язкість та зносостійкість, але потребує складніших умов друку. Вироби з PLA підходять для декоративних або прототипних цілей, тоді як нейлон використовується для створення функціональних елементів, що працюють в умовах механічного або термічного навантаження.

До переваг 3D-друку нейлону відносять високу точність, міцність, термостійкість, можливість створення складних форм та зменшення ваги виробів. Серед недоліків – чутливість до вологи, потреба в спеціальному обладнанні та обмеження у масовому виробництві.

Таким чином, 3D-друк нейлону відкриває широкі перспективи для виготовлення функціональних, легких та міцних виробів, що можуть замінити металеві компоненти у багатьох галузях. Подальший розвиток технологій дозволить розширити сфери застосування та підвищити економічну ефективність процесу.

МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН І ЙОГО ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Безнощенко Є.Ф., керівник доц. Щека І.М.

Український державний університет науки і технологій

Своєчасний моніторинг технічного стану дизельних двигунів будівельних машин має важливе значення для забезпечення їх ефективної та екологічно безпечної роботи. У процесі тривалої експлуатації двигуни піддаються зносу, що призводить до зміни характеристик згоряння палива та підвищення рівня токсичності відпрацьованих газів. Регулярний контроль технічного стану дозволяє своєчасно виявити несправності паливної апаратури, системи подачі повітря, охолодження чи фільтрації, які безпосередньо впливають на утворення шкідливих речовин у вихлопі. Все більш актуальними настають питання екологічності функціонування дизельних двигунів будівельних машин, які є одним із головних джерел забруднення атмосферного повітря в зоні виконання будівельно-монтажних робіт. Під час експлуатації двигуни виділяють значні обсяги оксиду вуглецю (CO), оксидів азоту (NOx), вуглеводнів (CH) та сажистих частинок, що негативно впливають як на довкілля, так і на здоров'я працівників.

Екологічні наслідки несвоєчасного контролю технічного стану дизельних двигунів проявляються у погіршенні якості атмосферного повітря, накопиченні токсичних речовин у приземному шарі атмосфери та осіданні сажі на ґрунтах і рослинності. Викиди продуктів неповного згоряння становлять небезпеку для здоров'я працівників будівельних майданчиків, спричиняючи респіраторні та алергічні захворювання. Окрім того, підвищене споживання палива призводить до збільшення вуглецевого сліду галузі, що негативно впливає на загальний баланс викидів парникових газів.

Проведений аналіз основних чинників, що впливають на токсичність відпрацьованих газів, досліджено зміну складу викидів залежно від частоти обертання та навантаження двигуна, а також запропоновано шляхи зменшення токсичності вихлопних газів.

Методика дослідження ґрунтувалася на експериментальних вимірюваннях концентрацій CO, NOx і CH у відпрацьованих газах дизельних двигунів будівельних

машин за різних режимів роботи. Аналізувалися показники витрати палива, температури згоряння та ефективного ККД двигуна.

Результати дослідження показали, що при підвищенні навантаження двигуна до 60–70% номінальної потужності зменшуються концентрації CO та CH, однак зростає вміст NOx через підвищення температури згоряння. У режимах неповного згоряння (холостий хід, перевантаження) спостерігається різке збільшення викидів CO і сажі. Встановлено, що стан паливної апаратури, систем фільтрації та охолодження безпосередньо впливає на рівень токсичності відпрацьованих газів.

Ефективність процесу згоряння та технічний стан дизельного двигуна визначають рівень шкідливих викидів. Підтримання двигунів у справному стані, застосування якісного палива, своєчасне технічне обслуговування та використання систем очищення відпрацьованих газів (каталітичних нейтралізаторів, сажових фільтрів) дають змогу знизити викиди шкідливих речовин у кілька разів.

Впровадження систем моніторингу токсичності вихлопів під час експлуатації будівельних машин є важливим напрямом підвищення екологічної безпеки будівельної галузі.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ФОРМУВАННЯ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН

Пономаренко Д.А. керівник доц. Щека І.М.

Український державний університет науки і технологій

Аналізу виконаних у напрямку експлуатаційного резервування машин робіт показав, що теоретично та практично розроблені та реалізовані положення щодо резервування для середнього та вищого рівнів ієрархії резервування. Кожен рівень експлуатації резервування має свою економічно ефективну сферу застосування. У зв'язку з цим при проектуванні будь-якої нової машини необхідно обґрунтовувати стратегію експлуатаційного резервування на весь життєвий цикл машини. Це проявляється через систему ремонтних комплектів, що рекомендуються, для забезпечення працездатності машини, як у доремонтний, так і в міжремонтний періоди експлуатації.

Ремонтні комплекти розробляються з урахуванням усіх деталей машини або її основних складових частин (агрегатів). Створення таких комплектів дозволить не тільки здійснювати поточні ремонти, а й проводити капітальні ремонти методом ремонтних комплектів. Виготовлення та ремонт (відновлення) ремонтних комплектів повинні здійснюватися на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

Масове поширення комплектної заміни при ремонтах стане можливим за умови, якщо структура машини передбачає його компонування за допомогою комплектів, що легко замінюються. Комплекти мають містити у своєму складі мінімальну кількість деталей, що лімітують напрацювання машини. Машини, що задовольняють цим вимогам, матимуть високу працездатність і забезпечуватимуть нормативну якість при мінімальних витратах на ремонти. Ефективність переходу від подетальної стратегії замін до комплектної залежить від початкової якості машини, оскільки за нижчому початковому рівні якості машини сильніше позначаються негативні прояви подетальної стратегії.

Загальне напрацювання машини від моменту випуску його із заводу-виготовлювача до списання залежить не тільки від рівня його початкової якості, а й від прийнятої стратегії резервування при ремонтах у процесі експлуатації. Для реалізації запланованого конструктором напрацювання машини за термін служби до списання

необхідно розробити оптимальну систему експлуатаційного резервування, здатну при виконанні ремонтних дій відновлювати повністю працездатність на початковому рівні якості машини.

Обґрунтування технічної та економічної доцільності формування ремонтних комплектів на етапі проектування машин та їх агрегатів підвищить ефективність експлуатації та ремонту машин за рахунок більш повного використання їх ресурсу.

ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ОБМЕЖЕНИХ ЧАСОВИХ УМОВАХ

Агеєв Я. В., керівник викл. Приймак М. В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні умови експлуатації автомобільного транспорту, особливо в періоди інтенсивного використання техніки або в умовах надзвичайних ситуацій, потребують удосконалення системи технічного обслуговування (ТО) для забезпечення її надійності, безпеки та безперервності транспортного процесу. Обслуговування в обмежених часових умовах передбачає виконання регламентних та ремонтних робіт у скорочені терміни без зниження якості та обсягу робіт.

Основною проблемою є забезпечення оптимального поєднання швидкості й якості технічного обслуговування. Це потребує впровадження технологій прискореної діагностики технічного стану агрегатів, використання модульних ремонтних рішень, а також організації мобільних технічних підрозділів, здатних виконувати ТО безпосередньо на місці експлуатації техніки. Застосування сучасних цифрових систем моніторингу дозволяє прогнозувати відмови й планувати ремонт заздалегідь, що мінімізує час простою.

Важливим напрямом підвищення ефективності обслуговування є автоматизація процесів — використання інтелектуальних систем управління ТО, електронних паспортів техніки, а також оптимізація логістики запасних частин. У військових, рятувальних чи транспортних підрозділах це дає змогу зберегти боєздатність або працездатність техніки навіть за умов обмеженого часу й ресурсів.

Питання безпеки під час проведення технічного обслуговування (ТО) автомобільної техніки є одним із ключових аспектів забезпечення надійності транспортного процесу та збереження життя і здоров'я персоналу. Роботи, що виконуються в процесі ТО, часто пов'язані з підвищеними ризиками — дією механічних, електричних, термічних, хімічних та інших небезпечних факторів.

Необхідно забезпечити постійний контроль технічного стану підйомно-транспортного обладнання, компресорних установок і пневмосистем. Для зниження травматизму персонал повинен проходити регулярний інструктаж із техніки безпеки та періодичну перевірку знань з охорони праці.

В умовах обмеженого часу особливо зростає ризик нехтування правилами безпеки. Тому важливо формувати у працівників відповідальне ставлення до безпечного виконання робіт, а також створювати умови, що мінімізують потребу в аварійних чи небезпечних діях.

Отже, обслуговування автомобільної техніки в обмежених часових умовах є комплексною техніко-організаційною задачею, що вимагає інтеграції новітніх технологій, автоматизованих систем управління та гнучких організаційних рішень. Подальший розвиток цього напрямку сприятиме підвищенню ефективності транспортних систем, зниженню експлуатаційних витрат і забезпеченню стабільності функціонування автотранспорту в екстремальних умовах.

**РАЦІОНАЛЬНЕ ТА БЕЗПЕЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-
ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛІЙНИХ МАШИН**
Горобець Д. С., керівник доц. Боренко М.В.
Український державний університет науки і технологій

Раціональне використання горюче-змащувальних матеріалів (ГЗМ) під час експлуатації колійних машин є важливим чинником підвищення ефективності, економічності та безпеки залізничного транспорту. Оптимізація витрат палива й мастильних матеріалів сприяє зменшенню експлуатаційних витрат, продовженню ресурсу техніки та зниженню негативного впливу на довкілля.

Колійні машини працюють у складних умовах, часто поблизу діючих колій і електрифікованих ділянок, що потребує особливої уваги до безпеки під час зберігання, транспортування та використання ГЗМ. Горючі та мастильні матеріали належать до пожежо- та вибухонебезпечних речовин, тому необхідно суворо дотримуватись вимог пожежної безпеки, правил охорони праці та технологічних регламентів.

Безпекова складова раціонального використання ГЗМ охоплює:

- контроль герметичності паливних і мастильних систем для запобігання витокам;
- використання спеціальних ємностей і майданчиків для заправки, обладнаних засобами пожежогасіння;
- дотримання норм зберігання ГЗМ на виробничих базах та у польових умовах;
- навчання персоналу правилам безпечного поводження з легкозаймистими рідинами;
- регулярну перевірку стану фільтрів, шлангів, паливопроводів і з'єднань;
- застосування індивідуальних засобів захисту під час обслуговування систем живлення та змащування.

Виконання цих вимог забезпечує не лише ощадливе використання ресурсів, а й запобігає аваріям, пожежам і забрудненню навколишнього середовища.

Раціональне використання горюче-змащувальних матеріалів (ГЗМ) залежить від комплексу технічних, організаційних, технологічних та експлуатаційних чинників. Основні з них:

- технічний стан машин і обладнання;
- режими роботи двигуна;
- підвищена витрата палива спостерігається при тривалих холостих ходах, різких прискореннях, перевищенні навантаження або роботі на підвищених обертах;
- кваліфікація та дисципліна персоналу;
- якість палива і мастильних матеріалів;
- організація технічного обслуговування;
- технологічна організація робіт;
- кліматичні та експлуатаційні умови;
- стан систем контролю та обліку.

Отже, раціональне та безпечне використання горюче-змащувальних матеріалів при експлуатації колійних машин є комплексною задачею, що поєднує технічну, економічну, екологічну й безпекову складові. Його реалізація сприятиме підвищенню ефективності роботи залізничного транспорту, зменшенню ризиків надзвичайних ситуацій і створенню безпечних умов праці персоналу.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Косенко Д. С., керівник ст. викл. Черкудінов В. Е.

Український державний університет науки і технологій

Безпечна експлуатація сучасних транспортних засобів безпосередньо залежить від надійності систем електрообладнання. Саме несправності електропроводки та електронних компонентів сьогодні є однією з найпоширеніших причин аварій і пожеж на автомобільному транспорті. За статистикою Національної поліції України та МНС, понад 40% випадків загорянь на автомобілях, тракторах і комбайнах спричинені несправностями електросистем. Тому забезпечення стабільної роботи електрообладнання є ключовим фактором підвищення технічної та екологічної безпеки транспорту.

Середній вік автопарку України перевищує 15 років, що зумовлює зростання кількості відмов електричних систем, особливо на сільськогосподарській техніці. До 45% пожеж на комбайнах виникають через старіння ізоляції дротів і порушення герметичності з'єднань. Полівінілхлоридна ізоляція (ПВХ), яка є найпоширенішою, втрачає свої властивості при температурах понад 70°C, що призводить до коротких замикань і самозаймання. Відсутність системного контролю стану проводки значно підвищує ризик аварій та травматизму персоналу.

Проведені дослідження на базі СТО «Автотрейдинг-Дніпро» та ДТЕК «Дніпровські енергетичні мережі» показали, що найбільш небезпечними є пошкодження електропроводів стартера, генератора, фар ближнього світла та кермового підсилювача. Основними причинами відмов є термічне старіння, механічні пошкодження, надлишкове навантаження та дія вологості. Близько 70% таких дефектів можна запобігти завдяки профілактичному обслуговуванню та ранній діагностиці.

З метою підвищення безпеки пропонується впровадження адаптивної системи технічного обслуговування електрообладнання, яка базується не на пробігу, а на фактичному технічному стані. Доцільно використовувати інфрачервону термографію для виявлення зон перегріву проводки, датчики струму та температури у критичних точках системи, а також періодичну діагностику ізоляції дротів із застосуванням тепловізійних камер.

Для підвищення пожежної безпеки рекомендовано застосовувати дроти з термостійкою ізоляцією нового покоління (наприклад, з поліетилену зшитого типу — XLPE), що витримують нагрівання до 130°C без втрати діелектричних властивостей.

Отже, модернізація системи технічного обслуговування електрообладнання з орієнтацією на моніторинг безпеки дозволить суттєво знизити ризики займання та виходу з ладу критичних електричних вузлів. Комплексне впровадження сучасних діагностичних технологій є дієвим шляхом підвищення техногенної безпеки транспортної галузі та захисту життя працівників.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННОГО ВАЛУ АВТОМОБІЛЯ

Марченко В. А., керівник ст. викл. Черкудінов В. Е.

Український державний університет науки і технологій

Карданний вал є одним із ключових елементів трансмісії автомобіля, який передає крутний момент від коробки передач до ведучих мостів. Під час експлуатації він зазнає значних механічних і динамічних навантажень, що призводить до зносу шарнірів, деформації труби вала та розбалансування конструкції. Несвоєчасне

усунення дефектів призводить до вібрацій, підвищеного зносу підшипників, втрати потужності та небезпеки руйнування вузла під час руху.

Метою роботи є аналіз сучасних технологій відновлення карданних валів автомобілів з урахуванням технічних, економічних і екологічних аспектів. Для досягнення цієї мети проведено дослідження поширених дефектів карданних передач, методів їх діагностування та ефективних способів ремонту і балансування.

У процесі дослідження встановлено, що найбільш ефективними технологіями відновлення є аргонно-дугове зварювання тріщин і вибоїн, лазерне наплавлення поверхонь шліців, відновлення посадкових місць підшипників полімерними композитами, а також динамічне балансування на комп'ютеризованих стендах. Використання методів 3D-сканування дозволяє точно оцінювати геометрію вала та відхилення від осі обертання, що підвищує точність ремонтних операцій.

Експериментальні дослідження показали, що застосування лазерного наплавлення із використанням порошкових матеріалів на основі нікелю забезпечує підвищення зносостійкості шліцьових з'єднань у 2,3 рази порівняно з традиційним електродуговим наплавленням. Використання композитних матеріалів на основі епоксидних смол дозволяє відновлювати посадкові поверхні без значного нагрівання деталі, що запобігає появі залишкових деформацій.

Особлива увага приділяється процесу динамічного балансування, який виконується після зварювально-відновлювальних робіт. Балансування проводиться у двох площинах із використанням цифрових сенсорів вібрації, що дозволяє знизити залишкову неврівноваженість до рівня 15–20 г·мм, відповідно до вимог стандартів ISO 1940/1.

Впровадження сучасних технологій відновлення карданних валів забезпечує значне підвищення ресурсу агрегату, скорочення витрат на ремонт та зменшення кількості металобрухту, що має позитивний екологічний ефект. Економічна доцільність таких методів полягає у можливості відновлення вузлів із 60–70% зносу без необхідності їх повної заміни.

Отже, застосування інноваційних технологій зварювання, наплавлення, композитного відновлення та високоточного балансування дозволяє не лише підвищити надійність і безпеку автомобіля, а й сприяє формуванню сталих підходів до ремонту та відновлення транспортної техніки.

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЯ НА ЙОГО КОЛИВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ

Телятник І. С., керівник ст. викл. Черкудінов В. Е.

Український державний університет науки і технологій

Однією з ключових задач у сучасному автомобілебудуванні є забезпечення комфортності та безпеки руху шляхом оптимізації динамічних характеристик транспортного засобу. Власні частоти коливань автомобіля визначають його реакцію на дорожні нерівності, ефективність гасіння вібрацій і загальний рівень комфорту водія та пасажирів. Раціональне поєднання масово-інерційних і жорсткісних параметрів системи «кузов – підвіска – колеса» дозволяє зменшити амплітуди коливань і запобігти виникненню резонансних явищ.

Метою дослідження є визначення впливу основних характеристик автомобіля — маси, жорсткості пружних елементів підвіски, демпфувальних властивостей амортизаторів і розподілу навантаження по осях — на власні частоти вертикальних і кутових коливань.

Розрахунки показують, що збільшення маси автомобіля призводить до зниження

власної частоти системи та підвищує плавність ходу, але зменшує динамічну стійкість на високих швидкостях. Навпаки, підвищення жорсткості пружин або торсіонів збільшує власні частоти, покращуючи стійкість, проте може спричинити підвищену передачу вібрацій на кузов. Оптимальне співвідношення між масою автомобіля та жорсткістю підвіски визначається умовою уникнення резонансу збуджувальних частот, що відповідають нерівностям дорожнього покриття.

Важливим фактором є розподіл маси між передньою та задньою осями. Нерівномірність цього розподілу змінює положення центра ваги, що впливає на частоти кутових коливань (підкочування, кивання, бічного нахилу). Наприклад, автомобілі з переднім розташуванням двигуна мають нижчу частоту кивання передньої частини, що потребує корекції параметрів передньої підвіски.

Також на власні частоти впливають демпфувальні властивості амортизаторів. Недостатнє демпфування викликає затяжні коливання після наїзду на нерівності, тоді як надмірне — знижує енергоємність підвіски і може призвести до втрати зчеплення коліс із дорогою. Експериментальні дослідження показали, що оптимальне значення коефіцієнта демпфування забезпечує зменшення амплітуди коливань кузова на 25–30% у порівнянні з не демпфованою системою.

Особливу увагу приділено впливу типу підвіски: незалежна підвіска дозволяє розділити коливальні процеси кожного колеса, зменшуючи передачу вібрацій на кузов, тоді як залежна вісь характеризується спільними коливаннями обох коліс, що збільшує частоту кутових коливань кузова.

Власні частоти коливань автомобіля є результатом комплексної взаємодії маси, жорсткості, демпфування та конструктивного розташування елементів підвіски. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягти балансу між плавністю ходу та динамічною стійкістю. Використання адаптивних систем підвіски з електронним керуванням параметрами жорсткості й демпфування є перспективним напрямом для підвищення комфорту та безпеки сучасних транспортних засобів.

ПРОЄКТ ГІДРОСТАНЦІЇ ЗМІННОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА РЕГУЛЮВАННІ ПО ПОСТІЙНІЙ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ УСТАНОВКИ СТАТИЧНОГО ПРОКОЛЮВАННЯ ҐРУНТУ

Брильов Р.А., керівник доц. Посмітюха О.П.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні безтраншейні технології прокладання підземних комунікацій – один із ключових напрямів розвитку будівельної техніки, що забезпечує зменшення екологічного навантаження, скорочення витрат часу та підвищення ефективності робіт у міських умовах. Однією з найбільш поширених технологій спорудження горизонтальних отворів довжиною до 50 м та діаметром до 300 мм, в глинистих та суглинистих ґрунтах, є статичне проколювання, для прокладання трубопроводів, кабелів або футлярів без порушення поверхні. Основним енергетичним вузлом установки для такого процесу є гідростанція з двигуном внутрішнього згорання, що живить робочі гідроциліндри та гідромотори тиском у 16–25 МПа.

В установках статичного проколювання застосовуються шестеренні, пластинчасті або аксіально-поршневі насоси постійної продуктивності, робота яких супроводжується значними втратами енергії. Це призводить до перевитрат палива та надмірного запасу потужності приводу, перегріву робочої рідини та низької швидкості холостого руху робочого органу. Для усунення цих недоліків запропоновано проєкт гідростанції з насосом змінної продуктивності, який забезпечує регулювання потоку по закону постійної потужності. Такий підхід дозволяє підтримувати постійну споживану

потужність від привідного двигуна незалежно від зміни тиску у системі.

Основою гідростанції є аксіально-поршневий насос з похилою шайбою, оснащений механізмом зміни кута нахилу блока. Регулювання здійснюється гідромеханічним контуром, який аналізує тиск у лінії нагнітання та змінює подачу насоса, щоб добуток тиску і витрати залишався постійним. Це дозволяє оптимально використовувати потужність привідного двигуна без перевантаження. У момент збільшення тиску продуктивність насоса автоматично зменшується, а при зниженні тиску – збільшується, що забезпечує стабільну роботу приводу при різних фазах проколу.

Для живлення робочих гідроциліндрів установки проколювання передбачено двосекційний розподільник із ручним керуванням, який дозволяє плавно змінювати швидкість заглиблення клиново-призматичного робочого органу. У системі передбачені захисні клапани тиску та теплообмінник, що підтримує температуру оливи в межах 40–60 °С. Бак гідростанції обладнано фільтраційною системою та датчиками рівня і температури.

Розроблена гідросхема дозволяє реалізувати режим енергозбереження: при холостому ході насоса або у фазі підготовки тиск у системі підтримується мінімальним, а при навантаженні – лише до необхідного рівня. Завдяки цьому середнє споживання енергії знижується на 20–25 % у порівнянні з традиційними гідростанціями аналогічної потужності, а продуктивність підвищується. Крім того, використання змінної подачі забезпечує зменшення нагріву робочої рідини, що підвищує надійність і довговічність компонентів гідросистеми.

Отже, запропонований проект гідростанції з насосом змінної продуктивності та регулюванням по постійній потужності є ефективним рішенням для модернізації установок статичного проколювання ґрунту. Його реалізація забезпечить економію енергії, стабільність робочого процесу та підвищення ресурсу гідрообладнання, що особливо актуально для сучасних енергоефективних безтраншейних технологій.

ПРОЄКТ ЛЕБІДКИ ДЛЯ ВАЖКОГО ДРОНА-ГЕКСОКОПТЕРА

Гальонко І. П., керівник доц. Посмітюха О.П.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні безпілотні літальні апарати (БПЛА) типу гексокоптерів набувають все ширшого застосування у військовій сфері, логістиці та рятувальних операціях. Одним з актуальних напрямів розвитку таких систем є підвищення їхньої функціональності за рахунок встановлення вантажопідіймальних механізмів. У даному проєкті розглянуто розробку вантажної лебідки для важкого дрона-гексокоптера, призначеної для транспортування невеликих вантажів масою до 20 кг на обмежену висоту або відстань.

Основною метою розробки є створення компактного, легкого і енергоефективного механізму підйому, який не перевантажує силову установку дрона, не впливає критично на центр мас і забезпечує стабільність польоту. Для цього передбачено використання електродвигуна постійного струму з планетарним редуктором, барабаном із легкого матеріалу (алюмінієвий або композитний матеріал) та синтетичним тросом високої міцності (Дупеєта або кевлар). Передбачено електронне керування з можливістю дистанційного керування швидкістю підйому/спуску через центральний контролер дрона.

Конструкція лебідки включає три основні вузли.

Барабанно-тросовий механізм – змінний барабан із фіксацією троса для швидкої заміни.

Привідний блок – двигун з двоступеневим планетарним редуктором змонтованим

в корпусі тросового барабана, що забезпечує підйом вантажу.

Система кріплення і демпфування – амортизаційний вузол, що зменшує коливання вантажу під час польоту.

Для зниження маси корпус лебідки пропонується виготовляти методом 3D-друку з вуглецево-армованого пластику, що також дозволяє швидко модифікувати конструкцію. Орієнтовна маса системи не перевищує 1,5 кг, а споживана потужність — 150–250 Вт.

У ході проектування застосовано методи комп'ютерного моделювання в середовищі SolidWorks, а також розрахунки навантажень у ANSYS. Система керування може бути реалізована на базі Arduino Nano або Pixhawk, що забезпечує зворотний зв'язок по натягу троса та положенню вантажу.

Отримані результати мають практичне значення для розробки спеціалізованих дронів, здатних виконувати операції з доставки, технічного обслуговування або евакуації предметів у важкодоступних місцях. Проект також може бути використаний як навчальний приклад для вивчення мехатроніки та інженерного проектування в старшій школі чи технічному коледжі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖСПЕЦТРАНССЛУЖБИ ВИКОНУВАТИ АВАРІЙНІ РОБОТИ ПРИ РОЗЧИЩЕННІ КОЛІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ТЕХНІЧНОГО ПРИКРИТТЯ ЛОГІСТИЧНИХ ШЛЯХІВ

Москалюк В. С., керівник доц. Боренко М.В.

Український державний університет науки і технологій

Залізнична мережа є критично важливою для економіки та Сил оборони України, транспортуючи стратегічні вантажі, військову техніку та пасажирів навіть в умовах війни. Росія систематично атакує залізничну інфраструктуру України, намагаючись паралізувати логістику, включаючи перевезення військових вантажів. «Укрзалізниця» оперативно реагує на удари, використовуючи резерви, щоб мінімізувати затримки та забезпечити перевезення пасажирів і вантажів. Зі збільшенням обсягів руйнувань неодмінно постає питання про застосування підрозділів Держспецтрансслужби для виконання завдань технічного прикриття

При застосуванні будь-яких способів розчищення колії від завалів заздалегідь мають бути виконані аварійні роботи. До них відносяться: – обвалення нестійких конструкцій; – видалення небезпечних вантажів; – локалізація і гасіння пожеж.

Прибирання зруйнованого або згорілого рухомого складу за межі габариту може виконуватись двома основними способами:

1. Шляхом стягування із застосуванням різних тягових засобів (локомотиви, тягачі, лебідки).

2. Шляхом прибирання із застосуванням крану, у тому числі, з навантаженням елементів рухомого складу на платформи(піввагони) з транспортуванням у відвали.

Проведення аварійних робіт вимагає застосування спеціальної техніки, прийомів і підготовленого особового складу. Наприклад, вивантаження боєприпасів із зруйнованого рухомого складу повинно виконуватись спеціальними підрозділами. Те ж відноситься і до видалення цистерн із зони робіт з вогнебезпечними або отруйними речовинами.

Перетягування рухомого складу із застосуванням тягових засобів є основним способом, що забезпечує розбирання завалів зруйнованого рухомого складу у відносно короткі терміни. Розрахунки показують, що для стягування вимагається докласти, як правило, менше зусилля, ніж для його піднімання краном. У загальному випадку

зусилля для перетягування рухомого складу (F_1) має бути більше сили опору (F_2). $F_1 > F_2$.

Величина сил опору пов'язана з силами тертя ковзання (кочення) F_t , а також із силами, що додатково виникають внаслідок утворення ґрунтового валу під час зарізання конструкції (F_3), яка відтягується, а також у разі можливого неспівпадіння напрямку руху конструкції з напрямом каната від тягового засобу (F_n) або під час руху вантажу на підйом.

Величина сили тертя ковзанню визначається по формулі $F_t = Q f$, кН, де Q - маса вантажу (вагону, локомотиву) значення якої складає для тари вантажних вагонів від 21 тони до 32 тон, а для локомотивів від 21 тони до 34 тон (тепловози) і від 16,3 тон до 33 тон (електровози); f - коефіцієнт тертя ковзанню; $f = 0,15$ - при ковзанні вантажу по рейках; $f = 0,4 - 0,5$ - при переміщенні вантажу по ґрунту без зарізу.

Додатковий опір при зарізанні (F_3), можна врахувати, якщо прийняти, що переміщення з вантажем кожного кубометра ґрунту у валику вимагає зусилля до 30 кН.

Додатковий опір (F_n) слід враховувати у випадку, коли кут між напрямом руху вантажу і тяговим зусиллям більше, ніж 10° . Опір підтяганню вантажу на підйом може становити орієнтовно до 3% від величини F_t на кожний наступний градус підйому.

Враховуючи вище вказані показники було досліджено забезпеченість підрозділів Держспецтрансслужби вантажопідіймальними кранами та засобами інженерного озброєння. На озброєнні підрозділів Держспецтрансслужби є:

автокрани вантажопідіймністю:
25...32 т: XCMD XCN252.5S, KTA25-28(32), SPC 320, Zoomlion ZTC 300A; 40-60т: Palfinder-SanySPC 500; 120т: Lebherr 1120-4.1

бульдозери, власною вагою 17 т: SHANTUI SD-16; 19 т: SHANTUI DH-17; 27 т: SHANTUI DY-24 (з розпушувачем).

Забезпеченість підрозділів Держспецтрансслужби вантажопідіймальними кранами та засобами інженерного озброєння дає змогу використовувати їх для технічного прикриття логістичних шляхів, а також проведення аварійно-відновлювальних робіт на залізничних коліях.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РУХУ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛАСТИЧНОГО КАРТКОВОГО СИТА

Просоленко В.М., керівник доц. Кононов Д.О.

Український державний університет науки і технологій

У роботі розглянута робота вібраційного грохоту з еластичними ситом карткового типу.

Згідно проведеного аналізу можна зробити висновки про те, що мають місце наступні тенденції розвитку просіваючих поверхонь грохотів:

а) поступова заміна металевих листових і дротяних сит грохотів полімерними та синтетичними ситами різних конструкцій;

б) розробка та подальше впровадження нових видів конструкцій просіваючих поверхонь з еластомерів, що мають можливість здійснювати інтенсифікацію процесів просівання шляхом інтенсивного неоднорідного впливу на оброблювану середу.

Розглянуто віброактивне сито, розробки кафедри галузевого машинобудування ННІ ДМетІ УДУНТ. Дане сито набирається з карткових елементів, виготовлених з гуми 2959. Додаткове коливання карткових елементів дозволить підвищити ефективність просівання, а використання гуми підвищить термін служби самого сита.

Розроблена модель карткового елемента сита для динамічного аналізу за допомогою методу скінченних елементів.

Гума моделювалася нелінійним гіпереластичним матеріалом Neoprene Rubber. Для опису його властивостей використовувалася модель матеріалу Неогука (Neo-Hookean).

За допомогою пакета Preromax проведений динамічний розрахунок? Р з використанням методів явної та неявної динаміки гумового елемента поверхні, що просіює та визначено його кінематичні характеристики точок (переміщення, швидкість та прискорення).

Отримано траєкторії руху точок еластичного елемента при різних кутах вібрації.

Отримано наступні залежності амплітуди коливань точок: при сталому русі грохоту від частоти вібратора; від модуля пружності еластичного елемента.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТА З ЕЛАСТИЧНИМИ СИТАМИ

Джабраїлов М. Р., керівник доц. Кононов Д.О.

Український державний університет науки і технологій

В металургійній галузі промисловості актуальною є проблеми розділення по заданій крупності - грохоченні вихідної металургійної сировини, зокрема коксу.

Це забезпечує якісну роботу технологічного обладнання доменних печей і подання в них доменного коксу регламентованої крупності.

У зв'язку з цим, постійно ведуться дослідження і триває розробка нових способів грохочення і модернізація пристроїв для покращення роботи вібраційних грохотів.

Мета наукової роботи: експериментальне дослідження технологічних показників роботи вібраційного грохота з еластичними ситами.

В роботі приведено опис лабораторного вібраційного грохота з еластичним ситом, який використовується при дослідженні.

Проведено експериментальне дослідження технологічних показників роботи процесу грохочення вібраційного грохоту та побудовані залежності технологічних показників від параметрів роботи вібраційного грохота.

Показано, що найбільша ефективність грохочення спостерігається при частотах коливань в межах 22-27 Гц. При цих частотах, показники ефективності процесу грохочення змінюються в межах 78-90 %.

Зміна величини питомого навантаження від $10 \text{ т}/(\text{год} \times \text{м}^2)$ до $16 \text{ т}/(\text{год} \times \text{м}^2)$ викликає поступове зниження ефективності грохочення E_p від 90% до 65%.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГІДРОСИСТЕМИ ПРОШИВНОГО ПРЕСУ У ПЕРІОД РОЗГОНУ ПРОШИВНОЇ ТРАВЕРСИ

Шалевський Д.М., керівник доц. Мазур І.А.

Український державний університет науки і технологій

Прошивання заготовки перед пресуванням здійснюється на прошивних пресах горизонтальних або вертикальних. В трубопресовому виробництві, в зв'язку з невеликою довжиною заготовки, застосовуються вертикальні прошивні преси різних конструкцій. Особливістю конструкції вертикального гідравлічного прошивного пресу, обумовлена наявністю двох рухомих траверс, котрі потребують чіткого узгодження їх руху, визначення параметрів елементів керування, що забезпечують без ударний рух виконавчих органів. Компонівка гідромеханічної системи преса виконана з конструктивних та технологічних міркувань, без урахування впливу довжин трубопроводів на характер динамічних процесів у гідросистемі.

Запропоновано математичну модель дослідження динамічних процесів у гідросистемі прошивного пресу в період розгону прошивної траверси з урахуванням хвильових властивостей довгих гідромагістралей. У результаті дослідження режимів роботи існуючої конструкції гідросистеми прошивного пресу показано, що у період розгону прошивної траверси преса виникають динамічні навантаження (рис. 1).

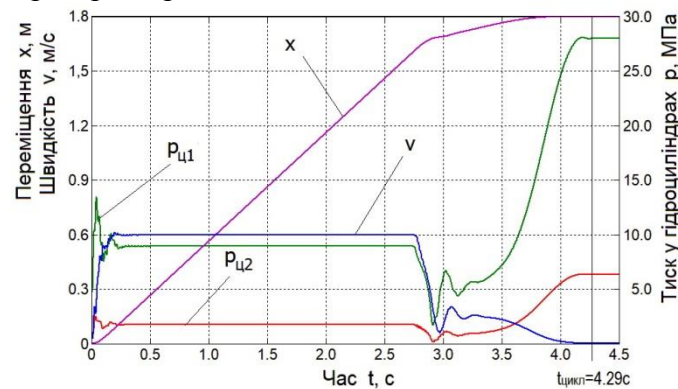


Рисунок 1 – Результати дослідження режимів роботи існуючої гідросистеми прошивної траверси

Визначення раціональних режимів роботи гідросистеми у період розгону прошивної траверси пресу здійснювалося шляхом підбору раціональних параметрів спрацьовування керуючих клапанів. Результати дослідження режимів роботи гідросистеми прошивної траверси пресу у період її розгону, в залежності від порядку спрацьовування керуючих клапанів, представлені на рис. 2.

У результаті досліджень режиму роботи гідросистеми прошивної траверси у період розгону, встановлено, що найбільш раціональним є варіант включення керуючих клапанів розподіленим у часі. Інтервал між моментами початку включень керуючих клапанів прийнятий у 0,04 сек. При такому порядку включення клапанів динамічні навантаження у гідросистемі мінімальні.

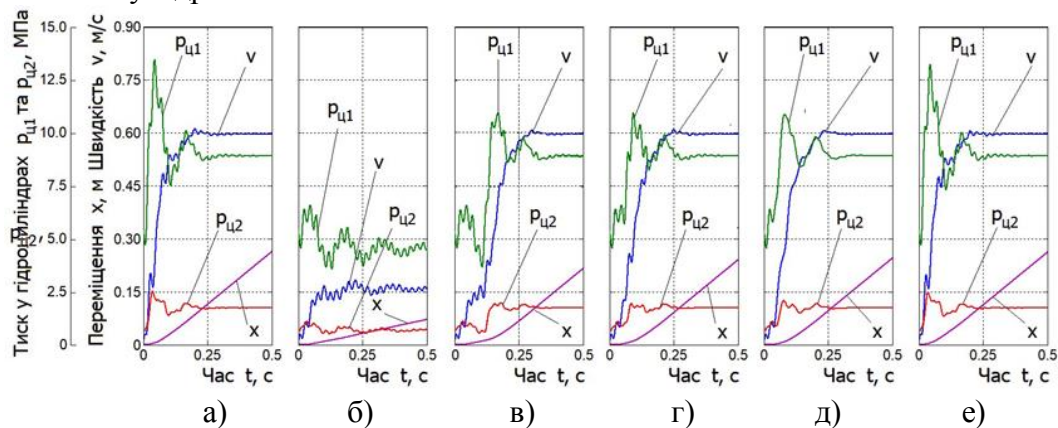


Рисунок 2 – Результати дослідження режимів роботи гідросистеми прошивного пресу у період розгону прошивної траверси:

а – одночасне відкриття клапанів з часом спрацьовування у 0,15 сек; б – відкриття одного (меншого) клапана; в – при включенні клапану (більшого) після початку включення клапану (меншого) з інтервалом у 0,1 сек; г – при включенні клапану (більшого) після початку включення клапану (меншого) з інтервалом у 0,05 сек; д – при включенні клапану (більшого) після початку включення клапану (меншого) з інтервалом у 0,04 сек; е – при включенні клапану (меншого) після початку включення клапану(більшого) з інтервалом у 0,05 сек; ж – при

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІДРОСИСТЕМІ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КАРЕТКИ МАШИНА СКАЧУВАННЯ ШЛАКУ З КОВШІВ

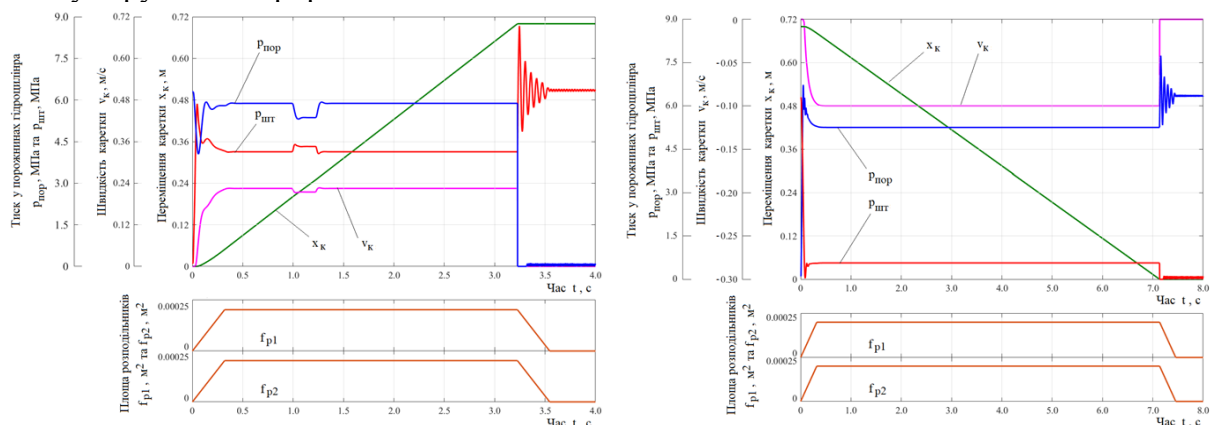
Перевертайло Є.Є., керівник доц. Мазур І.А.

Український державний університет науки і технологій

У міксерному відділенні кіснево-конверторного цеха встановлено дві машини для скачування шлаку одна з яких скачує шлак з міксера а інша — з чавуновозних ковшів. Більш ефективним є видалення шлаку з чавуновозних ковшів перед зливом чавуну у міксер. Машина для скачування шлаку з чавуновозних ковшів має три основних механізми: механізми переміщення стріли з гідравлічним приводом; механізм хитання каретки з гідравлічним приводом; механізм повороту машини з гідравлічним приводом.

Робота присвячена дослідженню динамічних процесів, які виникають у гідросистемі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів. Увесь цикл роботи гідросистеми переміщення каретки машини для скачування шлаку з чавуновозних ковшів складається з двох фаз: робочого ходу та зворотного ходу, для кожного з яких характерна своя структура гідромеханічної системи. У роботі запропоновано математичну модель гідросистеми механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з розподіленими параметрами та урахуванням хвильових властивостей гідромагістралей. При складанні математичного опису процесів, які протікають у гідравлічній системі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів за основу було взято методичну базу створену член-корр. НАН УССР д.т.н. С.М.Кожевниковим, та д.т.н. А.В.Праздниковим.

В ході реалізації математичної моделі, з урахуванням хвильових властивостей довгих гідромагістралей, у програмному середовищі Simulink MATLAB виконано дослідження режимів роботи гідросистеми механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з ковшів. На рис. 1 приведені результати дослідження динамічних процесів в існуючій гідросистемі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку. Було встановлено, що при проектному режимі роботи небезпечні динамічні навантаження у самій гідросистемі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку виникають лише на прикінці робочого та зворотного ходу гідроциліндрів. При цьому коефіцієнт динамічності гідросистеми складає $8,8/6,3=1,40$ для робочого та $7,7/6,3=1,23$ для зворотного ходу, що значно перевищує гранично допустимі значення. Було показано, що при робочому та зворотному ході гідроциліндрів механізму переміщення каретки машини скачування шлаку, у кінцевих положеннях, виникає раптова зупинка поршня гідроциліндру на жорсткий упор. Окрім того, було показано, що у період початку робочого та зворотного ходів відбувається дуже інтенсивне коливання тиску у порожнинах гідроциліндру. Це призводить до передвчасного вигоду з ладу керуючих гідророзподільників.



а)

б)

Рисунок 1 – Результати дослідження режимів роботи існуючої гідросистеми механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів при робочому (а) та зворотному (б) ході

У результаті дослідження перехідних процесів у гідросистемі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів з різним часом спрацьовування гідророзподільника було рекомендовано його раціональний час спрацьовування як при відкритті, так і закритті. Показано, що найбільш прийнятним є час спрацьовування гідророзподільника за 0,15–0,30 сек, при яких не спостерігається значних коливальних процесів як при робочому так і при зворотному ході.

Було рекомендовано наступні заходи з удосконалення гідросистеми механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів. По-перше замість застарілих золотникових гідророзподільників з часом спрацьовування у 0,32 сек застосувати золотникові гідророзподільники фірми BOSH-REXROTH типу 081-WV-32-P1-N-3-001-T-PT-WS-024/00-C-B, які мають час спрацьовування 0,16 сек. По-друге, змінити порядок спрацьовування нових гідророзподільників з електрогідравлічним керуванням наступним чином. На початку робочого чи зворотного ходу гідроциліндрів починає відкривається 1 гідророзподільник а 2 гідророзподільник починає відкриватися через 0,08 сек після початку відкриття 1 гідророзподільника. На при кінці робочого ходу 1 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні каретки на 0,660 м, а 2 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні каретки на 0,694 м. На при кінці зворотного ходу 1 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні каретки на 0,672 м, а 2 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні каретки на 0,695 м. На рис. 2 наведені результати дослідження динамічних процесів в гідросистемі механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів з урахуванням запропонованих рекомендацій з удосконалення.

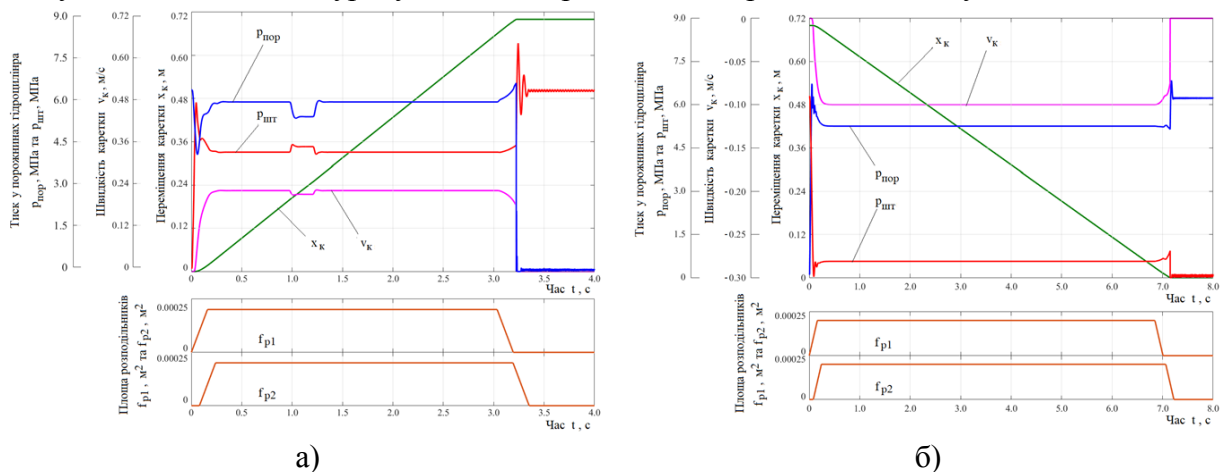


Рисунок 2 – Результати дослідження режимів роботи удосконаленої гідросистеми механізму переміщення каретки машини скачування шлаку з чавуновозних ковшів при робочому (а) та зворотному (б) ході

ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ КОНВЕРТЕРА ЄМНІСТЮ 250 ТОН

Трофімчук П.О., керівник доц. Гануш В.І.

Український державний університет науки і технологій

Збільшення місткості конвертерів підвищує техніко-економічні показники киснево-конвертерного виробництва сталі.

В даний час в Україні знаходяться в експлуатації конвертери місткістю 50, 100, 130, 250, 300-350 і 350-400 т. У найближчому майбутньому намічається вводити в дію киснево конвертерні цехи з конвертерами ще більшої місткості.

Створення конвертерів великої місткості вимагало вирішення ряду конструктивних і технологічних проблем, до числа яких відносяться вибір оптимальних параметрів і форми корпусу, створення принципово нових конструкцій вузлів кріплення корпусу до опорного кільця, опорно-поворотної частини і приводу.

Конвертери великої місткості відрізняються великими габаритами корпусу (висота до 12 м, діаметр до 8 м, великою масою, що досягає 2000-2500 т, важкими умовами роботи механізму повороту і опорних вузлів, схильних до впливу високих статичних і динамічних навантажень, високою і нерівномірною температурою нагріву корпусу і опорного кільця, великими силовими і температурними напругами в елементах металоконструкцій і приводу.

Сучасні конвертери забезпечені механізмами повороту з електроприводами. З метою підвищення надійності роботи приводи роблять багатодвигунними.

В роботі проведено розрахунок моментів перекидання конвертера та необхідної потужності приводу. При цьому застосовано 3D моделювання положень рідкої сталі при повороті конвертера для визначення положення центру мас рідкої сталі. Отриманий результат порівняно з геометричною метою П.Н. Аксьонова визначення центру мас рідкої сталі в залежності від положення корпусу конвертера. Застосування 3D моделювання положень рідкої сталі скорочує час розрахунку моменту від рідкої сталі в декілька раз, порівняно з геометричним методом П.Н. Аксьонова. Порівняння результатів отриманих 3D моделюванням та з методом П.Н. Аксьонова для визначення центрів мас металу, плеча дії моменту від нього та самого моменту від рідкої сталі, показало що різниця становить між результатами двох метод складає 20 – 23%

Оцінено навантаженість приводу механізму нахилу конвертеру. Потужність складала 74160 Вт. Якщо порівняти результати отримані 3D моделюванням та за методом П.Н. Аксьонова для визначення центрів мас металу, плеча дії моменту від нього та самого моменту від рідкого металу, а також як це вплинуло на статичний момент та потужність, то видно що різниця становить 7% – 79461 Вт. Привод з встановлених двигунів Д814 потужністю 130 кВт повністю задовільняє умови експлуатації.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВУЗЛА ЧОРНОВОГО БАРАБАНУ СТАНУ ДЛЯ ВОЛОЧІННЯ ПРОВОЛОКИ

Гаврилюк Д.О., керівник доц. Гануш В. І.

Український державний університет науки і технологій

Волочіння дроту – це процес обробки металу тиском, що характеризується поступовим однократним або багаторазовим протягання останнього через спеціальний волочильний інструмент, призначений для поетапного зменшення поперечного перетину вихідної заготовки.

Волочіння дроту значно ошадливіше інших способів тому що при волочінні відсутні втрати металу в стружку, можна одержати дріт певного діаметра із заданими властивостями. У якості заготовки для волочіння застосовується продукція прокатного виробництва – катанка, одержувана прокатом литих заготовок певного перетину.

В умовах існуючого виробництва з'явилась потреба розширити сортамент дроту, що виготовляється за умови використання існуючого обладнання (групи барабанів). Волочильний агрегат призначено для виробництва дроту діаметром 1,6 — 3,9 мм. Рішення про заміну однопіткового барабану на двопітковий дає можливість тягнути з одного барабану два типорозміри дроту та дасть можливість випускати дріт більшого

діаметру - максимальний діаметр виробленого дроту зростає до 4,5 мм.

Крім того, збільшення діаметру дроту потребує конструктивних змін чорнового барабану. А саме, заміна суцільнолитого барабану на барабан складеної конструкції. Це вимагає оцінки навантаженості нового барабану та перевірки його міцності. Оскільки конструкція нового чорнового барабану складена і має декілька групових різьбових з'єднань: корпусу до кільця, кільця до втулки і втулки до юбки, то вони потребують спеціального розрахунку групового різьбового з'єднання. За результатами розрахунку болти М8х25 та М16х60, що використані для різьбових з'єднань деталей чорнового барабану задовольняють умовам міцності.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСУ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ МОДИФІКАЦІЇ НШ-К УДОСКОНАЛЕННЯМ РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Горб Д.С., керівник доц. Мельянцов П.Т.

Український державний університет науки і технологій

Надійність гідравлічних приводів, як у стаціонарних так і мобільних технічних системах в знаній мірі обумовлюється технічним станом гідравлічних насосів. В гідравлічних системах таких установок широке застосування знайшли насоси шестеренного типу модифікації НШ-К, які характеризуються наявністю систем компенсації радіального і торцевого зазорів в качаючому вузлі гідроагрегату.

Водночас, за наявності систем компенсації зазорів в качаючому вузлі насоса в умовах експлуатації виникають відмови, спричинені значною зміною структурних параметрів технічного стану деталей, які обумовлюють об'ємні втрати рідини і відповідно низький коефіцієнт подачі насоса.

Аналіз технічного стану насосів, які надходять на ремонт, свідчить, що переважаючим видом пошкоджень є гідроабразивне зношення елементів качаючого вузла – шестерень, платиків-замикачів, підшипникової та підтискної обойми.

Для відновлення працездатності насосів на сервісних підприємствах застосовується спосіб ремонтних розмірів, який передбачає обробку деталей до ремонтних розмірів із збереженням фізико-механічних властивостей їх робочих поверхонь і розмірного ланцюга в спряженнях деталей. Реалізація даного способу безпосередньо впливає на післяремонтну довговічність насосів, із-за зменшення геометричних розмірів робочих поверхонь деталей, і відповідно збільшення питомих навантажень в парах тертя в процесі роботи насоса, а також характеризується значною трудомісткістю робіт, що приводить до зростання собівартості ремонту насоса.

Усунення вказаних недоліків можливе за рахунок застосування технології поточного ремонту, яка передбачає установку ремонтної манжети збільшеного розміру в корпус гідронасоса, з метою компенсації радіального зазору, і притирання платиків-замикачів з заміною у них резинових манжет для покращення роботи системи компенсації торцевого зазору. Впровадження такої технології дозволяє скоротити трудомісткість ремонту приблизно на 10%, та підвищити післяремонтну довговічність насосів на 15%.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРИПРАЦЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОМАШИН УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОБКАТКИ

Ключник Є.О., керівник доц. Мельянцов П.Т.

Український державний університет науки і технологій

Застосування аксіально-поршневих агрегатів в гідроприводах технічних систем значно підвищило їх технічний рівень і водночас забезпечило зростання продуктивності та якості при виконанні робіт, покращило умови роботи операторів та ін.

Разом з тим, на показники експлуатаційної надійності гідравлічних приводів, оснащених аксіально-поршневими гідроагрегатами, припадає близько 30 % від всіх відмов, які в своїй більшості характеризуються порушенням умов експлуатації, термінами і якістю проведення обслуговуючих дій, а також якістю проведення ремонтів. Низька післяремонтна довговічність деталей обумовлюється застосуванням технологічних процесів, які не забезпечують необхідні фізико-механічні властивості, геометричну форму та шорсткість їх робочих поверхонь в процесі припрацювання деталей.

Для покращення якості припрацювання деталей спряжень об'ємних гідромашин, розглядається застосування епіламних покриттів, що забезпечить збільшення довговічності пар тертя їх качаючих вузлів. Епіламування відноситься до фізико-хімічних методів підвищення зносостійкості деталей, обробкою їх твердих поверхонь фторорганічними поверхнево-активними речовинами (ПАР). Для відпрацювання технології відбиралися деталі спряження «розподільник - приставне дно» в зв'язку з тим, що їх зношення в першу чергу впливає на ресурсну відмову гідравлічної машини. Обкатка та випробовування аксіально-поршневої гідромашини проходить на стенді, який дає можливість забезпечити поступове навантаження гідроагрегатів з плавним переходом на заплановані режими і одночасно створювати режим пікового навантаження.

Результати проведених досліджень зношення приставного дна по робочому поясу між серповидними вікнами, за період обкатки аксіально-поршневої гідромашини, показали, що у експериментальних деталях максимальне зношення становить 1,2 мкм, коли в необроблених деталях епіламом воно досягає 2,3 мкм., що пояснюється покращенням антифрикційних властивостей обробленої поверхні деталі (зменшує коефіцієнт тертя, запобігає прямому контакту метал-метал, покращує утримання тонкої плівки робочої рідини на поверхні).

Реалізація запропонованих заходів з удосконалення технології обкатки об'ємних гідромашин, в процесі їх ремонту, в середньому до 50% зменшує зношення деталей в парах тертя качаючих вузлів в період припрацювання, що забезпечить збільшення ресурсу об'ємних гідромашин в умовах експлуатації.

ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РІДКОГО ШЛАКУ

Яйчук О.О., Васькін Д.С., керівник доц. Поворотній В.В.

Український державний університет науки і технологій

У процесі доменного та сталеплавильного виробництва важливу роль відіграє транспортування рідкого шлаку, яке здійснюється спеціальними машинами — шлаковозами. Центральним та найбільш вартісним елементом шлаковоза є чаша, що являє собою масивний сталевий виливок із товстими стінками, форма якого може

суттєво відрізнятися залежно від конструкції.

На сучасних металургійних комбінатах найчастіше експлуатуються шлаковози з чашами об'ємом близько 16 м³, змонтованими на рамі з лафетами. Переміщення таких агрегатів здійснюється за допомогою двовісних ходових візків залізничного типу. Останнім часом у промисловості все активніше впроваджуються автомобільні шлаковози, призначені для транспортування однієї чаші, що підвищує маневровість і знижує експлуатаційні витрати.

Перевезення розплавленого шлаку є невід'ємною ланкою технологічного циклу металургійного виробництва. Під час руху шлаковоза виникають значні динамічні навантаження, які спричиняють коливання рідкої маси шлаку всередині чаші. Аналіз і моделювання цих процесів мають важливе значення для підвищення надійності конструкції, продовження терміну служби чаші та забезпечення безпечної експлуатації обладнання.

Під час транспортування рідкого шлаку в процесі руху шлаковоза в чаші виникають коливання розплаву, які суттєво впливають на технічний стан обладнання. По-перше, ці коливання підвищують динамічний тиск на стінки та днище чаші, що прискорює процеси зношування металу та сприяє формуванню втомних тріщин. Унаслідок цього скорочується термін служби шлаковозів і зростає імовірність аварійних ситуацій, зокрема витоків чи розливу шлаку. Аналіз динамічних процесів у чаші є необхідним для розроблення конструктивних і технологічних рішень, спрямованих на зменшення навантажень і підвищення довговічності агрегату.

По-друге, інтенсивні коливання рідкого шлаку можуть спричинити виплескування або розбризкування розплаву, що створює загрозу для персоналу та навколишнього середовища. Бризки шлаку здатні викликати термічні опіки, пошкодження обладнання та забруднення робочого простору. Знання механізму утворення бризок і факторів, які визначають їхню інтенсивність, дозволяє розробити ефективні заходи з підвищення безпеки експлуатації шлаковозів.

Основна мета дослідження полягає у підвищенні ефективності та безпечності роботи шлаковозів шляхом зменшення обсягів випліскування рідкого шлаку. Для досягнення цього передбачається проаналізувати взаємозв'язок між параметрами руху шлаковоза, геометрією чаші та фізико-механічними властивостями шлаку, які впливають на характер коливань розплаву. Отримані результати дадуть змогу сформулювати оптимальні режими транспортування, що забезпечать стабільність процесу та мінімізують ризик аварій. Запропонований підхід базується на комплексному вивченні динамічних явищ, які виникають у шлаковій чаші під час перевезення розплаву.

Авторами були проведені чисельні моделювання коливання рідкого шлаку на базі тривимірних моделей шлакових чаш та усереднених фізико-хімічних властивостей розплавленого шлаку[2].

Результати чисельного моделювання виявили суттєві відмінності в характері коливань рідкого шлаку в чашах різної конструкції (рис. 1). Для доменного шлаку спостерігалася більш виражена залежність часу досягнення першого сплеску від величини прискорення в чаші на автомобільному ходу, ніж в чаші на залізничному ходу, що свідчить про більшу чутливість доменного шлаку до геометрії чаші. Сталеплавильний шлак, навпаки, демонстрував більш однорідну поведінку в чашах обох конструкцій.

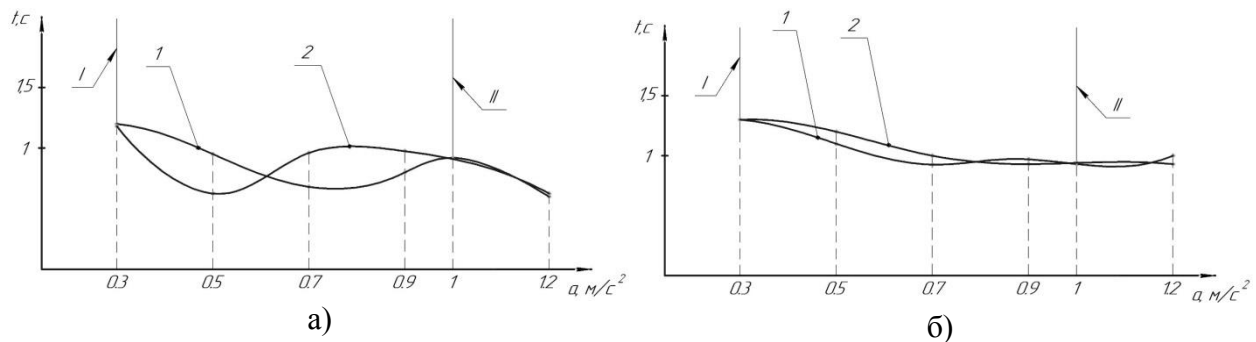


Рисунок 1 Графіки залежності часу першого максимального сплеску від прискорення шлаковозу:

а – результати досліджень чаш, наповнених шлаком після виплавки чавуну;

б – результати досліджень чаш, наповнених шлаком після виплавки сталі;

1 – результати досліджень чаш на залізничному ходу, 2 – результати досліджень чаш на автомобільному ходу, I – зона відсутності сплесків та волн на дзеркалі шлаку, II – зона гарантованого виплеску шлаку

Незважаючи на відмінності в характері коливань, для всіх досліджених випадків була встановлена загальна тенденція: виплеск після першого сплеску рідкого шлаку відбувається при прискоренні 1 м/с^2 і більше. Даний результат свідчить про наявність критичного значення прискорення, при якому починається активне випліскування шлаку з чаші, незалежно від типу шлаку та конструкції чаші. Це є важливим фактором для розробки стратегій безпечного транспортування рідкого шлаку.

Було виявлено наявність двох характерних зон (I та II) в залежності від величини прискорення, які суттєво впливають на поведінку рідкого шлаку. У зоні I, що відповідає низьким значенням прискорення (до 0.3 м/с^2), коливання шлаку практично відсутні, а на його поверхні формується умовна бриж. Це пов'язано з тим, що при малих значеннях прискорення сили інерції, що викликають коливання, недостатні для подолання сил в'язкості шлаку, які ефективно демпфують будь-які збурення.

У зоні II, навпаки, при високих значеннях прискорення (1 м/с^2 і більше), відбувається інтенсивне випліскування шлаку з чаші. У цій зоні сили інерції значно переважають сили в'язкості, що призводить до виникнення великих амплітуд коливань першої форми і, як наслідок, до випліскування шлаку.

Важливо зазначити, що межі цих зон, а також характер поведінки шлаку в кожній з них, не залежать від типу шлаку та конструкції чаші, що вказує на універсальність виявлених закономірностей. Вплив в'язкості проявляється в тому, що більш в'язкий сталеплавильний шлак потребує більшого прискорення для початку інтенсивних коливань і випліскування, ніж менш в'язкий доменний шлак, проте в зоні II, де сили інерції домінують, ця відмінність нівелюється.

Перспективним напрямком подальших досліджень є вивчення коливань шлаку як багатшарової структури. Реальний шлак часто складається з шарів, що відрізняються за густиною, в'язкістю та хімічним складом, що може суттєво впливати на характер коливального процесу[3]. Врахування багатшаровості дозволить отримати більш точні та реалістичні результати моделювання та розробити ефективніші заходи для запобігання випліскуванню шлаку.

Література:

1. Viktor Povorotnii, Iryna Shcherbyna, Serhii Zdanevych, Nina Diachenko, Tetiana Kimstach, Lyudmila Solonenko, Ruslan Usenko Determining the thermally-stressed state of motor-driven bowls for transporting liquid slag (2024) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 1/7 (127), pp. 99 – 106. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.299180.

2. Приходько Э.В., Тогобицкая Д.Н., Хамхотко А.Ф., Степаненко Д.А. Прогнозирование физико-химических свойств оксидных систем. Днепропетровск: Пороги, 2013. – 344 с., ISBN 978-617-518-267-3
3. Chen, J., Sun H. F., Lin W.M., Shi Y. L., Yi G. L. "Gravitational segregation of liquid slag in large ladle." Metalurgija, vol. 51, no. 2, 2012, pp. 195-198. <https://hrcak.srce.hr/74844>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТРИКОНУСНОГО І БЕЗКОНУСНОГО ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО УСТРОЇВ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

Горбатенко І.В., керівник доц. Толстіков Г.І.

Український державний університет науки і технологій

Завантажувальний устрій доменної печі повинен забезпечити надійне, безпечне, безперебійне завантаження та розподілення, що керується, шихтових матеріалів по всій поверхні колошника.

Типовий двоконусний завантажувальний устрій, як система, вже давно застарів та вичерпав всі свої ресурси та можливості, що пред'являються до завантажувальних устроїв.

В зв'язку з висловленим в практиці доменного виробництва використовують інші типи завантажувальних устроїв.

Триконусний завантажувальний устрій (ТЗУ), що використовують на доменній печі № 2 об'ємом 1513 м³ комбінату «Запоріжсталь», має ряд недоліків, тому в даній роботі запропонована конструкція ТЗУ з вісьовим технологічним отвором на нижньому конусі, що дозволяє знизити витрати коксу і показані його переваги перед існуючою конструкцією ТЗУ.

Показано, що на даному етапі технічного розвитку найбільш перспективними є безконусні завантажувальні устрої (БЗУ) і виконано порівняльний аналіз роботи БЗУ і ТЗУ з вісьовим технологічним отвором на нижньому конусі, в результаті якого встановлено, що по ряду технологічних питань запропонований ТЗУ не тільки не поступається БЗУ типу «Пауль Вьюрт», але і має деякі переваги.

ПОРІВНЯННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ І ДОВГОВІЧНОСТІ СТАНІН РОБОЧИХ КЛІТЕЙ СТАНІВ ХПТ ПРЯМОКУТНОЇ ТА РАЦІОНАЛЬНОЇ ФОРМИ

Сьомік К.І., керівник доц. Толстіков Г.І.

Український державний університет науки і технологій

В наступний час на станах ходної прокатки труб (ХПТ) експлуатуються робочі кліті різних конструкцій. Провідне місце серед них займають робочі кліті прямокутної та раціональної (овалоподібної форми) (для станів ХПТ – 32 та ХПТ – 90).

Розглянуті конструктивні особливості робочої кліті стану ХПТ – 55 прямокутної форми з необхідністю розрахунку її станини на обмежену довговічність.

На основі предпосилань визначення основних параметрів конструкції станини овалоподібної форми виконана розробка робочої кліті стану ХПТ – 55 раціональної конструкції.

Розроблена конструкція є рівномірною, а спектр діючих на неї навантажень, не перевищує її межі витривалості, внаслідок чого розрахунок її станини на обмежену довговічність не потрібен.

Впираючись на дослідження пружно – деформованого стану робочих клітей прямокутної та овалоподібної форм станів ХПТ, виконаний їх порівняльний аналіз і

показані переваги кліті овалоподібної форми перед кліттю прямокутної форми.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИТИРАННЯ ДЕТАЛЕЙ У МАШИНОБУДУВАННІ

Гончаров М.Д., керівник ст. викл. Лосіков О.М.

Український державний університет науки і технологій

Притирання деталей є однією з ключових операцій оздоблювально-абразивної обробки, яка дозволяє досягти високої точності розмірів і високої якості поверхні. Цей процес забезпечує не тільки відповідність геометричних параметрів технічним вимогам, але й формує необхідну мікрорельєфну структуру поверхні, що зменшує тертя та знос у вузлах тертя. Якість притирки значною мірою визначає довговічність і надійність роботи деталей у різних механізмах, включаючи гідравлічні агрегати, авіаційні системи та точні прилади, де відхилення навіть у межах сотих часток міліметра можуть впливати на працездатність виробу.

Основними факторами, що впливають на якість процесу, є: вибір абразивного матеріалу з урахуванням твердості оброблюваного металу; правильний підбір зернистості абразиву; стан і структура притира, що забезпечують рівномірність контакту із деталлю; склад притирної пасти, а також режими обробки — швидкість руху, зусилля притискання та тривалість операції. Підвищення якості притирки досягається шляхом системного підходу та оптимізації кожного з наведених параметрів, що дозволяє отримати стабільний результат, зменшити виробничі відхилення та підвищити ресурс деталей. Крім того, важливим аспектом є підтримання стабільної температури у зоні контакту, адже перегрів може призвести до зміни мікроструктури поверхні та втрати її властивостей. Також враховується форма і твердість притира, що має безпосередній вплив на швидкість і якість обробки, а при серійному виробництві — на повторюваність результатів.

Разом із тим, лише оптимізація традиційних параметрів не завжди забезпечує необхідний рівень точності та продуктивності. Тому актуальним є впровадження нових технологічних рішень, які дозволяють комплексно впливати на процес. З цією метою пропонується здійснювати обертання деталей у процесі притирання, застосовуючи гідравлічний привод, який забезпечує безступеневу швидкість обертання деталей на кут 360° з можливістю реверсивного руху. При цьому зусилля притискання деталей забезпечується тиском робочої рідини, яка підводиться до притирального столу, що в процесі притирки здійснює вібраційні рухи. Таке рішення дозволяє значно розширити номенклатуру деталей, що притираються, та покращити якість і продуктивність процесу.

Крім того, застосування гідравлічного приводу з реверсивним обертанням і вібраційним столом забезпечує стабільність процесу притирання.

Таким чином, підвищення якості притирки деталей можливе завдяки комплексному підходу, що включає оптимізацію складу абразивних матеріалів, удосконалення конструкції притирів, впровадження вібраційних та ультразвукових технологій. Це забезпечує досягнення високої точності й довговічності деталей, що особливо актуально для гідравлічних, авіаційних та точних приладобудівних систем, а також для підвищення надійності вузлів військової техніки. Автоматизація процесу з використанням систем моніторингу дає змогу в реальному часі відслідковувати параметри притирки та коригувати режими обробки.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛА З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ДО ТОЧНОСТІ ТА ЗНОСОСТІЙКОСТІ

Каманов Я.Г., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.

Український державний університет науки і технологій

Колінчастий вал є одним із найбільш критично навантажених компонентів двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), який піддається високим циклічним навантаженням крутіння та згину. Шийки валу зношуються внаслідок впливу на них фізико-механічних, хімічних та інших факторів. Дефекти колінчатих валів які найбільше часто зустрічаються в процесі експлуатації це: вигин, зношування посадкових місць під шестерні, зношування отворів і різьб, зношування корінних і шатунних шийок. Руйнування валу, спричинене втомою, здебільшого зніціюється на поверхні, особливо у зонах концентрації напружень (галтелі шийок).

Довговічність колінчастого валу визначається не лише його конструктивним виконанням, але й якістю поверхневого шару, що є комплексом властивостей, які набуті в результаті проведення технологічної обробки.

Традиційні методи фінішної обробки, такі як шліфування, забезпечують високу геометричну точність (крупність, циліндричність) але мають суттєвий недолік: вони часто індукують шкідливі залишкові напруження розтягу (TRS) у приповерхневому шарі. Наявність TRS знижує опір втомі, сприяє зародженню тріщин, що може критично скоротити експлуатаційний ресурс валу.

Метою даного дослідження є розробка оптимізованого технологічного маршруту фінішної обробки колінчастого валу, який забезпечить синергетичне поєднання ультранизької шорсткості ($R_a=0,04$ мкм) із формуванням глибокого та контрольованого шару стискальних залишкових напружень (CRS), що є ключовим фактором підвищення втомної довговічності.

Методологія оптимізації технологічного процесу. Оптимізація технологічного процесу базується на впровадженні операції поверхневого зміцнення пластичною деформацією (ППД), що дозволяє відокремити процес формування геометрії від процесу формування фізичної цілісності поверхні, який проводиться в наступній послідовності.

1. Механічна обробка та фінішне шліфування.

На цьому етапі досягається необхідна геометрична точність (крупність, циліндричність) шийок та галтелей валу. Чистове шліфування може досягати шорсткості $R_a=0,16\ldots1,25$ мкм. Однак, як зазначалося, цей процес часто супроводжується утворенням TRS та ризиком формування "білого шару". На цьому етапі важливо провести вимірювальну інспекцію та оцінити відхилення форми (овальність, конусність), які можуть бути спричинені термічною деформацією.

2. Зміцнення пластичною деформацією (ППД).

Критичним кроком є застосування холодної обробки для формування захисного шару CRS у зонах максимального навантаження (галтелі та перехідні радіуси). Застосовується дробонаклеп або обкочування роликком. ППД є процесом холодної обробки, який пластично деформує поверхневий шар. Пластична деформація (зміщення окремих частин кристала ковзанням або двійникуванням призводить до підвищення щільності дислокацій та утворення шару CRS. Захисний шар CRS діє як внутрішній буфер, який запобігає поширенню втомних тріщин. Обкочування галтелей може збільшити поверхневу номінальну напругу межі втоми до 230–235%.

3. Мікрофінішне полірування.

Це завершальна операція, яка необхідна для усунення надмірної шорсткості, створеної ППД, та досягнення умов для гідродинамічного змащення. Мікрофініш забезпечує ультранизьку шорсткість $Ra=0,04$ мкм, що є критичним для формування стабільної мастильної плівки та мінімізації втрат на тертя. Після фінальної обробки обов'язковим є вимірювання шорсткості профілометром та контроль відсутності мікротріщин колінчастого валу.

Висновки та рекомендації. Для оптимізації надійності та довговічності колінчастого валу ключовим є не мінімальне значення шорсткості (Ra), а створення стискальних залишкових напружень (CRS), які мають прямий вплив на втомну міцність колінчастого валу.

Застосування операції ППД (дробонаклепу або обкочування) є обов'язковим для більшості агрегатів, які піддаються втомі, оскільки цей процес ефективно перетворює небажані TRS на корисні CRS.

Якість відновленого валу слід оцінювати за трикомпонентним критерієм: геометрія, шорсткість та фізичний стан (наявність CRS, виміряна, наприклад, рентгенівською дифракцією).

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ СІДЛОВИХ ТЯГАЧІВ З ПРОГНОЗУВАННЯМ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ

Бородін А.Д., керівник проф. Маліч М.Г.

Український державний університет науки і технологій

Робота присвячена аналізу конструкції головних передач вантажних автомобілів та сідлових тягачів. На рис. 1 наведено базову кінематичну схему трансмісії сідлового тягача.

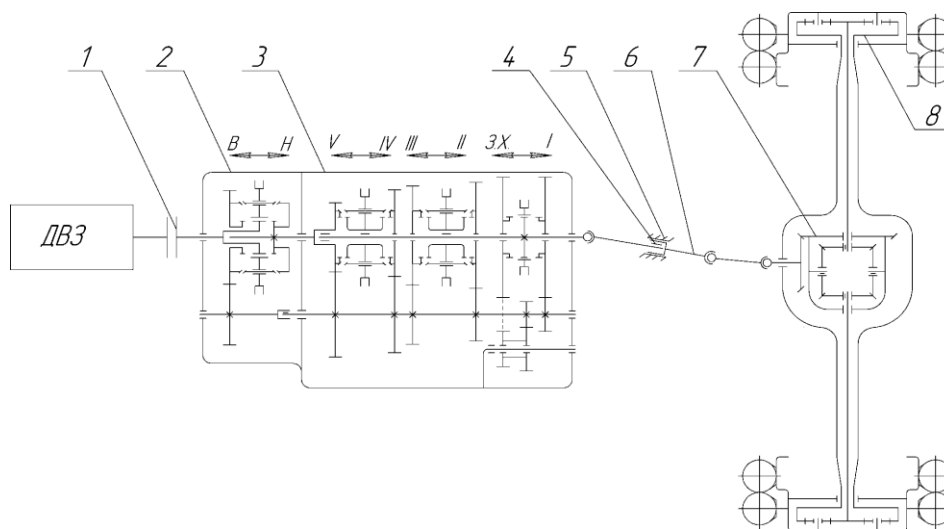


Рисунок 1 – Кінематична схема трансмісії сідлового тягача:

1-зчеплення; 2-дільник; 3-коробка передач; 4-компенсуюче з'єднання; 5-проміжна опора; 6-карданний шарнір; 7-центральний редуктор головної передачі; 8- колісний редуктор головної передачі.

Проведено дослідження експлуатаційної надійності трансмісії сідлового тягача, (рис.2).

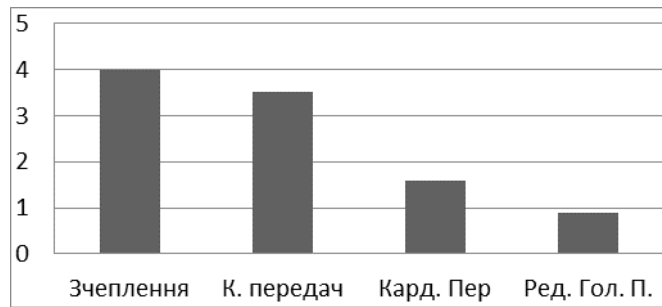


Рисунок 2 - Розподіл загального числа відмов трансмісії

Виявлено, що відмова таких елементів трансмісії, як головна передача тягне за собою великі матеріальні збитки, так як це пов'язано з необхідністю виконання ремонтних робіт з заміною зубчастого зачеплення.

В роботі запропонований індивідуальний метод оцінки пошкоджень, прогнозування і запобігання або зниження дорожніх відмов деталей трансмісії з урахуванням їх потенційних властивостей надійності, а також рівня і тривалості впливу дійсних факторів, тобто режимів роботи автомобіля і його елементів.

Сума експлуатаційних зносів зубчастих коліс головних передач за всі пробіги визначає накопичений знос з початку експлуатації автомобіля, що дорівнює

$$t_{\text{сум}} = t_{e1} + t_{e2} + \dots + t_{ei} \leq t_{\text{доп.}}$$

Співвідношення між накопиченим зносом з початку експлуатації і допустимим зносом за технічними умовами дозволяє прогнозувати можливий момент настання відмови деталей. Це дасть можливість помітного підвищення продуктивності автомобіля з-за скорочення простоїв в ремонті і зниження витрат на підтримку його надійності.

Виконано загальний розрахунок головної передачі, в якості перевірки виконано розрахунок на міцність і довговічність зубчастих коліс головної передачі, підібрано підшипники для ведучої шестірні.

ВИСНОВКИ Головна передача має вагомий вплив на надійність трансмісії сідлового тягача. Наведений метод оцінки пошкоджень, прогнозування дозволяє запобігати аварійним відмовам деталей трансмісії з урахуванням їх потенційних властивостей надійності, а також рівня і тривалості впливу дійсних факторів, тобто режимів роботи автомобіля і його елементів.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНИХ СКЛАДОВИХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Соболевський Є.В., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.
Український державний університет науки і технологій

На сьогоднішній день усі різновиди транспорту значно зашкоджують екології, при цьому самим небезпечним є автомобільний транспорт. На даний час автомобіль став самим масовим транспортним засобом в світі, кількість автомобілів збільшується (в першу чергу легкових) та по прогнозам ця тенденція на ближній час збережеться. Тільки в серпні та вересні 2025 року під час військової російської агресії українці придбали щомісяця близько 6,8 тисячі нових легкових автомобілів. В цей же час за кордону було завезено більше 40 тисяч вживаних транспортних засобів. В країнах світу на даний момент нараховується більше 600 млн. автотранспортних засобів, кожен з яких усереднено викидає близько 4 кг чадних газів протягом доби, а також великий обсяг таких речовин, як оксиди азоту, сірка, сажа. Використання етильованого бензину, який в своєму складі містить свинець, призводить до потрапляння цього високотоксичного елемента у вихлопні гази транспортних засобів.

Сьогодні в більшості міст України автомобільний транспорт забруднює атмосферу майже на 30%. А в окремих містах України внесок автотранспортного комплексу в забруднення атмосфери сягає 50-80 %. При цьому частка викидів забруднювальних речовин автотранспортними засобами становить 60-85 % від усіх об'єктів автотранспортного комплексу. 15-25 % забруднень зумовлено станом автомобільних доріг, а 5-10 % - стаціонарними джерелами. Окрім того автотранспорт «забирає» кисень з атмосфери, для транспортних засобів постійно розширюється мережа доріг із твердим покриттям, що сприяє зменшенню зелених зон на планеті.

Автотранспортні засоби являються джерелом підвищеного шуму та електромагнітних випромінювань. Транспортний шум являє собою також серйозну небезпеку для людей, особливо якщо вони живуть біля автомагістралей. Він призводить до стресів і безсоння. Крім цього необхідно враховувати інтенсивність навантаження на рухомий склад і особливо бойової техніки, яка пов'язана з агресією російської федерації проти України а також шкода екології в ході бойових дій.

В результаті порушень правил експлуатації та неякісного і несвоєчасного проведення технічного обслуговування настає погіршення технічного стану двигуна та порушення регулювань, що призводить до збільшення токсичності та димності відпрацьованих газів. До таких наслідків призводить порушення нормальної роботи газорозподільного механізму та циліндропоршневої групи двигуна, а також паливної апаратури, внаслідок втрати герметичності клапанів, спрацьовування деталей, погіршення характеристик впорскування, розпилювання та подачі палива;

Вплив автомобільного транспорту та інфраструктури, що забезпечує його функціонування, супроводжується значним забрудненням навколишнього середовища. Основні види впливу - забруднення атмосферного повітря токсичними компонентами відпрацьованих газів транспортних двигунів, викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, забруднення водних об'єктів, утворення виробничих відходів та вплив транспортного шуму. Автотранспорт згубно впливає не тільки на навколишнє середовище (атмосферу, ґрунт, воду), а й утворює ряд виробничих відходів.

Основними відходами автотранспорту є металеві частини автомобіля, акумуляторні батареї та гумові шини, резино-технічні вироби всіх типів. Відходи забруднюють гідросферу і літосферу, акумулюються в цих середовищах і тому підлягають утилізації, знезараженню, вивезенню та переробці. Гума, пластмаси та метал повинні бути перероблені як з екологічної, так і з економічної точки зору. Останнім часом в нашій країні навіть в період військового стану впроваджуються екологічні програми по вторинному використанню та переробці основних частин несправних автомобілів і їх вузлів та агрегатів.

За даними статистики, кожен рік в Україні з експлуатації виводиться від 100 до 200 тисяч машин. Однак самостійно вивозять свої транспортні засоби на утилізацію не більше 5% автовласників. Сьогодні в Україні утилізації підлягає вже понад 1 млн. автомобілів, непридатних для подальшої експлуатації. Впровадження концепції утилізації таких автомобілів дасть можливість переробити їх, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Особливо це питання актуальне і в період військової агресії російської федерації проти нашої держави. Крім закінчення терміну експлуатації транспортних засобів багато рухомого складу (у тому числі військової техніки) було пошкоджено в результаті військових дій.

Пріоритетними напрямками розвитку екологічних складових автомобільного транспорту та підвищення екологічної безпеки автомобіля на всіх стадіях його життєвого циклу від виробництва до утилізації є:

- удосконалення екологічних стандартів та норм, які будуть відповідати екологічному технічному законодавству у країнах Європейського Союзу (ЄС);

- різні способи зменшення викидів токсичних компонентів у навколишнє середовище як у транспортних засобах, так і в системах обслуговування та ремонту автомобілів;

- уникнення неконтрольованого захоронення небезпечних відходів;
- проектування і виготовлення нових транспортних засобів, здатних до швидкого розбирання, використання у подальшому вживаних справних механізмів і агрегатів;
- на всіх стадіях життєвого циклу автомобіля використання шкідливих матеріалів і спеціальних рідин повинно бути мінімальним;
- своєчасне технічне обслуговування і точне регулювання системи запалювання та живлення двигунів внутрішнього згоряння;
- зниження шкідливого впливу токсичних речовин на навколишнє середовище в процесі експлуатації за рахунок впровадження новітніх систем нейтралізації шкідливих викидів (система вибіркової каталітичної нейтралізації (SCR), сажовий фільтр (DPF) та інші);
- широке використання зрідженого природного газу, альтернативних видів пального, нових транспортних засобів – електромобілів, гібридних автомобілів та автомобілів на паливних елементах;
- введення різних присадок і нейтралізаторів до складу палива, які забезпечують його бездимне згоряння, контроль за якістю палива в відповідності до екологічних стандартів Європейського Економічного Союзу (Євро-5, Євро-6);
- використання новітніх систем запалювання, які сприяють повному згорянню палива;

- покращення екології великих міст України за рахунок виконання вимог екологічного законодавства, заборони будівництва у центрі міст автостоянок, контролю зведення автозаправних станцій у межах міста, будівництво об'їзних доріг, розроблення шумового захисту - основні допустимі рівні шуму для легкових автомобілів у ЄС з 1 липня 2024 року 70 дБ(А) і стимулювання екологічно безпечного транспорту.

Висновок. Таким чином, для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище необхідно впроваджувати європейські екологічні стандарти, використовувати альтернативні види пального, електротранспорт, сучасні системи нейтралізації викидів і розвивати нормативно-правову базу та процедуру утилізації транспортних засобів. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню екологічної безпеки автомобільного транспорту та збереженню довкілля.

ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА

ПІДСЕКЦІЯ «ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВАГОНІВ-ЦИСТЕРН ПРИ ГАЛЬМУВАННІ

Самков С.О. керівник доц. Урсуляк Л.В.

Український державний університет науки і технологій

Незважаючи на різноманітність та велику кількість питань, розглянутих та вирішених у галузі перехідних режимів руху наливних поїздів, проблема динаміки поїзда, зокрема його поздовжніх коливань, як і раніше, залишається актуальною.

Як відомо, рухливість вантажів істотно впливає на коливання вагонів, що знаходяться у складі поїзда, у випадках, коли жорсткість з'єднання вантажу з вагоном значно нижча за жорсткість міжвагонного з'єднання. Далі проаналізовано поздовжню навантаженість поїздів при найбільш небезпечному режимі руху – екстремому гальмуванні. Для цього

розглядалися вантажні потяги, складені із чотиривісних вагонів-цистерн. Розглянуто вплив вантажів різної щільності, що перевозяться в цистернах, на рівень поздовжніх зусиль, що виникають. Як відомо, кожен тип цистерн призначений для перевезення певного рідкого вантажу. Однак часто в цистерні перевозять рідкий вантаж, що їй не відповідає. Це особливо небезпечно, якщо питома вага рідини, що перевозиться, значно більше того, для якого призначена дана цистерна. У цьому випадку завантаження цистерни визначається масою вантажу і, щоб уникнути перевантаження вагонних осей, заповнюють цистерну з недоливом.

Для вирішення поставленого завдання використовувався програмно-обчислювальний комплекс, створений у галузевій науково-дослідній лабораторії динаміки та міцності рухомого складу ДПТУ та дані натурних досліджень.

Оцінюючи поздовжню навантаженість поїздів при гальмуванні передбачалося, що цистерни обладнані розподільниками повітря з умовним № 483, включеними на середній режим роботи і композиційними гальмівними колодками, а міжвагонні з'єднання - пружньо-фрикційними поглинаючими апаратами Ш-1-ТМ. Дослідження гальмування розтягнутих поїздів дозволило отримати найбільші ударні зусилля, а стислих – оцінити зусилля квазістатичного характеру.

Як відомо, найбільші поздовжні зусилля при гальмуванні виникають за низьких швидкостей руху, тому аналізуючи поздовжню навантаженість поїздів розглянуто екстрене гальмування на горизонтальній ділянці колії з початковою швидкістю руху 20 км/год

В результаті чисельних експериментів отримано розподіл максимальних значень поздовжніх зусиль по довжині поїзда, що складається з 78 чотиривісних вагонів-цистерн масою 79 тонн і двох розташованих у голові локомотивів ПЛ-80 при екстремому гальмуванні. Розглядалися різні варіанти вантажу, що перевозилися; вантаж зі щільністю $\rho=0,768 \text{ т/м}^3$, при цьому недолив виявився рівним 0,65 м, і вантаж з щільністю $\rho=1,15 \text{ т/м}^3$ і недоливом 1,4 метра.

Отримані результати показали, що рівень найбільших зусиль при екстремому гальмуванні та малих швидкостях руху (до 20 км/год) практично не залежить від щільності вантажу та визначається в основному довжиною поїзда. Це пояснюється тим, що розглянутий процес (від початку гальмування до зупинки поїзда) пройшов досить швидко (протягом 19 с) і рухлива частина рідини не встигла суттєво вплинути на рівень поздовжніх сил.

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ

Бутко А.А., Коваленко Д.І., керівник доц. Недужа Л.О.

Український державний університет науки і технологій

Для безпечної експлуатації одиниць транспорту та їх елементів необхідно постійно підтримувати достатній їх рівень надійності. Мінімальне підвищення надійності (навіть найменшої деталі) вимагає значних наукових досліджень, нових технологічних розробок, фінансових інвестицій тощо. В сучасних умовах більшість транспортних компаній прагнуть зменшити невиробничі втрати шляхом впровадження ефективних систем управління. Вони спрямовані на зниження ризиків виникнення браку продукції, інцидентів, аварійних ситуацій тощо.

Транспортні події, що призводять до випадків порушення безпеки руху, вимагають першочергової уваги і дослідження. Для підвищення безпеки на транспорті серед багатьох факторів важливим є здатність оцінювати ризики. При цьому вивчення факторів, що впливають на безпеку руху, дають додатковий інструментарій для управління транспортними процесами. Одними з таких інструментів є розуміння та

управління ризиками. Основною задачею яких є досягнення і підтримка управління/експлуатації залізничного транспорту.

Для оцінки ризиків проводяться: якісний і кількісний аналіз рівня ймовірності та частота його появи; оцінка всіх наслідків події; процедура ідентифікації ризику. Після аналізу ризику отримані результати потрібно порівняти з допустимими критеріями (з допустимими нормами).

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МОБІЛЬНОГО ОКОПНОГО УКРИТТЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ВСУ ВІД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

Хрипко І.С., керівник доц. Костриця С.А.

Український державний університет науки і технологій

В умовах безпосереднього зіткнення з противником під час військової агресії російської федерації проти України особливого значення набуває будівництво оборонних рубежів. Земляний бруствер оборонних споруд у вигляді окопів забезпечує захист особового складу від вогню зі стрілецької зброї та уламків тільки в горизонтальній проекції. У вертикальній проекції захист позиції практично відсутній, тому з появою сучасних засобів ураження, таких, як напад та FPV дрони, рівень втрат особового складу збільшується в рази.

Вирішенням питання захисту особового складу від означених засобів ураження може бути розробка мобільного, індивідуального збірно-розбірного металевих укриття, яке буде швидко встановлюватися в бічній стінці траншеї. При появі небезпеки солдат зможе швидко зайняти укриття, що значно підвищує рівень його безпеки та рівень безпеки підрозділу в цілому. Крім того, укриття облаштоване в боковій стіні окопу може бути використане для розміщення та зберігання запасу боєкомплекту та їстівних припасів. Саме конструкція такого укриття запропонована нашим захисникам для обладнання окопних захисних споруд.

На теперішній час виготовлено дослідний зразок мобільного укриття яке передано в одну з бригад ВСУ. Дослідна конструкція представляє собою сталевий паралелепіпед (без передньої стінки), який укріплено ребрами жорсткості. Габаритні розміри зібраної конструкції 1500x500x600 мм, розібраної 1500x500x60 мм. Основні конструктивні елементи виконані із сталевих гарячекатаного листа товщиною 3 мм та рівнобічних кутників 40x4 мм, 63x5 мм. Матеріал – сталь Ст.3. Вага комплексу конструкції складає 70 кг. Для з'єднання конструктивних елементів використовуються болти з гайками М8. Час збірки конструкції та встановлення її в нішу окопу складає 45 хв., час демонтажу - 15 хв.

Досвід використання дослідного зразка показав:

- конструкція має значну вагу (70 кг) для перенесення та встановлення у відкриту нішу одним бійцем;
- після демонтажу конструкція укриття не має залишкових деформацій, але під вагою насипного ґрунту прогин верхнього листа перевищує 25 мм, що не задовольняє вимогам другого розрахункового стану.

Проведені додаткові дослідження з використанням методу скінчених елементів показали:

- не порушуючи умов міцності, замість листів товщиною 3мм, в конструкції укриття можуть бути встановлені листи 2мм;
- для зменшення прогину верхнього листа необхідно встановити на його поверхні три додаткових рівнобічних кутника 40x4 мм.

В результаті запропонованої модернізації вага конструкції зменшується на 25 кг

(замість 70 кг становить 45 кг), а прогин верхнього листа не перевищує 5 мм.

Додатково розглянута можливість організації в задній стіні укриття міні ніші для розміщення стрілецької зброї та боєкомплекту.

На теперішній час ведуться роботи з виготовлення модернізованого зразку мобільного укриття.

ПРО НАЙБІЛЬШУ У СВІТІ СОНЯЧНУ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЮ ІЗ СИСТЕМОЮ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ

Козаметов А.А., керівник доц. Каряченко Н.В.

Український державний університет науки і технологій

Для стабільного та екологічного постачання електроенергії введено в експлуатацію велику термосонячну електростанцію нового покоління у Китаї. Проект включає дві вежі-приймача та близько 30 000 геліостатів – дзеркал, що автоматично повертаються за сонцем. Дзеркала фокусують сонячні промені на вежі, де нагрівається сіль розплавлена до температури понад 500°C. Накопичене тепло використовується для виробництва пари, що обертає турбіни та виробляє електроенергію. Завдяки системі теплоаккумуляції станція здатна генерувати електрику навіть після заходу сонця – увечері та вночі. Саме ця можливість забезпечувати безперервну та стабільну подачу енергії є головною перевагою термосонячної енергетики порівняно із сонячними фотоелектричними панелями, які перетворюють сонячне світло безпосередньо на електрику. Річне виробництво станції складає до 1,8 млрд кіловат-годин, що можна порівняти з річним споживанням електроенергії в Люксембурзі. У майбутньому термосонячні електростанції як ефективні накопичувачі енергії відіграватимуть ще більш важливу роль у стабілізації енергомереж та підтримці базового навантаження. Такі проекти відкривають нові можливості для стабільного та екологічного енергопостачання у регіонах із високою сонячною активністю. Запуск термосонячної електростанції демонструє, що технології концентрованої сонячної енергії переходять на новий рівень розвитку та здатні конкурувати з традиційною генерацією, створюючи основу для стійкішої енергетичної системи майбутнього.

НАБЛИЖЕНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ БАГАТОПОВЕРХОВИХ І БАГАТОПРОЛЬОТНИХ РАМ

Шевцов С.О., керівник ст. викл. Федоров Є.Ф.

Український державний університет науки і технологій

Розрахунок складних статично невизначених систем за точними методами, до яких належать метод сил, метод переміщень, змішаний метод - завдання трудомістке і складне. Тому зрозумілим було прагнення знайти простіші способи розрахунку, які усунули б основну математичну трудність - розв'язування громіздких систем рівнянь, а точність розрахунку була б задовільною для практики, близької до точних розрахунків.

Наближені методи широко використовують на стадії варіантного проектування, що дає змогу швидко порівняти різні планувальні і конструктивні варіанти споруди.

Здебільшого для визначення зусиль в елементах споруди від випадкових навантажень, що рідко виникають, наближені методи можна використовувати як самостійні і достатньо точні.

Наближені методи потрібні для швидкого прийняття рішень в аварійних ситуаціях, коли потрібно діяти швидко і ефективно. За допомогою наближених методів можна деякою мірою оцінювати результати розрахунку, отримані з використанням програмних комплексів.

Отже, призначення наближених методів різноманітне і знати їх інженеру-будівельнику необхідно.

Треба зазначити, що наближені методи виникли як результат аналізу роботи конструкції і результатів точних розрахунків, тому знаючи ці методи, збагачуються інженерні знання, які дають змогу орієнтуватися в роботі конструкцій, і потрібні вони не тільки тим, хто проектує і будує, але і тим, хто стежить за експлуатацією будівельних конструкцій.

Спрощені, наближені способи розрахунку можна отримати за рахунок спрощення схеми конструкції.

Спрощення розрахункової схеми завжди має певні межі, які не можна не враховувати.

Необхідно відзначити такі способи спрощення розрахункової схеми, як:

- нехтування впливом навантажень, розташованих далеко від стержня, зусилля в якому визначається;
- уніфікація прольотів, висот, жорсткостей окремих елементів системи, якщо різниця цих величин невелика;
- нехтування переміщенням вузлів у випадку, коли вони малі;
- спрощення вузлових з'єднань і опорних закріплень;
- спрощення навантажень.

Допустимі спрощення виявили під час аналізу багатьох результатів розрахунку за точними методами. Широкого узагальнення, однак, отримати неможливо, і ми розглянемо рекомендації для окремих типів рам.

ЗНИЖЕННЯ ОСЬОВИХ СИЛ ПРИ ПРОКАТЦІ НА СТАНАХ ХОЛОДНОЇ ПІЛЬГЕРНОЇ ПРОКАТКИ ТРУБ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗУБЧАСТО-ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ПРИВОДУ ВАЛКІВ

Щербина Р.О., керівник доц. Сьомічев А.В.

Український державний університет науки і технологій

Застосування механізму приводу валків на станах холодної пільгерної прокатки труб шестірня-рейка приводить до появи осьових сил, що є причиною виникнення дефектів. Особливо осьові сили впливають при прокатці тонкостінних труб. Осьові сили не дають можливості отримати тонкостінні труби.

Швидкість обертання валків залежить від швидкості робочої кліті. Використання окремого приводу для валків дозволить регулювати швидкість валків по довжині ходу робочої кліті.

Проведено структурний аналіз зубчасто-важільного механізму приводу валків. Встановлено, що зубчасто-важільний механізм працездатний. Окремий привод зубчасто-важільного механізму дозволяє регулювати швидкість обертання валків незалежно від приводу робочої кліті. За допомогою математичного моделювання встановлено необхідний закон зміни кутової швидкості валків. Зубчасто-важільний механізм забезпечить зменшення осьових сил. Це дозволить отримувати тонкостінні труби без утворення дефектів (гофрів і т.ін.) з можливістю розширення сортаменту.

**ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАСТИКОВИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
МЕТОДОМ 3D-ДРУКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗВОРОТНОГО
РЕІНЖИНІРИНГУ**

Євлашевич Є.М., керівник ст. викл. Бончук С.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасний етап розвитку промисловості визначається впровадженням концепції Industry 4.0, що передбачає повну цифровізацію виробничих процесів, інтеграцію штучного інтелекту, автоматизацію та використання технологій Інтернету речей. Важливою складовою цієї концепції є адитивне виробництво (3D-друк), яке відкриває нові можливості для ремонту, відновлення та виготовлення деталей машин. Застосування зворотного реінжинірингу дозволяє швидко відновлювати геометрію пошкоджених елементів без необхідності наявності оригінальної конструкторської документації.

У рамках концепції Industry 4.0 процес відновлення деталей інтегрується у цифровий ланцюг виробництва. Дані зі сканера автоматично потрапляють у систему CAD/CAM, де створюється цифровий двійник деталі. Потім модель передається до 3D-принтера, що дозволяє мінімізувати людський фактор.

Використання штучного інтелекту сприяє автоматичному аналізу дефектів і вибору оптимальних параметрів друку. Хмарні технології забезпечують доступ до баз даних моделей, що спрощує відновлення навіть рідкісних або застарілих комплектуючих.

Відновлення пластикових деталей машин за допомогою 3D-друку базується на поєднанні трьох основних етапів:

1. Цифрове сканування об'єкта. За допомогою 3D-сканерів створюється хмарна модель точок поверхні пошкодженої деталі. Це дозволяє з високою точністю відтворити її геометрію, навіть якщо частина елемента втрачена.

2. Зворотне моделювання (реінжиніринг). На основі отриманої 3D-моделі інженери створюють цифровий прототип, який може бути оптимізований — наприклад, змінено товщину стінок, покращено механічну міцність або додано ребра жорсткості.

3. 3D-друк готової деталі. Відновлена модель друкується на 3D-принтері із застосуванням сучасних полімерів, нейлону або фотополімерів, іноді з армуванням вуглецевим волокном. Це дозволяє досягти властивостей, наближених до оригінальної деталі.

Перевагами реінжинірингу для процесу відновлення деталей методом 3D-друку є:

- Швидкість і гнучкість. Відновлення може бути виконане протягом кількох годин без потреби у складному інструментальному обладнанні.
- Економічна ефективність. Вартість 3D-друку значно нижча, ніж виготовлення нової деталі або закупівля оригіналу.
- Персоналізація. Можливість внесення конструктивних змін без додаткових витрат.
- Стійкість до зношування. Використання інноваційних матеріалів дозволяє підвищити ресурс відновлених елементів.
- Екологічність. Виробництво відбувається без відходів, що відповідає принципам «зеленого виробництва» Industry 4.0.

Практичне застосування даного методу знайшло свій відгук на виробництві на прикладі відновлення корпусів датчиків, кронштейнів, елементів приладів, декоративних накладок (рис. 1). Широко застосовується також у відновленні побутової техніки, наприклад відновлення пластикових ручок, засувки або виробів, що зняті з виробництва. У кожному з випадків використання 3D-друку знижує час простою обладнання та скорочує витрати на ремонт.



Рисунок 1 – Приклад відновлення деталі обладнання

Технологія відновлення пластикових деталей машин методом 3D-друку у поєднанні зі зворотним реінжинірингом є яскравим прикладом реалізації принципів Industry 4.0. Вона дозволяє скоротити терміни ремонту, зменшити витрати, підвищити ефективність виробництва та забезпечити сталий розвиток промисловості. Її впровадження стає стратегічним напрямом для підприємств, які прагнуть до цифрової трансформації та підвищення конкурентоспроможності.

Подальше вдосконалення технології пов'язане з впровадженням композитних

полімерів з підвищеними експлуатаційними властивостями, автоматизацією процесу зворотного проектування та інтеграцією систем моніторингу якості. У майбутньому очікується створення автоматизованих систем, здатних самостійно аналізувати поломки, відтворювати 3D-моделі та запускати процес друку без участі оператора.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ СИЛОВОГО ГВИНТА ЛЕЩАТ У КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО ВИРОБНИЦТВА

Устименко А.К., керівник доц. Бондаренко С.В.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному машинобудуванні підвищення експлуатаційної надійності та довговічності деталей є ключовим напрямом розвитку сталого виробництва. Одними із важливих елементів на машинобудівних підприємствах, що безпосередньо впливає на якість виготовлюваних деталей є різноманітні затискні пристрої. Одним з найбільш поширених їх представників є лещата слюсарні/верстатні, до складу яких входить силовий гвинт. Саме ця деталь працює в умовах значних контактних навантажень і тертя. Недостатня зносостійкість гвинта призводить до втрати точності затискання, підвищення енерговитрат і збільшення кількості відходів у виробництві, а, найголовніше, до зниження якості готової продукції.

Метою роботи є технологічне забезпечення підвищення зносостійкості силового гвинта шляхом удосконалення процесів фінішної обробки та застосування поверхневих покриттів, які дозволяють підвищити відповідність технологічних процесів принципам сталого виробництва. Розглянуто методи тонкоплівкового покриття, напилення твердих сплавів, іонно-плазмового осадження (PVD), а також профільного шліфування CBN-абразивами (абразивами з кубічним нітридом бору), що забезпечують високу чистоту поверхні та мінімальні деформації основного матеріалу.

Для оцінки ефективності запропонованих рішень проведено аналіз впливу нанесення покриттів для збільшення робочого ресурсу деталей. В середньому цей показник становить: для DLC — 1.7–3.0х, для композитних DLC/MoS₂ — до 2.0–3.3х. Запропоновані технологічні рішення сприяють підвищенню ресурсу деталей, скороченню кількості відходів і зниженню енергоспоживання у процесі виробництва, що повністю узгоджується з цілями сталого розвитку та екологічними вимогами до сучасного машинобудування.

СИМУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСІВ НАЛАДКИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

Костюков В.В., керівник ст. викл. Карабут В.М.

Український державний університет науки і технологій

Робота присвячена розгляду методу обробки еластичним полімер-абразивним інструментом, який має широке технологічне можливості завдяки своїй конструкції. Незважаючи на те, що існує багато прогресивних методів шліфування, що забезпечують достатню точність та шорсткість поверхні, але з швидкими розвитком машинобудування, що вимагає інноваційних методів шліфування, які забезпечують різні форми та стани мікрорельєфу поверхонь, з'явився новий метод шліфування, який відповідає цим вимогам. Складність цього дослідження пов'язана з великою кількістю початкових умов, які треба задати для визначення стану поверхні. Крім того дане дослідження базується тільки на практичних знаннях, які ще треба проаналізувати й дати конкретні підсумки. Але й на даному етапі вже можливо сказати, що однією із проблем є підбір оптимальних режимів для кожної з поверхонь. В подальшому тема

може розвинутись до промислових масштабів та створення нових конструкцій інструменту.

СТВОРЕННЯ РОЗКАДРОВОК ТА АНІМАЦІЇ МОДЕЛЕЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL

Шаповалов О.Р., керівник ст. викл. Вишневський І.В.
Український державний університет науки і технологій

Розкадрування та анімації використовуються для створення відеороликів та послідовностей знімків, які наочно демонструють роботу механізмів та збирання виробів, допомагають візуалізувати складні процеси, а також створюють інтерактивний контент для навчання.

З їх допомогою можна показати переміщення та поворот компонентів, зміну їх видимості та положення камери, що робить інформацію більш доступною та зрозумілою, створювати навчальні матеріали, в яких послідовно показані дії та етапи роботи з моделлю.

Результат роботи зберігається як відео для подальшого використання процесі навчання.

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ВІДНОВЛЕННЯ ОПРАВОК СТАНУ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ

Васін А.А., керівник зав. каф. Негруб С.Л.
Український державний університет науки і технологій

Технологічне забезпечення відновлення оправок стану холодної прокатки в умовах сталого виробництва є актуальною задачею так як об'єкт відновлення є габаритним та швидкозношуваним. Оскільки активна експлуатація оправок призводить до виникнення зношування внаслідок тертя та підвищених температур в зоні роботи, це призводить до виходу з ладу окремих поверхонь деталі через знос, виникає потреба відновлювання оправок, а не відкидання їх та заміни новими. Щоб продовжити робочий цикл деталі, у машинобудуванні використовують різноманітні методи. В якості методу відновлення оправок стану ХПТ було обрано електроіскрове легування. Цей метод дозволяє наносити певний шар металу на поверхню деталі за рахунок наплавлення електроду під дією електричного струму та вібрації. Дослідники розділяють отриманий у результаті електроіскрового легування поверхневий шар виробу на зони, а саме: «білий шар», перехідний шар, незмінний матеріал заготовки. В «білому» шарі спостерігаються хіміко-термічні перетворення перехідного шару, який включає зону термічного впливу і дифузійну зону, під яким знаходиться незмінений матеріал виробу (катода).

Для серійного виробництва можливе модифікування верстата 16K20 установкою для електроіскрового легування шляхом встановлення пристрою у різцетримач. Після випробувань було проведено вимірювання мікротвердості та шорсткості легованої поверхні.

ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЛИТТЯ ЯК СПОСІБ ОТРИМУВАТИ ВЕЛИКОГАБАРИТНІ ЗАГОТОВКИ

Гладкий О.Ю., керівник зав. каф. Негруб С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Традиційно великогабаритні заготовки отримують з поковки. У разі наявності отворів в готовій деталі, його отримують майже на всю довжину заготовки, залишаючи дно. Використання стандартної трубної заготовки стало неможливим через відсутність труби з потрібною товщиною стінки. В існуючому варіанті технологічного процесу заготовку отримували з двох частин, після обробки які з'єднуються зварюванням. В запропонованому варіанті технологічного процесу цей підхід також вирішено залишити, але основну частину циліндру запропоновано отримувати електрошлаковим відцентровим кокільним литтям (ЕКЛ). Форма (кокіль) нерухома відносно плавильного тигля. Цим методом просто й економічно можна отримати відносно складні за конфігурацією заготовки з фізико – механічними властивостями, які задовольняють вимоги, що висуваються до кувань.

ЕКОНОМІКА ТА ПІДПРИЄМНИЦТВО

ПІДСЕКЦІЯ «ЕКОНОМІКА»

ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КЛІЄНТСЬКИМИ ПОТОКАМИ В ТОРГОВЕЛЬНОМУ БІЗНЕСІ УКРАЇНИ

Головко О. М., керівник доц. Задоя В. О.

Український державний університет науки і технологій

Торгівля завжди була чутливою до поведінки споживачів. Сьогодні, коли економіка України перебуває під тиском воєнних викликів і водночас інтегрується у європейський простір, управління клієнтськими потоками стає ключовим чинником виживання та розвитку торговельних підприємств. Мова йде не лише про залучення нових покупців, а й про вміння утримати постійних клієнтів, забезпечити для них належний рівень сервісу, швидкості та зручності обслуговування.

Сучасна система управління клієнтськими потоками базується на поєднанні кількох складових. По-перше, це аналітика споживчої поведінки. Багато торговельних компаній в Україні сьогодні використовують цифрові інструменти для відстеження відвідуваності магазинів, обліку онлайн-замовлень, аналізу частоти покупок та середнього чека. Це дозволяє формувати більш точну картину попиту й адаптувати асортимент. Наприклад, навіть середні за розміром ритейлери інтегрують CRM-системи, які фіксують індивідуальну історію покупок клієнта та пропонують персоналізовані знижки.

По-друге, важливим елементом виступає організація простору і логістики. У фізичних магазинах правильне розташування товарів, оптимізація касових зон і використання системи «self-checkout» суттєво впливають на швидкість обслуговування та задоволеність покупців. У той же час онлайн-торгівля потребує якісної логістики: швидкої доставки, зручних пунктів самовивозу, прозорого відстеження замовлення. Українські торговельні мережі намагаються комбінувати фізичні та цифрові канали, створюючи єдину омніканальну систему взаємодії з клієнтом.

По-третє, комунікація з клієнтами. Соціальні мережі, чат-боти, мобільні застосунки стали інструментами підтримання постійного діалогу. В умовах високої конкуренції покупець очікує швидкої відповіді на запитання, можливості залишити

відгук і отримати реакцію компанії. Тут формується так званий «цифровий сервіс», що стає не менш важливим, ніж безпосередньо ціна чи якість товару.

Формування сучасної системи управління клієнтськими потоками в Україні має і свої проблеми. По-перше, нестача фінансових ресурсів у бізнесу обмежує масштаби впровадження інноваційних технологій. По-друге, відсутність кваліфікованих кадрів, які можуть ефективно використовувати цифрові аналітичні інструменти, гальмує розвиток. По-третє, нестабільність зовнішнього середовища ускладнює прогнозування попиту, що призводить до ризику дефіциту або, навпаки, надлишку товарів на складах.

Системний підхід до управління клієнтськими потоками передбачає поєднання традиційних економічних інструментів із сучасними цифровими технологіями. Ті компанії, які швидше зможуть вибудувати омніканальні стратегії, ефективно працювати з даними та формувати довіру клієнтів, матимуть найбільші шанси зберегти конкурентні позиції на ринку. Для України це не лише питання бізнесу, а й важливий елемент економічної безпеки, адже торгівля є однією з ключових сфер, що забезпечує робочі місця та наповнення бюджету.

Таким чином, формування сучасної системи управління клієнтськими потоками в українському торговельному бізнесі є процесом, що поєднує технології, організаційні рішення та соціальну відповідальність. Це шлях, який вимагає адаптації до кризових обставин, але водночас відкриває перспективи для інтеграції у світовий ринок та розвитку внутрішньої економіки.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНОЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ МЕРЕЖ

Засуха В. О., керівник доц. Задоя В. О.

Український державний університет науки і технологій

Сфера роздрібної торгівлі в Україні є одним із найбільш динамічних сегментів економіки. Торговельні мережі виконують не лише функцію продажу товарів, а й формують стандарти споживчої культури, впливають на конкурентне середовище та створюють робочі місця. У період воєнних викликів та післявоєнного відновлення питання стратегічного розвитку торговельних компаній стає особливо важливим.

Розвиток торговельної мережі вимагає адаптації до постійних змін: коливань купівельної спроможності населення, проблем із логістикою, зміни податкового навантаження та підвищення вимог до якості обслуговування. Конкурентна стратегія дає можливість визначити пріоритетні напрями дій і зберегти стійкість бізнесу навіть у складних економічних умовах.

Серед основних підходів можна відзначити:

1. *Стратегія низьких цін.* Часто використовується в дискаунтерах та локальних мережах, орієнтованих на масового споживача. Вона дозволяє залучити клієнтів із нижчим рівнем доходу, але вимагає високої ефективності управління витратами.
2. *Диференціація асортименту.* Українські торговельні мережі активно впроваджують власні торгові марки (private label), що дозволяє знизити залежність від постачальників і водночас пропонувати унікальні товари за доступними цінами.
3. *Цифровізація процесів.* Використання мобільних застосунків, електронних програм лояльності та онлайн-замовлень із доставкою стає невід'ємним елементом конкурентної боротьби. Цей підхід особливо актуальний для молодого покоління споживачів.

4. *Регіональна експансія.* Багато мереж намагаються виходити за межі столиці та великих міст, розширюючи присутність у середніх і малих населених пунктах. Це створює додаткову клієнтську базу та зміцнює позиції на національному рівні.
5. *Соціальна відповідальність.* У час війни важливим конкурентним фактором стає участь у гуманітарних та благодійних проектах. Покупці дедалі більше цінують компанії, які допомагають громаді та підтримують Збройні Сили України.

Деякі мережі, наприклад, «АТБ» та «Сільпо», активно поєднують кілька стратегій: оптимізація витрат, цифрові інновації та робота з унікальними форматами магазинів. «Еко-маркет» намагається поєднати традиційну цінову привабливість із розвитком власних брендів і розширенням у регіони. Такі приклади свідчать про важливість комплексного підходу.

Таким чином, конкурентна стратегія торговельної мережі сьогодні має бути гнучкою, поєднувати економічну ефективність і орієнтацію на клієнта. Для українських компаній критично важливо не лише реагувати на зміни, а й випереджати їх за допомогою інновацій, цифрових технологій і соціальної активності. Лише так можна забезпечити стабільний розвиток та посилення позицій на внутрішньому й зовнішньому ринках.

АНТИКРИЗОВЕ УПРАВЛІННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗМІЦНЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ

Лоза О. С., керівник доц. Задоя В. О.

Український державний університет науки і технологій

Стійкість бізнесу в Україні залежить не лише від наявності ресурсів, а й від умінь оперативно реагувати на виклики середовища. Війна, глобальні економічні коливання, кризи постачання та енергетичні проблеми роблять управління в умовах невизначеності ключовим фактором для збереження і розвитку підприємств. Саме тому антикризове управління розглядається не як тимчасова реакція, а як стратегічний інструмент зміцнення конкурентних позицій.

Антикризове управління включає систему дій, спрямованих на діагностику проблем, запобігання негативним наслідкам і пошук рішень для збереження життєздатності компанії. Важливою його складовою є раннє виявлення сигналів кризи: падіння попиту, зростання собівартості, зниження ефективності персоналу. Чим швидше керівництво фіксує такі сигнали, тим більше шансів зберегти стабільність.

Для українських підприємств актуальними інструментами є фінансовий контроль, управління ризиками, пошук альтернативних ринків збуту та диверсифікація діяльності. Так, компанії, що вчасно переорієнтовують логістичні ланцюги або впроваджують цифрові рішення для роботи з клієнтами, мають суттєву перевагу. В умовах воєнних викликів особливе значення набувають партнерства з міжнародними організаціями, державні програми підтримки та інтеграція у глобальні ринки.

Антикризове управління не лише мінімізує втрати, а й створює основу для інноваційного розвитку. Підприємства, які у кризових обставинах впроваджують нові продукти, цифрові технології чи підходи до організації праці, формують довгострокову конкурентну перевагу. Важливо, що цей процес ґрунтується на людському капіталі — гнучкості, мобільності та здатності до навчання управлінського персоналу.

Таким чином, антикризове управління в Україні сьогодні є не просто засобом виживання, а фактором економічного зростання. Воно допомагає підприємствам адаптуватися, використовувати кризу як поштовх для змін та посилювати свою роль у конкурентному середовищі.

У перспективі післявоєнного відновлення саме ті компанії, що зможуть

розробити ефективні антикризові стратегії та трансформувати їх у сталу бізнес-модель, стануть драйверами розвитку економіки країни.

АНТИКРИЗОВІ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНСЬКИХ КОРПОРАЦІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ АДАПТИВНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

Марценюк М. М., керівник доц. Задоя В. О.

Український державний університет науки і технологій

Антикризове управління стало ключовим механізмом для українських корпорацій у період воєнних викликів та нестабільності зовнішнього середовища. Збереження фінансової стійкості, підтримання виробничих ланцюгів та швидка переорієнтація на нові ринки вимагають впровадження стратегій адаптивного менеджменту, що дозволяють мінімізувати ризики та зберегти конкурентоспроможність.

Важливим інструментом стало застосування диверсифікаційних стратегій, що поєднують перерозподіл ресурсів між секторами, цифровізацію бізнес-процесів та інтеграцію з міжнародними партнерами. Досвід корпорацій у сферах транспорту, енергетики та ІТ демонструє, що навіть в умовах обмежених інвестицій ефективне стратегічне планування дозволяє підтримувати високу адаптивність та гнучкість.

Окремої уваги заслуговують моделі антикризового корпоративного управління, засновані на принципах ризик-менеджменту (ISO 31000) та сценарного прогнозування. Їх використання допомагає не лише забезпечити стабільність у короткостроковій перспективі, але й закласти основу для післявоєнного економічного відновлення та інтеграції у європейський економічний простір.

Таким чином, антикризові стратегії українських корпорацій виступають не лише засобом реагування на кризу, а й інструментом довгострокового підвищення стійкості та адаптивності, що формує нову модель корпоративної поведінки в умовах глобальної турбулентності.

СТОСОВНО ВРАХУВАННЯ ПОДАТКУ НА ДОДАНУ ВАРТІСТЬ В ГРОШОВИХ ПОТОКАХ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

Ігнашкін В. О., керівник проф. Довбня С. Б.

Український державний університет науки і технологій

Сучасна теорія розрахунку грошових потоків при оцінюванні ефективності інвестиційних проєктів не враховує потоки, пов'язані з податком на додану вартість (далі ПДВ). Це пояснюється тим, що ПДВ є непрямим податком, що входить в ціну товарів, робіт чи послуг та сплачується покупцем. ПДВ, який підприємство отримує від їх продажу, частково отримують постачальники сировини, матеріалів та послуг, а різниця підлягає оплаті в державний бюджет. Тобто, позитивний грошовий потік, пов'язаний з отриманням ПДВ від покупців дорівнює від'ємному грошовому потоку від ПДВ, сплаченого постачальникам та в державний бюджет. При цьому, як позитивний, так і від'ємний грошові потоки від ПДВ відносяться до одного періоду, тобто однаково дисконтуються. Таким чином, при розрахунку грошових потоків ПДВ можна знехтувати.

Трохи інша ситуація складається, коли підприємство здійснює капітальні інвестиції. В цьому разі підприємство сплачує ПДВ постачальникам обладнання чи послуг, пов'язаних з капітальним будівництвом і цей ПДВ підлягає відшкодуванню з державного бюджету. Як і в попередньому випадку, від'ємний грошовий потік від ПДВ,

сплаченого постачальнику буде дорівнювати позитивному грошовому потоку від відшкодування державою цього ПДВ. Але з періодом відшкодування ПДВ є певні проблеми, які пов'язані з наступними причинами.

1. Дефіцит Державного бюджету України в умовах війни. Як наслідок, збільшення боргів по відшкодуванню ПДВ. На теперішній час вони перевищили 30 млрд грн [1], [2].

2. Сума по відшкодуванню ПДВ вище, ніж ліміт реєстрації. В такому випадку можна розраховувати відшкодування ПДВ в межах ліміту реєстрації, а різницю подавати на відшкодування в наступному(их) періоді(ах).

Враховуючи вищенаведене, є високий ризик того, що позитивний грошовий потік від відшкодування державою ПДВ буде частково або повністю надходити в наступні періоди, ніж від'ємний грошовий потік ПДВ. Тобто, враховуючи різну вартість грошей в різних періодах (згідно з теорією вартості грошей у часі), ці грошові потоки неможливо ігнорувати. Якщо держава з об'єктивних економічних чи інших будь-яких причин не зможе провести відшкодування ПДВ, то навіть позитивне рішення суду на користь суб'єкта господарювання не призведе до відшкодування ПДВ в необхідний період.

Одразу постає питання, яким чином враховувати ПДВ при оцінюванні інвестиційних проєктів? На нашу думку, треба підходити до цієї проблеми з консервативної точки зору, користуючись можливістю, наведеною в Податковому Кодексі України, суть якої полягає в тому, що можна не подавати на відшкодування ПДВ, а врахувати цей ПДВ в рахунок майбутніх платежів ПДВ в бюджет [3]. При складанні грошових потоків в якості від'ємного грошового потоку приймаємо ПДВ, який підприємство сплатило постачальникам обладнання чи **послуг**, пов'язаних з капітальним будівництвом. В якості позитивного грошового потоку приймаємо прогнозні значення ПДВ, який підприємство буде виплачувати на рахунок державного бюджету до моменту, коли сума позитивного грошового потоку від ПДВ не стане дорівнювати від'ємному грошовому потоку ПДВ без врахування дисконтування.

Література

- 1., Григоренко Ю. Проблема несвочасного повернення ПДВ не вирішується. URL: <https://gmk.center/ua/posts/problema-nesvoiechasnogo-povernennya-pdv-ne-virishuietsya/>
2. Борги з відшкодування ПДВ перевищили 30 млрд грн. URL: <https://agroportal.ua/news/finansy/borgi-z-vidshkoduvannya-pdv-perevishchili-30-mlrd-grn>
3. Податковий кодекс України, п.200.4. URL: <https://tax.gov.ua/nk/rozdil-v--podatok-na-dodanu-vartist/>

СУТНІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Нудная М. О., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.

Український державний університет науки і технологій

Ведення господарської діяльності в умовах ринкової економіки перш за все потребує швидких та ефективних рішень щодо видів та обсягів виробництва, вдалого вибору ринків збуту продукції задля можливості конкурування, забезпечення прибутковості підприємства та позитивних фінансово-економічних показників діяльності підприємства. Це все є можливим завдяки ефективному використанню усіх наявних ресурсів підприємства.

Ресурсний потенціал підприємства з точки зору окремого господарюючого суб'єкта є важливим чинником, який прямо впливає на ефективність діяльності підприємства.

Український словник іншомовних слів розуміє під поняттям потенціалу «Можливості, наявні сили, запаси, засоби, що можуть бути використані» [1]. Аналіз наукової літератури [2,3, 4] та ін. дозволяє зробити висновок, що позиції авторів у цьому питанні у своїй принциповій основі практично мають досить велику схожість.

З огляду на це, економічну суть потенціалу підприємства можна визначити як сукупність можливостей. З одного боку – це сукупність чинників, які визначають джерела забезпечення спроможності, ресурсів, коштів та інших резервів, які можуть використовуватися в економічній діяльності підприємства. З іншого боку – потенціал підприємства можна характеризувати якістю та кількістю ресурсів, які є у наявності підприємства, кваліфікацією найманих працівників, фінансовими та інноваційними можливостями.

Складовою категорії «ресурсний потенціал» становить поняття «ресурси». Тому, для кращого розуміння визначення «ресурсний потенціал», необхідно виділити не тільки сутність значення «потенціал», а й «ресурси».

У «Тлумачному словнику української мови» категорія «ресурси» трактується як «запаси чого-небудь, які можна використати в разі потреби» [5].

Також, в джерелах економічної літератури їх розглядають як «сукупність природних, виробничо-технічних, організаційних і соціальних факторів» [6]. Ресурс – це все, що необхідно людині (фізичній особі) і організації (в тому числі юридичній особі) для досягнення мети, задоволення власних потреб і потреб суб'єктів або об'єктів зовнішнього середовища.

Відмінною рисою ресурсів є відтворюваність, іншими словами спроможність використаної частини до відновлення, хоча є й ресурси, які важно відновити (земельні угіддя, повітря, корисні копалини й інші).

Категорія ресурсного потенціалу почала широко використовуватись в 70-80-ті роки минулого століття. Тоді домінували два підходи до її тлумачення:

- як сукупності ресурсів без урахування їх взаємозв'язку та участі у виробничому процесі;
- як сукупності ресурсів, здатних виробляти визначену кількість матеріальних благ.

Зазначимо, що єдиної точки зору щодо сутності аналізованої категорії в економічній літературі наразі немає. Найбільш поширеним трактуванням сутності поняття ресурсного потенціалу підприємства є відображення його через сукупність природничих умов та ресурсів, запасів і цінностей, можливостей, які потрібні для досягнення певної мети. Окрім цього, потенціал підприємства може бути зображений як можливості господарської системи щодо виробництва продукції. Тобто існує чимала кількість різноманітних визначень поняття «ресурсний потенціал».

Ресурсний потенціал являє собою певну сукупність фінансових, виробничих та інших ресурсів, які не є постійними і змінюються в залежності від потреб виробництва та перспектив розвитку підприємства.

Важливим методичним кроком при оцінюванні ресурсного потенціалу є обрання певних його складових та обґрунтування системи часткових показників, що характеризують кожен складову. Опрацювання цього питання передбачено автором на наступному етапі дослідження.

Для топ-менеджерів підприємств забезпечення ефективного використання ресурсного потенціалу підприємства та його поступового збільшення повинно бути одним із першочергових завдань. Основними напрямками ефективного використання

ресурсного потенціалу є зміцнення матеріально-технічної бази, впровадження ресурсо- і енергозберігаючих технологій, підвищення продуктивності праці, впровадження нових високоефективних технологій, удосконалення організації праці, підвищення рівнів концентрації, спеціалізації та кооперації виробництва, удосконалення цінового і фінансового механізмів, підвищення рівня організації та мотивації праці та інше.

Для того, щоб підприємство ефективніше функціонувало в сучасних умовах господарювання, слід забезпечувати як укріплення потенціалу підприємства, так і вміло ним розпоряджатися.

Література

1. Словник іншомовних слів. URL: <https://www.jnsn.com.ua/sis/index.shtml>
2. Алексеев С. Б., Жебокритський Є. І. Визначення поняття «ресурсний потенціал підприємства». *Держава та регіони*. 2014. № 2. С. 53-56. URL: http://www.econom.stateandregions.zp.ua/journal/2014/2_2014/11.pdf
3. Дем'яненко Т. І. Ресурсний потенціал підприємства: теоретичні аспекти сутності та структури. *Економічний форум*. 2015. № 3. С. 290-294. URL: http://nbuv.gov.ua/UIRN/ecfor_2015_3_46.
4. Гончар М. В. Обґрунтування структуризації ресурсного потенціалу підприємства *Науковий вісник Полісся*. 2016. Вип.2. С.108-113. URL: http://nbuv.gov.ua/UIRN/nvp_2016_2_19
5. Тлумачний словник української мови. URL: <https://slovnyk.ua>
6. Маршалок М. С. Потенціал аграрного підприємства: наукові підходи до трактування URL: http://www.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2011_154_1/10mms.pdf

ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ ФІНАНСУВАННЯ СФЕРИ ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДООЧИЩЕННЯ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ G7

Ємельянов О.В., керівник доц. Педько А.Б.

Український державний університет науки і технологій

Сфера водопостачання та водоочищення в Україні перебуває у критичному стані, що зумовлено десятиліттями недоінвестування, зношеністю інфраструктури та зростанням вартості енергоресурсів. Повномасштабне вторгнення додатково загостило ці проблеми, зруйнувавши значну частину інфраструктури та посиливши фінансовий тиск на галузь. У цих умовах аналіз та адаптація успішних міжнародних практик, зокрема моделей фінансування країн G7 (США, Канада, Велика Британія, Німеччина, Франція, Італія, Японія), стає не просто актуальним, а життєво необхідним завданням.

Метою даної доповіді є порівняльний аналіз моделей фінансування в Україні і країнах «Великої сімки» та ідентифікація ключових бар'єрів для нашої держави.

Варто зазначити, що країни G7 характеризуються зрілими, багаторівневими моделями управління водними ресурсами, що поєднують національну політику, регіональні органи влади та місцевих операторів. Попри відмінності (публічні муніципальні компанії в Німеччині, потужний приватний сектор у Франції та Великій Британії), їх об'єднує ключовий принцип: тариф покриває операційні витрати, а бюджет та залучений капітал спрямовуються на інновації та модернізацію.

Порівняльний аналіз фінансових показників України та країн G7 за 2023 рік виявляє фундаментальну диспропорцію:

- частка у ВВП: в Україні витрати на водопостачання становлять 0,17% ВВП, що у 2-4 рази вище, ніж у країнах G7 (середнє значення ~0,05%);

- витрати на душу населення: Водночас питомі витрати в Україні є одними з найнижчих — лише €7,5 на особу на рік, що співмірно з Японією (€6,65), але в 3-6 разів менше, ніж в Італії (€25,7) та Франції (€43,4)⁷.

Цей парадокс свідчить про те, що українська модель потрапила у «фіскальну пастку недоінвестованості»: держава витрачає непропорційно велику частку економічного потенціалу, однак цих коштів вистачає лише на підтримання системи від колапсу («латання дір»), а не на розвиток. Бюджет змушений компенсувати хронічну збитковість тарифів, не залишаючи ресурсів для інвестиційного циклу.

Адаптації успішного міжнародного досвіду в Україні перешкоджають системні бар'єри, а саме:

- А. Нормативно-інституційний: розпорошеність повноважень між центральними та місцевими органами влади.
- В. Техніко-інфраструктурний: критична зношеність основних фондів.
- С. Фінансовий: низька інвестиційна спроможність водоканалів та відсутність умов для залучення приватного капіталу.
- Д. Інформаційний: непрозорість даних щодо якості води та ефективності роботи операторів.

Ці бар'єри утворюють «трикутник напруги» між ключовими стейкхолдерами: держава та громади вимагають соціально прийнятних тарифів, оператори — інвестиційної окупності, а споживачі і високої якості послуг. Аналіз зацікавлених сторін показує, що епіцентром конфлікту є тріада «тариф – дефіцит капітальних інвестицій (CAPEX) – політичний ризик». Будь-яка спроба підвищити тариф для залучення інвестицій наражається на соціальний спротив та політичне небажання брати на себе відповідальність.

Отже, чинна модель фінансування водного сектору України є нестійкою та веде до подальшої деградації інфраструктури. Пряме копіювання моделей країн G7 неможливе, однак їхні принципи можуть бути адаптовані.

З цією метою в рамках дисертаційного дослідження нами пропонується створити змішаний фонд фінансування, який дозволить трансформувати «трикутник напруги» на «петлю синергії»: обґрунтований тариф генерує грошовий потік, який підвищує кредитоспроможність операторів; це відкриває доступ до дешевого капіталу через Фонд; залучені кошти спрямовуються на модернізацію, що знижує операційні витрати та робить подальше зростання тарифів менш болісним.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

Бодня Д.А., керівник доц. Гулик Т.В.

Український державний університет науки і технологій

На сучасному етапі розвитку бізнесу клієнтський капітал відіграє ключову роль у діяльності будь-якого підприємства. Ефективне управління ним значною мірою залежить від якісного інформаційного супроводу, що забезпечує автоматизацію організаційно-економічних процесів. Використання програмного забезпечення для управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM-системи) дозволяє підприємству ефективно шукати нових клієнтів, здобувати їхню довіру та підтримувати належний рівень взаємодії з постійними клієнтами, що позитивно впливає на економічне зростання. Впровадження CRM-системи сприяє оптимізації роботи різних структурних підрозділів і автоматизації окремих виробничо-організаційних процесів. Це, своєю чергою, формує міцні та взаємовигідні зв'язки з клієнтами, підвищує їхню задоволеність співпрацею та закладає основу для довготривалих партнерських відносин.

Під час роботи з клієнтськими базами даних, що містять персональну інформацію,

виконавці повинні здійснювати індивідуальний підхід, орієнтуючись на запити кожного клієнта з метою підвищення рівня його задоволеності. Комунікація між підприємством і клієнтом має бути чітко структурованою, системною та базуватися на даних клієнтської бази. Це дозволяє ефективно узагальнювати інформацію для маркетингових і торгових підрозділів, що, своєю чергою, сприяє глибшому розумінню потреб цільової аудиторії підприємства.

CRM-система підприємства зазвичай працює з лідами – потенційними клієнтами, які виявляють зацікавленість у продуктах або послугах компанії. Щоб лід почав взаємодію з підприємством, він спершу має ознайомитися з його рекламою, тому комунікаційна стратегія відіграє ключову роль у залученні нових клієнтів. Взаємодія з новими та наявними клієнтами здійснюється через контекстну рекламу, SMS-розсилки, електронні листи, телефонні дзвінки, особисті зустрічі тощо. На наступному етапі CRM-система аналізує потенціал ліда і визначає подальші дії. Якщо ймовірність покупки висока, система рекомендує менеджеру з продажу налагодити комунікацію для завершення угоди та оформлення замовлення. У випадку низької ймовірності покупки CRM-система активує процес «догляду» за лідами – спрямований на підвищення їхньої зацікавленості. Це може включати додаткову рекламу, інформування про переваги співпраці з підприємством, а також пропозицію бонусів чи спеціальних умов оформлення замовлення. Важливою характеристикою ефективних CRM-систем є наявність структурованої клієнтської бази даних із розгорнутим профілем кожного клієнта. Такий профіль містить контактну інформацію, бізнесові відомості, поточний стан взаємодії тощо.

Таким чином, у процесі організації своєї діяльності підприємство має постійно зосереджувати увагу на клієнтській базі даних. Стратегічні завдання компанії завжди орієнтовані на збільшення обсягів продажу, залучення нових клієнтів і збереження лояльності наявних — шляхом впровадження ефективних моделей взаємодії, таких як бонусні програми, спеціальні акційні пропозиції тощо. Розширення ринку збуту продукції або послуг також є важливою складовою. Комплексна робота з клієнтською базою забезпечує низку переваг: можливість збору даних про споживчу поведінку та вподобання клієнтів щодо певних товарних категорій; фіксація всіх етапів взаємодії з клієнтом у базі даних, що дозволяє здійснювати контроль за діяльністю менеджерів з продажу; створення умов для ефективної співпраці як з фізичними особами, так і з корпоративними клієнтами; формування системи аналітичних звітів для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Література

1. Гулик Т.В., Кравець В.В. Сфера застосування моделі CAPM у аналізі методів оцінки ризиків. *Економіка та суспільство*. 2024. № 69.
2. Гулик Т.В., Бодня Д.А. [Використання клієнтського капіталу в управлінні підприємством за сучасних умов господарювання](#). Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. № 20 (2025).

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ІНВЕСТУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Распопов О.С., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.

Український державний університет науки і технологій

Інвестування є важливим елементом розвитку промислових підприємств, що забезпечує їх конкурентоспроможність, адаптацію до нестабільних умов ринку, зокрема, під час повномасштабного вторгнення в країну. Військові дії, нестабільність економічної ситуації, фінансові труднощі, проблеми з постачанням та соціальні аспекти суттєво ускладнюють інвестиційний процес в Україні. Разом з цим, реалізація ефективних інвестиційних проєктів на промислових підприємствах позначається не тільки на поліпшенні їх фінансового стану, але й сприяє зменшенню залежності від

позикових джерел, виходу з кризового стану, і, як наслідок, забезпечує стабілізацію економіки країни та зниження темпів інфляції.

Важливою умовою успішного виконання інвестиційних проєктів є застосування організаційно-економічного механізму, який функціонує через систему певних заходів, що сприяють ефективному використанню інвестиційних ресурсів при реалізації таких проєктів, зокрема на промислових підприємствах.

Узагальнивши наукові думки авторів досліджень [1, 2] щодо тлумачення поняття, під «організаційно-економічним механізмом інвестування» промислового підприємства слід розуміти сукупність управлінських, економічних і правових заходів, які забезпечують: залучення інвестицій; ефективне управління інвестиційними проєктами; оцінку ризиків та рентабельності.

Оскільки організаційно-економічний механізм інвестування промислового підприємства базується на сукупності взаємопов'язаних елементів, то це забезпечує можливість: обґрунтовувати нові джерела та форми спрямування інвестиційних ресурсів; розподіляти інвестиції між більш прибутковими інвестиційними проєктами з огляду інвестора; модернізувати і оновити обладнання й технологію виробництва продукції.

При впровадженні на підприємстві організаційно-економічного механізму інвестиційних проєктів слід враховувати вплив чинників макро- та мікросередовища, що впливають на діяльність підприємства. Так, до чинників макросередовища, що впливають на процес інвестування підприємства слід віднести:

- міжнародні: геополітичне становище країни де розташоване підприємство; науково-технічне співробітництво між країнами з приводу стратегічних інноваційних розробок та інвестиційних проєктів; міжнародне стажування персоналу; динаміка та структура експорту або імпорту; військові дії;
- політичні: політична стабільність країни; досконалість законодавства щодо регулювання інвестиційних процесів та діяльності підприємства;
- природні: наявність у держави природних ресурсів, які користуються в світі високим попитом серед інвесторів;
- економічні: справедливність та прозорість податкової системи; наявність пільг при оподаткуванні інвестиційної діяльності; рівень державного регулювання; темпи економічного розвитку держави та світової економіки в цілому; ємність локального чи світового ринку та можливість його розширення для виробництва чи збуту нової продукції; конвертованість національної валюти; рівень розвитку провідних інститутів ринкової економіки;
- демографічні: частка населення з високим рівнем життя, що дозволяє йому брати участь в інститутах спільного інвестування або купувати інноваційний продукт; частка населення з вищою освітою (високим рівнем кваліфікації), що може працювати в сфері розробки інвестиційних проєктів та виготовлення інноваційних продуктів;
- науково-технічні: значний рівень фінансування науково-дослідних робіт; рівень розвитку та час впровадження новітніх технологій; технологічний рівень товарів, що виробляються в країні, де функціонує підприємство.

Чинники макросередовища безпосередньо впливають на зовнішнє мікросередовище підприємства, відповідно і на саме підприємство. До чинників зовнішнього мікросередовища підприємства, що напряму впливають на організаційно-економічний механізм підприємства слід віднести такі:

- кількість споживачів, які потребують або очікують продукцію, заради якої здійснюється інвестиційна діяльність;

- рівень розвитку конкуренції та практика підприємств-конкурентів щодо здійснення ними інвестиційної діяльності;
- спроможність підприємства отримати кредитні ресурси (короткострокові чи довгострокові);
- можливість отримання додаткових фінансових ресурсів шляхом випуску цінних паперів.

Формування та реалізація організаційно-економічного механізму інвестування на промисловому підприємстві можливі за умови дотримання певних принципів:

- інтегрованість із місією стратегічного розвитку підприємства;
- визначення цілей та постановка завдань інвестування, що узгоджуються із стратегією розвитку підприємства та інтересами його власників та інвесторів;
- врахування наявного інвестиційного потенціалу підприємства;
- забезпечення високого рівня показників інвестиційної привабливості підприємства;
- гнучкість, системність та комплексність у прийнятті управлінських рішень на всіх рівнях: від стратегічного до оперативного;
- диференціація управлінських рішень;
- застосування єдиних методичних підходів при узгодженості стратегічного та поточного планування в процесі інвестування;
- забезпечення моніторингу на всіх етапах інвестиційного процесу;
- об'єктивне застосування заохочень та санкцій до учасників інвестиційного процесу.

Наведені вище принципи мають загальний характер та не враховують особливості господарювання конкретного промислового підприємства, що обумовлює їх уточнення при формуванні організаційно-економічного механізму в умовах окремого промислового підприємства.

Таким чином, організаційно-економічний механізм інвестування промислового підприємства є складовою частиною його успішного функціонування. Ефективність цього механізму залежить від злагодженості дій всіх учасників інвестиційного процесу, а також від створення сприятливих умов для інвестування.

Список літератури:

1. Череп А.В., Крилов Д.В. Організаційно-економічний механізм інвестиційних проєктів промислових підприємств: сутність, підходи до визначення. *Економічний вісник університету*. 2016. Вип. 30/1. С. 102-107.
2. Федоров Г.О. Напрями удосконалення організаційно-економічного механізму державного регулювання залучення інвестицій. *Державне будівництво*. 2018. № 1. URL: <http://dspace.univd.edu.ua/xmlui/handle/123456789/4352> (дата звернення: 08.10.2025).

АКТУАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ КОНЦЕПЦІЇ СТИМУЛЮВАННЯ ПРАЦІ В СИСТЕМІ МЕНЕДЖМЕНТУ ПЕРСОНАЛУ

Чернишев Я. Р., керівник доц. Гулик Т.В.

Український державний університет науки і технологій

В умовах зростаючої конкуренції та швидкої трансформації ринку праці питання ефективного стимулювання працівників набуває стратегічного значення. Сучасні підприємства стикаються не лише з необхідністю підвищення продуктивності, але й з потребою утримувати талановитих фахівців, забезпечувати їх залученість і професійне зростання. Це потребує комплексного розуміння теоретичних основ стимулювання, які служать фундаментом для побудови результативної мотиваційної політики.

В роботі ми домагались дослідити та охарактеризувати основні сучасні теоретичні моделі стимулювання персоналу, визначити їхню практичну цінність та застосовність у сучасних умовах господарювання.

Аналіз наукової літератури та управлінської практики дозволив виокремити кілька ключових груп теоретичних моделей стимулювання, кожна з яких має свою логіку, сильні та слабкі сторони.

Моделі, засновані на потребах.

Найбільш відомі з них — теорія ієрархії потреб Маслоу, теорія двох факторів Герцберга, теорія потреб МакКлелланда. Вони акцентують увагу на внутрішніх мотивах людини, пояснюючи, чому працівник прагне до певної поведінки. Їх практична цінність полягає в можливості формування індивідуалізованих стимулів відповідно до рівня розвитку потреб працівника.

Процесуальні моделі.

Теорія очікувань (В. Врум), теорія справедливості (Дж. Адамс), а також модель Портера–Лоулера розглядають мотивацію як результат особистих оцінок і очікувань. Працівники діють не лише на основі потреб, а й з огляду на ймовірність досягнення результату та отримання справедливої винагороди. Такі підходи сьогодні активно використовуються у побудові систем КРІ, гнучкого преміювання та прозорої оцінки ефективності [1, 2,3].

Інтегровані (сучасні) моделі мотивації

У сучасному менеджменті набувають поширення комбіновані моделі, які поєднують матеріальні, соціальні, емоційні та ціннісні стимули. Йдеться про мотиваційні системи, що включають гейміфікацію, кар'єрні треки, участь у прийнятті рішень, розвиток корпоративної культури. Вони особливо ефективні в умовах динамічних галузей (ІТ, маркетинг, консалтинг), де традиційні форми мотивації вже не дають очікуваного ефекту.

Застосування сучасних моделей стимулювання в системі управління персоналом дозволяє підвищити ефективність команди, знизити плинність кадрів і створити стійке конкурентне середовище всередині організації. Для керівників це — реальний інструмент впливу на результативність бізнесу через правильну роботу з людьми.

Сучасні моделі стимулювання все частіше виходять за межі класичних підходів і стають гнучкими, адаптивними до контексту організації. Універсальних рішень не існує, однак усі моделі дають цінні орієнтири для формування дієвої системи мотивації. Основним трендом є персоналізація стимулів, орієнтація на розвиток і залучення, а також синергія матеріальних та нематеріальних чинників.

Література

1. Амосов О.Ю., Гавкалова Н.Л. *Особливості формування людського капіталу засобом його інтелектуалізації*. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2016. Випуск 3 (03). URL: <https://chmnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/07/Amosov-O.YU.-GavkalovaN.L..pdf>
2. Гулик Т.В., Кербікова А.С., Дрофа Є.А. *Управління людським капіталом: сутність та еволюція*. Глобальні і національні проблеми економіки. 2018. №22. URL: <http://globalnational.in.ua/issue-22-2018/30-vipusk-22-kviten-2018-r/3919-gulik-t-v-kerbikova-a-s-drofa-e-aupravlinnya-lyudskim-kapitalom-sutnist-ta-evolyutsiya>
3. Гулик Т.В., Бодня Д.А. *Використання клієнтського капіталу в управлінні підприємством за сучасних умов господарювання*. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. № 20 (2025). URL: <https://reicst.com.ua/pmt/article/view/2025-20-04-09/2025-20-04-09>

БРЕНДИНГ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Коваленко Ю.С., керівник доц. Семенова Т.В.

Український державний університет науки і технологій

Брендинг у сучасному світі є однією з ключових складових діяльності будь-якої компанії. Він охоплює не лише зовнішні атрибути, як-от логотип, кольори чи назву, а й систему цінностей, образів та емоцій, які створюють у споживача довіру й прихильність до бренду. У мирний час мета брендингу полягає у формуванні позитивного іміджу, розширенні впізнаваності та залученні клієнтів. Проте під час війни ці цілі змінюються – на перший план виходить не комерційна вигода, а соціальна відповідальність, етичність і людяність.

Війна радикально впливає на всі сфери життя, і бренди не можуть залишатися осторонь. Суспільство втрачає відчуття безпеки, зростає емоційна напруга, а отже – змінюються очікування споживачів. Люди більше не шукають просто товарів чи послуг, вони прагнуть підтримки, розуміння, щирості. У таких умовах брендинг перетворюється на засіб комунікації та взаємної довіри. Успішний бренд у воєнний час – це той, який здатен стати частиною спільного досвіду, поділити з народом біль і віру у перемогу.

Одним із головних принципів брендингу у період війни є щирість. Будь-яка спроба заробити на трагедії або використати патріотизм як маркетинговий інструмент одразу викликає осуд. Бренд має демонструвати реальні дії – допомогу армії, підтримку переселенців, участь у волонтерських ініціативах. Люди швидко відчують, чи є за словами конкретні вчинки, тому прозорість і чесність стають найціннішими якостями бренду.

Важливою складовою воєнного брендингу є патріотичність. Використання української мови, кольорів прапора, національних символів або мотивів у дизайні логотипів допомагає створити відчуття спільності. Це не просто елемент стилю – це прояв громадянської позиції. Такі бренди символізують стійкість, взаємопідтримку та віру в майбутнє. Українські компанії дедалі частіше створюють візуальні образи, що поєднують комерційну ідентичність із патріотичними акцентами, і цим зміцнюють свій емоційний зв'язок зі споживачами.

Бренди також активно переосмислюють свою місію. Якщо раніше головною метою було задоволення потреб клієнтів, то тепер важливішим є внесок у спільну справу. Компанії намагаються бути корисними – хтось виготовляє амуніцію чи продукти для військових, інші надають послуги безкоштовно або перераховують частину прибутку на благодійність. Таким чином бренд стає не лише економічним суб'єктом, а й учасником суспільного життя, що формує довіру і повагу.

Сучасний брендинг у час війни — це також про гнучкість і адаптивність. Бізнес має вміти швидко реагувати на зміни, коригувати тональність комунікацій, обережно працювати з емоціями аудиторії. Кожне слово, зображення чи рекламне повідомлення повинні бути виваженими й тактовними. Водночас важливо не зникати з інформаційного простору: мовчання бренду часто сприймається як байдужість. Тому компанії намагаються знайти баланс між активністю й делікатністю — говорити не для продажів, а для підтримки.

Компанії розповідають історії про волонтерів, лікарів, військових, підкреслюють цінність людяності, сміливості та взаємодопомоги. Завдяки цьому реклама стає не комерційною, а емоційною – вона формує атмосферу довіри, а не змагання. Отже, брендинг і рекламна політика під час війни виконують набагато глибшу функцію, ніж просто комерційну. Вони стають проявом громадянської позиції, інструментом солідарності та моральної підтримки. У воєнний час бренд – це вже не товар і не

логотип, а символ спільної боротьби, віри й надії на майбутнє.

РЕЛОКАЦІЯ ПРОМИСЛОВОГО БІЗНЕСУ: АНАЛІЗ ЗАКОРДОННОГО І ВІТЧИЗНЯНОГО ДОСВІДУ

Божко В.В., керівник доц. Педько А.Б.

Український державний університет науки і технологій

Як відомо, релокація бізнесу – це процес переміщення компанією своїх операцій, активів та персоналу з одного географічного регіону в інший. Традиційно, цей процес розглядається в межах стратегічного вибору, зумовленого пошуком кращих ринкових умов: оптимізації витрат, доступу до нових ринків збуту чи кваліфікованої робочої сили.

Проте в умовах геополітичної нестабільності, воєнних конфліктів та природних катаклізмів дедалі більшої актуальності набуває вимушена релокація, головною метою якої є збереження бізнесу як такого. Повномасштабне вторгнення Росії в Україну у 2022 році спричинило безпрецедентну в новітній історії хвилю вимушеного переміщення промислових підприємств. Цей досвід є унікальним і вимагає глибокого осмислення.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз закордонного досвіду стратегічної релокації та вітчизняної практики вимушеного переміщення для ідентифікації ключових факторів успіху, проблемних аспектів та розробки рекомендацій для державної політики і бізнес-стратегій.

Економічна література виділяє три основні групи теорій, що пояснюють рішення про релокацію: неокласичні, поведінкові та інституційні [1].

Ці теорії оперують поняттями "push" (виштовхувальних) та "pull" (притягувальних) факторів.

Стратегічна (ринкова) релокація, що є домінуючою у світовій практиці, керується переважно "pull"-факторами:

- економічні стимули: нижчі податкові ставки, доступ до дешевших ресурсів та робочої сили (наприклад, переміщення виробництв автомобільних гігантів з країн Західної Європи до країн Східної Європи чи Азії);
- доступ до ринків: прагнення бути ближче до кінцевого споживача для зменшення логістичних витрат та кращого розуміння попиту;
- інноваційні екосистеми: концентрація у кластерах з високим науково-технічним потенціалом (наприклад, Кремнієва долина).

Прикладом стратегічної релокації може слугувати перенесення виробничих потужностей компанії Foxconn з Тайваню до материкового Китаю для мінімізації витрат на робочу силу, що дозволило їй стати глобальним лідером у виробництві електроніки.

Водночас світова історія знає і приклади переміщень, спричинених кризами. Наприклад, після руйнівного землетрусу та цунамі в Японії у 2011 році, деякі високотехнологічні компанії, зокрема з автомобільного сектору, диверсифікували свої виробничі лінії, перенісши частину операцій в інші регіони країни або за кордон для підвищення стійкості ланцюгів постачання [2]. Однак такі випадки донедавна розглядалися як винятки, а не системне явище.

Українська модель релокації кардинально відрізняється від класичної, оскільки її першопричиною стали не економічні, а екзистенційні загрози. Ключовим "push"-фактором стала пряма загроза фізичного знищення активів та життя персоналу. Станом на середину 2022 року, за даними Міністерства економіки України, заявки на релокацію подали понад 1600 підприємств.

Аналіз цього процесу дозволяє виділити ключові особливості:

- пріоритет безпеки: головним критерієм вибору нової локації стала віддаленість від зони бойових дій. Найбільш популярними напрямками стали західні області України: Львівська, Закарпатська, Чернівецька та Івано-Франківська;
- роль держави: Було запущено державну програму підтримки, що включала допомогу з логістикою (через "Укрзалізницю" та "Укрпошту"), пошуком виробничих площ та розселенням працівників. Це стало важливим інструментом, що відрізняє український досвід від багатьох інших кризових ситуацій у світі [3];
- людський капітал як головний виклик: найбільшою проблемою для релокованих підприємств стало збереження та відтворення кадрового потенціалу. Переконати кваліфікованих робітників переїхати, а потім знайти нових на місці виявилось складніше, ніж перевезти обладнання.

Прикладами успішної релокації українських промислових підприємств є:

1. ТОВ "Краматорський завод важкого верстатобудування": Одне з найбільших підприємств у своїй галузі, яке змогло евакуювати значну частину унікального обладнання з Донецької області до Дніпра та на захід України, відновивши виробничий цикл і зберігши ключових фахівців.

2. ТОВ "Укспецмаш" (м. Мелітополь): Виробник гідроциліндрів, який після окупації міста перемістив виробництво до Тернопільської області. Компанія не лише відновила роботу, а й адаптувала продукцію під потреби ринку в умовах війни.

3. Харківське підприємство з виробництва лабораторного обладнання: Переїхало до Львова, де не тільки відновило продажі, а й налагодило повний цикл сервісного обслуговування, що дозволило зберегти клієнтську базу та знайти нових замовників.

Ці кейси демонструють, що навіть у екстремальних умовах вимушена релокація може стати не просто інструментом виживання, а й точкою для перебудови бізнес-процесів та подальшого зростання [4].

Таким чином, порівняльний аналіз показує фундаментальну відмінність між закордонним та вітчизняним досвідом релокації. Якщо стратегічна релокація є проактивним кроком, спрямованим на максимізацію прибутку та завоювання ринків, то українська вимушена релокація — це реактивний захисний механізм, спрямований на мінімізацію втрат та збереження промислового потенціалу країни.

Література

1. Brouwer, A. E., Mariotti, I., & van Ommeren, J. N. (2004). The firm relocation decision: an empirical investigation. **Journal of Regional Science**, 44(4), 735-757.
2. Resilient Industries in Japan: Lessons Learned in Japan on Enhancing Competitive Industries in the Face of Disasters Caused by Natural Hazards. (2021). World Bank.
3. Мельник, М. І., & Лещух, І. В. (2022). Особливості, проблеми та стимули релокації національного виробництва в умовах війни. «Регіональна економіка», (№ 2), с. 94-101.
4. Воротнікова, М. (2024). Релокація бізнесу: економічна природа та причини. Зб. наук. праць «Вчені записки ТНУ», № 37.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Корнєєв О.В., керівник доц. Семенова Т.В.

Український державний університет науки і технологій

Удосконалення зовнішньоекономічної політики промислового підприємства постає важливим чинником його стійкого розвитку та зміцнення конкурентних позицій

на світовому ринку. Сучасні умови господарювання характеризуються високим рівнем глобалізаційних процесів, швидкими змінами у структурі міжнародної торгівлі та посиленням конкуренції з боку іноземних виробників. Для українських підприємств ці фактори доповнюються специфічними викликами: воєнними діями, обмеженням доступу до окремих ринків, необхідністю адаптації до європейських стандартів у межах інтеграційних процесів, а також підвищеними ризиками у сфері логістики та фінансових розрахунків.

У таких умовах ефективна зовнішньоекономічна політика набуває стратегічного значення, оскільки дозволяє не лише забезпечити стабільні канали збуту, а й формувати гнучку систему управління ризиками, диверсифікувати напрями експорту та імпорту, розширювати партнерські зв'язки. Її вдосконалення створює передумови для раціонального використання виробничих ресурсів, підвищення інноваційного потенціалу та залучення інвестицій.

Закономірним відбиттям наявного загального існування концепцій оцінки ефективності діяльності в сфері здійснення експортних операцій стали виникнення і поширення різних підходів до визначення ефективності зовнішньоекономічної діяльності, серед яких слід відзначити такі: витратний, балансовий, порівняльний, індикаторний, збалансованої оцінки.

Основним джерелом виникнення відмінностей між зазначеними підходами, поряд з розбіжностями у складі відповідних результатів і витрат, виступає повнота охоплення предметної сфери (сукупності факторів та взаємозв'язків) формування ефективності зовнішньоекономічної діяльності.

З іншого боку, характерною особливістю, притаманною різним концепціям визначення ефективності зовнішньоекономічної діяльності слід вважати певну спільність загальної методичної основи процесу оцінювання, що обов'язково має враховувати існуючі відмінності в умовах здійснення господарської діяльності на внутрішньому та зарубіжних ринках, а також вплив, який надає комплекс чинників митного, валютного та іншого характеру на ефективність експортних операцій.

Виникнення розбіжностей між існуючими підходами до оцінки ефективності зовнішньоекономічної діяльності пов'язано, насамперед, з обґрунтуванням складу та визначенням впливу специфічних факторів, дія яких виступає характерною особливістю, що відрізняє експортні операції від інших видів господарської діяльності підприємства. Кожний з існуючих підходів є відображенням певного аспекту складного процесу формування та оцінки ефективності зовнішньоекономічної діяльності.

Ефективність зовнішньоекономічної діяльності слід визначати на основі співвідношення відповідних ефектів та ресурсних витрат з дотриманням наступних принципових вимог:

- повнота обліку результатів і витрат;
- порівняльний характер процедур оцінювання, що мають базуватися на урахуванні альтернативних варіантів здійснення певних економічних операцій;
- забезпечення динамічного підходу до встановлення закономірностей взаємодії факторів господарського середовища.

УДОСКОНАЛЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ АСОРТИМЕНТНОЇ ПОЛІТИКИ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КОНКУРЕНТНОГО РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Нальотов А.Р., керівник доц. Гулик Т.В.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах підвищеної конкуренції в сегменті пивобезалкогольної продукції, особливо з боку локальних і міжнародних брендів, стратегічне управління асортиментною політикою є критично важливим для збереження ринкових позицій. Для ПрАТ «Оболонь», яке має широку продуктовий лінійку та експортує продукцію в десятки країн, ефективне управління асортиментом забезпечує не лише стабільність прибутків, а й адаптивність до мінливих споживчих уподобань. Зважаючи на глобальні тренди здорового способу життя, зростання популярності безалкогольних напоїв і крафтового пива, питання перегляду та модернізації асортиментної стратегії стає надзвичайно актуальним.

Метою є розробка практичних напрямів удосконалення стратегічного менеджменту асортиментної політики ПрАТ «Оболонь» з урахуванням впливу ринкової конкуренції, змін у споживчому попиті та цифровізації.

Для досягнення мети необхідно:

- проаналізувати поточну структуру асортименту підприємства;
- виявити «вузькі місця» в управлінні товарним портфелем;
- визначити стратегічні підходи до оновлення асортименту;
- запропонувати інструменти цифрової аналітики для оптимізації прийняття рішень.

Для покращення роботи підприємства доцільно запропонувати використання адаптивної моделі асортиментного планування, яка враховує специфіку харчової галузі та особливості бренду «Оболонь». Запропоновано інтеграцію BI-систем і CRM-аналітики в процеси стратегічного планування асортименту, що дозволяє підвищити точність прогнозів, виявити нерентабельні продукти та оперативно реагувати на поведінку споживачів.

У процесі аналізу встановлено:

Частина асортименту підприємства демонструє низьку обіговість і маржинальність, що свідчить про потребу в періодичному перегляді товарної матриці.

В умовах нестабільного споживчого попиту (наприклад, падіння інтересу до традиційного пива) необхідно активніше розвивати інноваційні лінійки: крафтові, безалкогольні, функціональні напої.

Рекомендовано розробити стратегію життєвого циклу продуктів — з чітким позиціонуванням кожного товару та механізмами оперативного виведення з ринку неефективних SKU.

Також бажано на підприємстві запропонувати:

Впровадження BI-аналітики (наприклад, Power BI) для моніторингу продажів у розрізі регіонів, сезонів, каналів збуту;

інтеграцію CRM-системи для кращого розуміння поведінки клієнтів та побудови персоналізованих пропозицій;

Проведення регулярного аудиту асортименту (кожні 3–6 місяців) з урахуванням змін у споживчих трендах.

Запропоновані підходи можуть бути використані ПрАТ «Оболонь» для оптимізації асортиментної стратегії, скорочення витрат на неефективні товари, підвищення прибутковості та гнучкої реакції на дії конкурентів. Це дозволить підприємству не лише зберегти провідні позиції на українському ринку, а й активніше просувати інноваційні продукти на зовнішні ринки.

Література

1. Кітченко, Олена. *Стратегічні аспекти формування та вдосконалення асортиментної політики підприємства*. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (Економічні науки), № 2 (2024), с. 7–11.
2. Гулик Т.В., Кравець В.В. Сфера застосування моделі CAPM у аналізі методів оцінки ризиків. *Економіка та суспільство*. 2024. № 69. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-132>

ДЕЯКІ ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНСЬКИХ КОМПАНІЯХ

Андрєєв С.Є, керівник доц. Педько А.Б.

Український державний університет науки і технологій

В умовах глобальної конкуренції та постійного зростання вимог до якості продукції, автоматизація виробничих процесів стає не просто технологічною перевагою, а необхідною умовою виживання та розвитку підприємств. Перехід до концепції Індустрії 4.0, що передбачає створення повністю автоматизованих "розумних" виробництв, відкриває нові горизонти для підвищення ефективності, гнучкості та конкурентоспроможності [1; 2].

Метою даної роботи є аналіз ключових напрямів автоматизації та її впровадження на прикладі діяльності українських компаній.

Четверта промислова революція докорінно змінює підходи до організації виробництва. В її основі лежить інтеграція кіберфізичних систем у заводські процеси.

До ключових трендів, що визначають розвиток сучасної автоматизації, належать:

- 1) Промисловий Інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT). Ця технологія передбачає оснащення виробничого обладнання сенсорами та датчиками, що збирають дані в режимі реального часу. Це дозволяє здійснювати предиктивне обслуговування, оптимізувати завантаження потужностей та уникнути непередбачуваних збоїв. Як зазначає Д. А. Іванов у своїй праці [3], IIoT є основою для побудови гнучких та адаптивних виробничих мереж.
- 2) Штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML). Алгоритми AI та ML використовуються для аналізу великих масивів даних (Big Data), отриманих від IIoT-пристроїв. Вони здатні оптимізувати технологічні процеси, контролювати якість продукції за допомогою комп'ютерного зору та автоматизувати прийняття рішень. Наприклад, системи на базі AI можуть самостійно коригувати параметри роботи обладнання для досягнення максимальної продуктивності.
- 3) Колаборативні роботи (коботи). На відміну від традиційних промислових роботів, коботи призначені для безпечної взаємодії з людиною в одному робочому просторі. Вони виконують монотонні, рутинні або небезпечні операції, дозволяючи працівникам зосередитись на більш творчих та складних завданнях.
- 4) Цифрові двійники (Digital Twins). Створення віртуальної моделі фізичного об'єкта або процесу дозволяє симулювати його роботу, тестувати різні сценарії та оптимізувати параметри ще до впровадження реальних змін. Це значно знижує ризики та вартість експериментів.

В Україні ці тенденції знаходять своє відображення у діяльності передових компаній. Наприклад, металургійний комбінат "АрселорМіттал Кривий Ріг" активно впроваджує елементи Індустрії 4.0, зокрема системи предиктивної діагностики обладнання та АСУ ТП, що дозволяє підвищувати надійність устаткування та

оптимізувати виробництво.

Яскравим прикладом успішного економічного обґрунтування та впровадження автоматизації є діяльність агрохолдингу "Кернел". Компанія інвестувала значні кошти в автоматизацію елеваторів та олійноекстракційних заводів. Проекти включали впровадження систем автоматичного управління логістикою, зважуванням та контролем якості зерна. Хоча початкові інвестиції були високими, економічний ефект було досягнуто за рахунок значного скорочення втрат продукції, прискорення обробки вантажів та оптимізації чисельності персоналу. Розрахунки NPV для таких проектів показали високу привабливість інвестицій у довгостроковій перспективі [4].

Ще один приклад — компанія "Нова Пошта", яка активно впроваджує роботизовані сортувальні лінії на своїх терміналах. Роботизація дозволила в рази збільшити швидкість обробки посилок, мінімізувати помилки та знизити залежність від людського фактора, що є критично важливим для логістичного бізнесу. Економічне обґрунтування базувалося на прогнозованому зростанні обсягів перевезень та необхідності масштабування операцій без пропорційного збільшення штату.

Отже, автоматизація виробничих процесів є безальтернативним шляхом розвитку сучасної промисловості. Технології Індустрії 4.0, такі як IoT, AI та роботизація, створюють нові можливості для кардинального підвищення ефективності. Досвід провідних українських компаній, таких як "АрселорМіттал Кривий Ріг", "Кернел" та "Нова Пошта", підтверджує, що грамотно сплановані та економічно обґрунтовані інвестиції в автоматизацію дозволяють досягти значного конкурентного успіху навіть у складних економічних умовах.

Список використаних джерел

1. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution. – New York: Crown Business, 2017. – 192 p.
2. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition // *Harvard Business Review*. – 2014. – Vol. 92, № 11. – P. 64–88.
3. Іванов Д. А. Цифрова трансформація виробничих систем: концепція, моделі та інструменти // *Економіка та організація управління*. – 2021. – № 2 (42). – С. 34–45.
4. Литвин З. Б. Економічне обґрунтування інвестиційних проектів з автоматизації в агропромисловому комплексі // *Інвестиції: практика та досвід*. – 2020. – № 5. – С. 12–18.

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Дубіков Р. Є., керівник ст. викл. Найдовська А. О.
Український державний університет науки і технологій

Фінансова стійкість є складовою економічної стійкості підприємства та характеризує спроможність підприємства формувати фінансові ресурси підприємства для забезпечення функціонування підприємства своєчасно та в достатній кількості. Єдиного підходу до трактування фінансової стійкості підприємства не сформульовано, у джерелах літератури можна зустріти визначення, які ототожнюють це поняття з рівноважним станом підприємства, з економічною стійкістю підприємства, фінансовою стабільністю тощо. Серед спільних конкретних характеристик, що лунають у визначеннях дослідників, можна відзначити, що фінансова стійкість підприємства залежить від структури його капіталу і особливостей формування активів за рахунок певних джерел фінансування.

Таким чином, можна сказати, що **фінансова стійкість підприємства** - це такий стан його фінансових ресурсів, за якого підприємство здатне вільно маневрувати

грошовими коштами, забезпечувати безперебійну операційну діяльність, своєчасно виконувати свої зобов'язання (як перед постачальниками, так і перед кредиторами), а також фінансувати власний розвиток за рахунок переважно власних джерел фінансування.

Оцінювання фінансової стійкості підприємства передбачає проведення аналізу структури балансу підприємства, при цьому досліджують два основні аспекти: перший – **збалансованість активів і зобов'язань підприємства за термінами погашення** (оцінка ліквідності балансу), другий – **надійність (стабільність) джерел фінансування активів підприємства** (оцінка фінансової незалежності та оцінка структури фінансування елементів активів).

Методика оцінки ліквідності балансу є прозорою і зрозумілою та передбачає визначення абсолютних показників на основі статей активу балансу та капіталу підприємства з їх подальшим порівнянням між собою.

Для оцінки надійності (постійності) джерел формування капіталу з урахуванням напрямів його витрачання використовуються, як відносні, так і абсолютні показники:

- Показники фінансової стійкості підприємств, які характеризують структуру капіталу: коефіцієнт фінансової незалежності (автономії), коефіцієнт фінансування за рахунок стабільних джерел, коефіцієнт фінансового левеґізму, коефіцієнт маневреності власного капіталу тощо.

- Показники фінансової стійкості підприємств, які характеризують джерела формування активів: коефіцієнт маневреності власних оборотних коштів, коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами, абсолютні показники (нерівності), які характеризують джерела формування запасів підприємства.

Чим більшою є частка власного капіталу в структурі капіталу підприємства, тим фінансово стійкішим воно є. Вважається, що в першу чергу за рахунок власного капіталу формуються необоротні активи підприємства. Оборотні активи утворюються як за рахунок власного капіталу, так і за рахунок позикового капіталу. Бажано, щоб хоча б частина оборотних активів (зокрема запаси) формувалася за рахунок власного капіталу. Оцінка наявності оборотних активів, сформованих за рахунок власного капіталу виконується за допомогою коефіцієнта забезпеченості власними оборотними коштами. В першу чергу власними оборотними коштами покривається формування запасів підприємства, які забезпечують можливість безперервності операційної діяльності. Ступінь покриття запасів власним капіталом та довгостроковим позиковим капіталом перетворено на методику визначення типу фінансової стійкості підприємства (табл. 1) :

Таблиця 1.

Методика визначення типу фінансової стійкості підприємства

Тип стійкості	Характеристика співвідношення	Зміст співвідношення
I. Абсолютна стійкість	$Z < \text{ВОК}$	Запаси повністю забезпечені власним оборотним капіталом.
II. Нормальна стійкість	$\text{ВОК} < Z < \text{ВДЗ}$	Запаси забезпечені власними та довгостроковими позиковими джерелами (оптимальний стан).
III. Нестійкий стан	$\text{ВДЗ} < Z < \text{ОДФ}$	Запаси фінансуються за рахунок усіх основних джерел (високий ризик).
IV. Кризовий стан	$Z > \text{ОДФ}$	Запаси не покриваються навіть основними джерелами (неплатоспроможність).

Комплексна оцінка фінансової стійкості через абсолютні та відносні показники

дозволяє виявити проблеми у фінансуванні діяльності підприємства та сформувати ефективну стратегію управління ресурсами: якщо стан нормальний, слід підтримувати оптимальну структуру капіталу, якщо стан нестійкий, необхідно зменшити запаси, прискорити їх оборот або замінити короткострокові позики на більш стійкі джерела фінансування; якщо стан кризовий, потрібні радикальні заходи з антикризового управління та фінансового оздоровлення підприємства.

ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ КОМПАНІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Мельник М.В., керівник доц. Педько А.Б.

Український державний університет науки і технологій

Загальновідомим є те, що оцінка конкурентоспроможності компаній охоплює аналіз ресурсів, здібностей, ринкової позиції та фінансових результатів. Класичні моделі (наприклад, п'ять сил Портера) трансформуються з урахуванням цифрових переваг – швидкості, персоналізації, мережових ефектів та ефективності на основі даних [1]. У сучасних умовах конкурентна перевага все частіше формується на основі інтелектуального капіталу та здатності компанії до інновацій [2]. Саме тут роль ІІІ стає вирішальною.

Системи ІІІ дозволяють вирішувати ключові завдання оцінки:

1. Прогнозування ринкового попиту та ціноутворення: МН-моделі аналізують поведінку споживачів, зовнішні макроекономічні фактори та дії конкурентів для оптимізації цінової політики.
2. Аналіз ефективності операцій: ІІІ оптимізує логістику, виробничі процеси та управління ланцюгами поставок, що безпосередньо впливає на зниження собівартості та підвищення якості (основні елементи конкурентоспроможності).
3. Оцінка клієнтського досвіду (CX) та лояльності: Аналіз тональності (Sentiment Analysis) у соціальних мережах, обробка звернень клієнтів (через чат-боти та NLP-алгоритми) забезпечує оперативну оцінку задоволеності та виявлення больових точок.
4. Ідентифікація нових ринкових можливостей: ІІІ може виявляти приховані закономірності у великих масивах даних, що допомагає компаніям формувати проривні продукти та послуги.

Запропонований авторами підхід до оцінки конкурентоспроможності на основі ІІІ включає три основні етапи:

I. Збір та агрегація даних

Системи ІІІ потребують комплексного набору даних, що виходять за межі традиційних фінансових звітів. Дані включають:

- Внутрішні дані: ERP-системи, CRM, дані про продажі, виробничі показники, витрати, HR-метрики.
- Зовнішні дані: Дані про конкурентів (веб-скрейпінг), соціальні медіа, новинні стрічки, макроекономічні індикатори, патенти.
- Дані від клієнтів: Відгуки, історія взаємодії, опитування.

II. Застосування ІІІ-моделей

На основі агрегованих даних використовуються різні моделі МН:

- Моделі класифікації/регресії: Для прогнозування частки ринку, ймовірності відтоку клієнтів та фінансових показників.
- Обробка природної мови (NLP): Для аналізу тисяч документів (контрактів, відгуків, новин) з метою оцінки репутації, ризиків та ідентифікації трендів.

- Кластеризація: Для сегментації клієнтів та конкурентів з метою виявлення найбільш привабливих ніш.
- Системи комп'ютерного зору (CV): В агросекторі (оцінка стану посівів), рітейлі (аналіз викладки товарів) — це дає конкурентні переваги в операційній ефективності.

3. Формування прогностичної оцінки

Результати роботи ІІІ-моделей конвертуються в інтегрований індекс конкурентоспроможності, який є прогностичним та динамічним. Цей індекс дозволяє топ-менеджменту в режимі реального часу відстежувати зміни та приймати рішення, що ґрунтуються на даних [3].

Український бізнес демонструє зростаючий інтерес та успішні кейси використання ІІІ для підвищення конкурентоспроможності.

- AgroTech (Приклад: Агрохолдинги): Великі агрохолдинги використовують ІІІ для прогнозування врожайності та оптимізації логістики. Наприклад, аналіз супутникових знімків та метеоданих за допомогою МН-алгоритмів дозволяє з точністю оцінювати стан посівів, прогнозувати обсяги збору врожаю та оптимально планувати посівні роботи, що значно знижує витрати та підвищує операційну конкурентоспроможність. Це є прикладом динамічної спроможності реагувати на зовнішні умови.

- Рітейл/Е-commerce (Приклад: Prom.ua, LUN): Українські маркетплейси та ІТ-компанії інтегрують ІІІ для персоналізації пропозицій та автоматизації модерації контенту. Prom.ua використовує ІІІ для обробки величезних обсягів даних, що забезпечує ефективну роботу платформи та покращує клієнтський досвід. Це зміцнює їхню ринкову позицію та конкурентоспроможність за рахунок клієнтоорієнтованості.

- Фінанси/Телекомунікації: Українські банки та телеком-оператори активно використовують ІІІ для аналізу ризиків, прогнозування відтоку клієнтів та автоматизації обслуговування (чат-боти, NLP-аналіз запитів). Це дозволяє підвищити внутрішню ефективність та конкурентну перевагу за рахунок швидкості та якості обслуговування.

Ці факти підтверджують, що впровадження ІІІ безпосередньо корелює з підвищенням операційної ефективності та формуванням унікальних конкурентних переваг на українському ринку.

Література

1. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96–114.
2. Teece, D. J. (2018). Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing regimes in the case of Google. *Research Policy*, 47(8), 1367-1387.
3. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.

МОТИВАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОГО ПЕРСОНАЛУ

Балачук В. Д., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Мотивація логістичного персоналу – це неймовірно важливий фактор ефективності роботи компаній, що займаються зберіганням, транспортуванням і управлінням ланцюгами постачання, адже від ступеня залученості й задоволеності працею працівників залежить стабільність виконання замовлень, своєчасність доставлення вантажів, якість обслуговування клієнтів і загальна

конкурентоспроможність підприємства. Логістична діяльність, як правило, означає монотонні операції, суворі часові обмеження, фізичні навантаження та відповідальність за мінімізацію втрат і простоїв, тому мотиваційні фактори повинні враховувати особливості цієї сфери.

Практичний досвід показує, що одним із основних зовнішніх стимулів є конкурентна оплата праці, оскільки логістичні працівники часто працюють у змінних умовах із високою інтенсивністю, а тому відчуття, що їхня праця належно оцінюється, має велике значення. Не менш важливими є умови праці – зручне робоче місце, безпечне середовище та сучасна техніка. Окрім того, можливості професійного росту, навчання, просування по службі чи внутрішня мобільність всередині організації значно підвищують мотивацію, особливо серед молодших працівників або тих, у кого невисокий стартовий рівень кваліфікації.

Інші внутрішні фактори мотивації охоплюють визнання та повагу з боку керівництва і колег, відчуття, що їхня праця має сенс, та що вона впливає на кінцевий результат бізнесу. У логістиці це може бути висловлено через похвалу за своєчасні доставлення, точність комплектації замовлень, зниження показників браку або повернень. Однією з ознак того, що персонал мотивований – низька плинність кадрів, коли люди прагнуть залишатися в компанії, а не шукати іншу роботу. Серед проблем, що постають перед логістичними компаніями є стресові ситуації, обмежені ресурси, нерівномірне завантаження, конкуренція, часова нестача, несприятливі погодні чи дорожні умови. У таких умовах загроза вигорання, перевтоми чи зниження мотивації стає досить гострою.

Для успішної мотиваційної системи всередині організації необхідно побудувати культуру, в якій цінуються досягнення, прозорість і справедливість. Працівники повинні мати чітке розуміння цілей і стандартів якості, а керівництво – зворотний зв'язок. Особливо ефективною є комбінація різноманітних стимулів із факторами підтримки здоров'я та безпеки, дружнє ставлення в колективі, справедливі умови оплати, гнучкість графіків, можливість кар'єрного росту.

Наразі, в умовах існування на українському ринку, важливо врахувати специфіку регіону, економічні умови, рівень інфраструктури, культури управління, а також рівень заробітної плати і соціальних гарантій. Компаніям необхідно інвестувати у навчання працівників, створення безпечного робочого середовища, чітку систему кар'єрного просування, мотивуючу систему винагород, адаптувати управління залежно від відгуків персоналу, постійно моніторити рівень мотивації з метою вчасного коригування своєї кадрової політики.

Отже, мотивація логістичного персоналу – це комплексний процес, який поєднує зовнішні й внутрішні стимули, матеріальні й нематеріальні винагороди, умови праці й психологічний клімат. Ефективна мотиваційна система може істотно підвищити продуктивність, зменшити плинність кадрів, покращити якість логістичних операцій та забезпечити сталість і конкурентоспроможність компанії.

ОРГАНІЗАЦІЯ ІНТЕГРОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ У ПРОСТОРИ

Балачук В. Д., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Інтегровані виробничі системи – це комплекс взаємопов'язаних технічних, організаційних та інформаційних елементів, які діють як єдиний механізм. Вони забезпечують повну координацію всіх етапів життєвого циклу продукції – від проектування і планування до виробництва продукції, контролю якості, постачання та обслуговування. В умовах швидкої зміни технологій підприємства змушені постійно

вдосконалювати свої процеси. Одним з найкращих шляхів забезпечення стійкості та конкурентоспроможності є створення інтегрованих виробничих систем. Ці системи охоплюють як впровадження програмного забезпечення, так і узгоджене розміщення виробничих потужностей, підрозділів та інформаційних потоків. У англomовній літературі поняття Computer-Integrated Manufacturing (CIM) – поняття, що означає налагодженість усіх функціональних підсистем.

Таким чином, кожен підрозділ певної організації займає своє місце у єдиній структурі, де матеріальні й інформаційні потоки безперервно рухаються. Якщо підприємство має кілька виробничих майданчиків або співпрацює з партнерами у різних містах, просторовий аспект інтеграції набуває набагато більшого значення, адже потрібно забезпечити стабільний обмін даними, узгоджене планування виробництва і транспортування між усіма учасниками виробничого ланцюга. Важливим елементом організації інтегрованих систем є технологічна інфраструктура. Вона містить у собі промислові комп'ютерні мережі, локальні системи зв'язку, хмарні сервіси для обробки даних, системи моніторингу та управління. Завдяки цим інструментам підприємство може здійснювати централізований контроль над усіма процесами, отримуючи оперативну інформацію про стан обладнання, обсяги виробництва, запаси матеріалів і виконання замовлень.

Організація інтегрованих систем відбувається поетапно. Спочатку проводять дослідження робочих процесів та інформаційних потоків, визначаються недоліки та неузгодженості між підрозділами. Потім розробляють концепцію інтеграції, що передбачає створення єдиної архітектури управління, вибір технологій передачі даних, мережевих рішень і стандартів обміну інформацією. Наступним етапом є впровадження програмних платформ, які забезпечують взаємодію між виробничими, логістичними та управлінськими підсистемами. В останню чергу проводять тестування, навчання персоналу та розгортання системи на всіх рівнях підприємства. Тому ефективна інтеграція вимагає не лише технічних рішень, а й організаційної культури співпраці, відкритості до змін і високої кваліфікації кадрів.

Впровадження інтегрованих систем дає підприємствам низку переваг. Передусім це підвищення продуктивності, скорочення витрат часу і ресурсів, покращення контролю якості та зменшення помилок завдяки автоматизації процесів. Інтеграція дозволяє швидше приймати управлінські рішення на основі достовірних даних у реальному часі. Крім того, підприємства мають змогу краще і швидше взаємодіяти з постачальниками, замовниками та логістичними партнерами. Проте існують і певні труднощі, а саме: чималі фінансові витрати, необхідність адаптації персоналу, проблеми сумісності старих і нових систем, а також питання кібербезпеки.

Отже, організація інтегрованих виробничих систем у просторі є головною умовою модернізації промисловості. Просторова інтеграція дозволяє підприємствам ефективно поєднувати виробничі та інформаційні процеси, перетворюючи традиційне виробництво на гнучку, цифрову і взаємопов'язану систему, здатну адаптуватися до викликів сучасної економіки.

НАДІЙНІСТЬ У ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ. СТРАХУВАННЯ РИЗИКІВ.

Бондарєва С. В., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах глобалізації та нестабільного ринкового середовища надійність логістичних систем набуває стратегічного значення. Перебої у постачанні, транспортні затримки, технічні збої чи зовнішні ризики можуть призвести до значних фінансових втрат. Тому формування ефективних механізмів забезпечення надійності та

страхування ризиків є ключовим завданням логістичного менеджменту.

Надійність логістичної системи – це здатність системи стабільно виконувати свої функції (постачання, транспортування, зберігання, обробка замовлень) у заданих умовах протягом певного часу без збоїв і витрат якості послуг.

Основними показниками надійності є:

- безвідмовність виконання логістичних операцій;
- готовність системи до роботи;
- зберігання вантажів у процесів транспортування;
- точність і своєчасність доставки;
- гнучкість і здатність до відновлення після збоїв

Фактори, що впливають на надійність:

- технічний стан транспортних засобів;
- кваліфікація персоналу;
- інформаційна підтримка цифрової технології;
- якість планування маршрутів і запасів;
- надійність постачальників і партнерів.

Ризики в логістиці – це ймовірність настання подій, що можуть спричинити втрати або збої у логістичних процесах. Вони поділяються на:

- внутрішні технічні збої, помилки персоналу, неточності планування;
- зовнішні: форс-мажорні обставини, політичні та економічні кризи, зміни законодавства.

Методи зниження ризиків:

- диверсифікація постачальників і маршрутів;
- використання систем моніторингу та аналітики;
- розроблення планів дій у надзвичайних ситуаціях.

В Україні недостатньо розвинуте страхування у сфері логістики. Це пов'язано, насамперед, із недосконалим розвитком самої логістичної сфери та наявністю обмеженого блоку інноваційних послуг, які надаються страховими компаніями. Прогрес інновацій у сфері логістичного страхування дозволив би проводити страхування швидше та дешевше для суб'єктів логістичної діяльності. Логістичні компанії повинні самі розширювати свою зацікавленість у розвитку видів транспортно-логістичного страхування, оскільки саме страхування це та галузь, яка дозволяє їм підтримувати надійність у своїй діяльності та рейтинг серед конкурентів. Страхові компанії, у свою чергу, готові використовувати цифрові технології як інструмент ведення бізнесу для забезпечення розвитку даного сегменту страхового ринку.

Страхування логістичних ризиків є основним і більш широко поширеним способом мінімізації ризиків, до якого вдаються як виробники, так і перевізники при внутрішніх рейсах і міжнародні перевізники. Але страхового відшкодування часто виявляється недостатньо для повної ліквідації збитку, тому завдання менеджерів з логістики полягає в недопущенні настання страхового випадку. Таким чином, у системі страхування, метою якого є забезпечення високої надійності функціонування логістичної системи, головне місце займає управління. Така форма управління ризиками називається ризик-менеджмент, що являє собою систему управління ризиком і фінансовими відносинами, що виникають в процесі цього управління.

Багатоетапність логістичної системи передбачає високий рівень потенційного ризику. Тому логістична система має передбачати комплекс заходів, спрямованих на підтримку високого рівня надійності системи, що має звести ймовірність настання несприятливих подій, з точки зору ризик-менеджменту, до мінімуму.

Надійність логістичної системи визначає її ефективність, стійкість та конкурентоспроможність. поєднання технічних, організаційних та фінансових заходів

забезпечує стабільність і безперервність логістичних процесів.

ОПЕРАЦІЙНА СТРАТЕГІЯ У СФЕРІ ПОСЛУГ

Бондарєва С. В., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах розвитку економіки сфера послуг є ключовим чинником формування ВВП і зайнятості населення. Ефективне управління операціями у цій сфері визначає конкурентоспроможність підприємств та рівень задоволення споживачів.

Операційна стратегія – це складова загальної стратегії організації, що визначає напрями розвитку, проектування та вдосконалення операційних процесів, спрямованих на ефективне створення та надання послуг.

Забезпечення узгодження між ресурсами, процесами та потребами клієнтів для досягнення високої якості обслуговування, мінімізації витрат і підвищення ефективності діяльності підприємства і є метою операційної стратегії у сфері послуг.

Сфера послуг ставить перед операційним менеджером цілу низку проблем, які або надто складно вирішуються, або є несуттєвими за умов виробничої діяльності. Ці проблеми пов'язані переважно з присутністю в операційному процесі самого покупця. Важливою характерною рисою сфери послуг є нематеріальна природа результату функціонування, адже послуга не відчутна на дотик, вона не може транспортуватись і зберігатись, а також не існує до моменту продажу. Через це якість обслуговування не може оцінюватись потенційним споживачем, перш ніж не буде надано сервіс. Таким чином, у сфері послуг має місце збіг процесів виробництва та споживання у часі. Для сфери послуг притаманна висока ступінь взаємодії зі споживачем. Крім того, послуги надаються у присутності клієнта, який миттєво може відкоригувати їх у відповідності зі своїми потребами.

Стратегія процесу- підхід, який організація використовує для перетворення ресурсів у товари або послуги. Метою стратегії процесу є: пошук напрямків виробництва товарів або надання послуг, які б відповідали потребам покупців і специфіці операційного процесу за низкою управлінських критеріїв (гнучкість, ціна, якість виробленої продукції).

Операційна стратегія процесу диференціюється в залежності від видів процесів, які застосовуються в організації. Основними видами процесів, на підставі яких формується операційна стратегія, є такі:

1. Процес сфокусований на продукті. Він характеризується великим обсягом виробництва та незначним розмаїттям продуктів, тобто його можливості зосереджуються навколо товару.
2. Процес, що повторюється. Це послідовність операцій, що підпорядковані виробництву значних обсягів продукції, яка є складнішою, ніж у першому випадку.

В основу формування операційної стратегії процесу покладено аналіз точки беззбитковості та точки мінімальної прибутковості.

Особливості операції у сфері послуг:

- одночасність процесів виробництва і споживання;
- високий рівень участі клієнта у процесі надання послуги;
- нематеріальний характер результату;
- залежність якості від людського фактору;
- обмежені можливості стандартизації.

До основних складових операційної стратегії у сфері послуг належать:

- дизайн послуги і виконання стандартів, процесів і критерії якості;
- управління якістю: впровадження систем TQM, SERVQUAL, контролю задоволеності клієнтів;
- проектування процесів обслуговування: оптимізація потоків клієнтів, часу очікування, використання технологій самообслуговування;
- управління ресурсами: планування персоналу, матеріально-технічного забезпечення.

Існує декілька видів операційних стратегій, таких як: стратегія лідерства та витрат; стратегія диференціації; стратегія фокусування; стратегія якості.

Приклади практичної реалізації:

- використання систем онлайн - бронювання у готельному бізнесі;
- впровадження електронних черг у банках;
- цифровізація медичних послуг через телемедицину;
- використання чат – ботів у сфері клієнтського сервісу.

Операційна система у сфері послуг є інструментом досягнення ефективності стабільності та гнучкості підприємства. Її успіх визначається гармонійним поєднання технологій, управлінських рішень та людського фактора.

РОБОЧЕ МІСЦЕ ЯК ПЕРВИННА ЛАНКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Бровко Д. С., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Робоче місце є основною, первинною ланкою організації виробничого процесу. Саме тут безпосередньо відбувається перетворення предметів праці на готову продукцію або виконання конкретних операцій. Ефективність роботи кожного працівника, а отже й усього підприємства, значною мірою залежить від того, наскільки раціонально організоване його робоче місце.

Під робочим місцем розуміють частину виробничого простору, оснащену необхідними технічними засобами, інструментами, матеріалами та пристроями, призначену для виконання певних трудових функцій. Важливими складовими робочого місця є обладнання, організаційна оснастка, технічна документація, освітлення, засоби безпеки та умови праці.

Основною метою організації робочого місця є створення таких умов, за яких працівник міг би виконувати свої обов'язки з максимальною продуктивністю, мінімальними витратами часу та фізичних зусиль. Раціональне розміщення інструментів, використання ергономічних принципів і правильна організація простору сприяють підвищенню ефективності праці, зниженню втоми та травматизму. Важливим завданням операційного менеджменту є визначення типу робочого місця відповідно до характеру виконуваних операцій. Вирізняють універсальні робочі місця (для виконання різноманітних завдань), спеціалізовані (призначені для певних видів робіт) та автоматизовані, де більшість функцій виконується за допомогою машин і робототехнічних систем.

Процес організації робочого місця включає кілька етапів:

1. Планування — визначення функцій працівника, підбір необхідного обладнання, інструментів та матеріалів.
2. Раціональне розміщення елементів у просторі для забезпечення зручності та безпеки.
3. Нормування та організація праці — розробка режимів роботи, інструкцій, стандартів обслуговування.
4. Підтримка робочого місця у належному стані — регулярне технічне обслуговування, контроль умов праці та дотримання норм охорони праці.

Вирішальним чинником ефективної організації робочого місця є ергономіка — наука про пристосування умов праці до фізичних та психологічних можливостей людини. Ергономічне робоче місце зменшує ризики професійних захворювань, підвищує мотивацію працівників і сприяє стабільності виробничого процесу.

В умовах сучасного виробництва все більшого значення набуває автоматизація та цифровізація робочих місць. Використання комп'ютерних систем, роботизованих ліній, сенсорних панелей управління та інтелектуальних систем контролю дозволяє підвищити точність, швидкість і якість виконуваних операцій. При цьому функції працівника змінюються — він переходить від безпосереднього виконання фізичних дій до управління, моніторингу та аналізу виробничих процесів.

Одним із напрямів сучасної організації праці є гнучке робоче місце, яке може адаптуватися до змін у виробничих завданнях. Такі робочі місця використовують універсальне обладнання, модульні конструкції, цифрове керування, що дозволяє швидко переналаштовувати процес під новий тип продукції.

Не менш важливою є організація обслуговування робочих місць. Вона включає своєчасне забезпечення матеріалами, ремонт устаткування, прибирання, контроль технічного стану. Добре організована система обслуговування запобігає простою обладнання та втраті часу працівників.

З точки зору операційного менеджменту, робоче місце — це не лише фізичний простір, а й елемент системи управління, який повинен бути інтегрований у загальну структуру виробничого процесу. Правильне розташування робочих місць у цеху, логічні маршрути переміщення матеріалів, чіткий розподіл функцій між працівниками — усе це забезпечує безперервність виробництва та мінімізує втрати часу.

Особливу увагу приділяють умовам праці — мікроклімату, рівню шуму, освітленню, вентиляції, температурному режиму. Дотримання санітарно-гігієнічних норм сприяє збереженню здоров'я персоналу та підвищенню продуктивності.

У сучасних концепціях операційного менеджменту (таких як Lean, Kaizen, 5S) велике значення має постійне вдосконалення робочих місць. Наприклад, система 5S (сортування, систематизація, ссяйво, стандартизація, самодисципліна) допомагає підтримувати порядок, знижувати втрати часу та підвищувати ефективність.

Таким чином, робоче місце є первинною та найважливішою ланкою виробничого процесу, де поєднуються технічні, організаційні та людські фактори. Від його організації залежить якість, продуктивність і безперервність роботи всього підприємства.

Ефективна організація робочого місця — це ключовий елемент операційного менеджменту, що забезпечує оптимальне використання ресурсів, підвищення продуктивності праці та створення безпечних умов для працівників. Упровадження сучасних технологій, ергономічних рішень і принципів постійного вдосконалення дозволяє підприємству залишатися.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГАХ

Бровко Д. С., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Інформаційні технології (ІТ) сьогодні є невід'ємною складовою системи управління логістичними процесами. Вони забезпечують оперативний обмін даними, точний контроль за переміщенням товарів, координацію діяльності постачальників, перевізників, складів і споживачів. Без сучасних ІТ логістика втратила б свою ефективність, адже саме інформаційна складова дозволяє керувати матеріальними, фінансовими та сервісними потоками у реальному часі.

Сутність впровадження ІТ у логістиці полягає у створенні єдиної інформаційної системи, яка поєднує всіх учасників логістичного ланцюга. Це дає змогу швидко приймати рішення, зменшувати ризики, запобігати простою транспорту та уникати надлишкових запасів. Завдяки цифровим технологіям компанії отримують можливість планувати діяльність на основі точних даних і прогнозів, що підвищує рівень конкурентоспроможності на ринку.

Серед ключових інформаційних технологій, що застосовуються у логістиці, виділяють ERP (Enterprise Resource Planning) — системи планування ресурсів підприємства. Вони дозволяють інтегрувати всі бізнес-процеси, включаючи закупівлі, виробництво, зберігання, транспортування та продаж. Завдяки ERP-системам відбувається централізований облік і контроль, що забезпечує узгодженість дій між підрозділами компанії.

WMS (Warehouse Management System) — це спеціалізовані системи управління складом. Вони автоматизують розміщення, облік і відвантаження товарів, що мінімізує людський фактор і помилки під час інвентаризації. Такі системи допомагають оптимізувати використання складських площ, прискорюють процес комплектації замовлень і підвищують точність обліку.

TMS (Transport Management System) — системи управління транспортом — використовуються для планування та контролю перевезень. Вони дозволяють обирати оптимальні маршрути, контролювати завантаженість транспорту, час доставки та витрати на паливо. Завдяки цьому зменшується кількість простоїв, а рівень обслуговування клієнтів зростає.

Важливе значення мають також технології ідентифікації та відстеження — зокрема RFID (Radio Frequency Identification) та GPS (Global Positioning System). RFID забезпечує безконтактне зчитування даних про товари, палети чи контейнери, що істотно прискорює процеси приймання, відвантаження і контролю. GPS, у свою чергу, дозволяє відстежувати місцезнаходження транспорту в реальному часі, забезпечуючи прозорість і безпеку перевезень.

Сучасні логістичні компанії активно впроваджують Big Data, аналітичні системи, хмарні сервіси та штучний інтелект (AI). Використання великих даних дає змогу прогнозувати попит, аналізувати поведінку споживачів і виявляти сезонні тенденції. Хмарні технології забезпечують доступ до інформації з будь-якої точки світу та дозволяють швидко інтегрувати нових партнерів у логістичний ланцюг.

Штучний інтелект і машинне навчання застосовуються для оптимізації процесів — наприклад, автоматичного планування маршрутів, розрахунку потреб у транспорті або визначення найкращого часу для доставки. Алгоритми можуть самостійно аналізувати великі масиви даних і пропонувати найефективніші рішення. Це зменшує навантаження на персонал і прискорює прийняття управлінських рішень.

У практиці міжнародної логістики дедалі частіше використовуються блокчейн-технології, які гарантують безпечний і прозорий обмін даними між усіма учасниками ланцюга постачання. Завдяки блокчейну можна відстежити походження товару, запобігти підробкам документів і забезпечити достовірність усіх операцій.

Крім того, розвиток інтернету речей (IoT) відкриває нові можливості для моніторингу стану товарів під час транспортування. Спеціальні датчики можуть відстежувати температуру, вологість чи тиск у контейнерах, що особливо важливо для транспортування продуктів харчування, медикаментів або електроніки.

Завдяки ІТ підвищується якість логістичного сервісу — клієнти отримують точну інформацію про статус замовлення, можуть відстежити доставку онлайн та отримати прогнозований час прибуття. Це формує довіру, зміцнює ділові зв'язки та покращує імідж компанії.

У майбутньому роль інформаційних технологій у логістиці лише зростатиме. Цифровізація всіх етапів логістичного процесу, поява автономного транспорту, роботизація складів та використання аналітики в режимі реального часу стають новими стандартами ефективності. Компанії, які активно впроваджують ІТ-рішення, здатні швидше адаптуватися до змін ринку та забезпечувати стабільне функціонування своїх логістичних систем.

Отже, інформаційні технології є основою сучасної логістики. Вони забезпечують комплексне управління потоками, сприяють зменшенню витрат, підвищенню продуктивності праці та якості обслуговування. Без ефективного використання ІТ логістичні ланцюги не зможуть відповідати вимогам глобальної економіки, де вирішальними факторами успіху є швидкість, точність і надійність.

ОСОБЛИВОСТІ СТРАХУВАННЯ ТУРИСТІВ ТА ТУРИСТИЧНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Будяк Ю. Г., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток туризму в сучасному світі супроводжується підвищенням ризиків, пов'язаних із подорожами, транспортом, погодними умовами, захворюваннями та іншими непередбачуваними ситуаціями. Саме тому страхування туристів і туристичних організацій є невід'ємною складовою безпечного та відповідального туризму. Страхування забезпечує фінансовий захист як для самих мандрівників, так і для суб'єктів туристичної діяльності.

Страхування в туризмі – це система відносин між страховою компанією і туристом по захисту його життя, здоров'я та майнових інтересів при настанні страхових випадків. Перетнувши кордон, людина опиняється в новому для неї середовищі, і може статися будь що, тому страхування від нещасного випадку й медичне страхування є обов'язковим, гарантується надання допомоги та компенсація медичних витрат. До нещасних випадків відноситься інвалідність та часткова втрата працездатності що сталися під час нещасного випадку у період дії договору страхування.

Туристи мають право самостійно укласти договір на страхування, здійснюється воно на підставі угоди суб'єктів туристичної діяльності зі страховими компаніями. Страхування громадян може включати й інші гарантії (юридична допомога, допомога на дорогах). Туристичне страхування належить до галузі цивільного права. Варто зазначити, що правовідносини між туристами, туристичними фірмами та страховими організаціями здійснюються в рамках чинного законодавства і правил, розроблювальних індивідуально вітчизняними страховими організаціями за погодженням із Мінфіном України.

До видів страхування крім медичного та нещасних випадків, відноситься також майнове; на випадок затримки транспорту; витрат, пов'язаних із неможливістю здійснити поїздку; асистанс; страхування відповідальності власника автотранспортних засобів.

Асистанс – ще один особливий вид страхування, який надає туристам або відрядженим за кордон спеціалістам допомогу у технічній (ремонт автомобіля), фінансовій чи іншій формі. Страхова компанія відшкодовує матеріальні збитки та витрати, спричинені заподіянням тілесних ушкоджень потерпілим громадянам.

У міжнародному страхуванні є відповідальність автовласників, відома як система «Зелена картка» —це угода про обов'язкове страхування цивільної відповідальності власників транспорту. Система «Зелена картка» створена в 1949 році і гарантує вільне

пересування транспортних засобів у межах кордонів 32 держав. Назва походить від кольору страхового полісу.

Страховання туристів і туристичних організацій є невід'ємною складовою туристичної діяльності, що забезпечує захист майнових інтересів усіх учасників туристичного процесу. Воно сприяє підвищенню рівня безпеки подорожей, мінімізує фінансові ризики у разі настання непередбачуваних подій і формує довіру між туристами та туроператорами. Ефективна система страхування дозволяє стабілізувати роботу туристичного ринку, підтримує репутацію туристичних компаній і дає гарантію туристам у захищеності їхніх прав під час подорожі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Букліб by Magistr.ua, 11.2. Особливості страхування в туризмі - <https://buklib.net/books/28246/>
2. Все про туризм. Туристична бібліотека – Особливості страхування туристів і туристичних фірм в Україні – https://tourlib.net/statti_ukr/zaletov.htm

ЛОГІСТИКА ТА ЇЇ РОЛЬ У ПІДВИЩЕННІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Якимець А. О., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Зараз підприємствам уже недостатньо мати просто хороший товар за прийнятною ціною для споживача. Щоб бути успішним на ринку, підприємство має налагодити чітку та злагоджену роботу всіх внутрішніх процесів. А допомоги в цьому може ефективна логістика.

Логістику слід розуміти значно ширше, ніж просто перевезення. Це ціла наука про керування процесами планування, контролю й реалізації товарів або послуг кінцевому споживачеві з найменшими витратами. За правильного розуміння того, як працює та як використовувати логістику в діяльності підприємства, вона дасть змогу доставляти товар швидше, дасть змогу відповідати вимогам споживачів та отримувати прибуток за мінімальних витрат, дозволяючи значно зекономити й позбавити від непотрібних операцій. Саме ці показники забезпечать конкурентоспроможність та прибутковість підприємства на ринку.

Розуміння того, як саме працює логістика, дозволяє побачити, як можна покращити свій бізнес на всіх етапах - починаючи від закупівлі сировини до миті коли готова продукція або послуга буде доставлена споживачеві. Також логістика забезпечує можливість скоротити витрати за рахунок правильного управління транспортом, складами підприємства та його запасів. Для клієнтів це означає більшу зацікавленість пропозиціями через перевагу у швидкості, кращому сервісі та за вигідною ціною.

Логістика розвиває навички стратегічного мислення та підходу до справ, адже змушує постійно думати на кілька кроків вперед, визначати ризики та знаходити спільну мову з діловими партнерами.

Ефективність логістики найкраще засвідчує те, наскільки вдається зменшити витрати на кожному з етапів виробництва, при цьому ніяк не впливаючи на якість. Зазвичай найбільша економія відбувається зі скорочення транспортних витрат. Економія забезпечується вибором найкраще продуманого маршруту, оптимального транспорту та чіткого графіку для своєчасної доставки споживачеві. На практиці це одразу видно: машини не втрачають час на непотрібні поїздки, відповідно не витрачаючи паливо даремно й економлячи кошти, що раніше витрачались через непотрібні дії.

Знаючи який оптимальний рівень запасів, можна уникнути зупинки виробництва, забезпечивши безперебійність, що дасть змогу своєчасно виконати замовлення клієнта. Системи планування що існують сьогодні допомагають уникнути ситуації, коли гроші «заморожені» у вигляді непотрібних запасів, які ще й вимагають багато витрат на своє зберігання. Плюсом до цього, така система допомагає уникнути дефіциту товару. Адже якщо клієнт вчасно не отримає свій товар, він просто зробить свій вибір на користь конкурентів.

Ще одна можливість, яку дає логістика, - це скоротити час, необхідний товару, щоб подолати шлях від виробника до того, хто його продає. У досягненні цього допомагає автоматизація та синхронізація постачання, коли кожна ланка працює як єдиний механізм, і, звичайно ж, готовність впроваджувати сучасні рішення.

Отже, можна зробити висновок, що по-справжньому ефективно керувати компанією просто неможливо без чіткої та продуманої логістики, яка стає головною конкурентною перевагою. Завдяки їй вдається зменшити витрати на перевезення та складські запаси, а клієнти відчують різницю в обслуговуванні. Саме завдяки цьому компанії вдається залишатися гнучкою, швидко реагувати на зміни ринку, що дозволяючи стабільно виготовляти продукцію та отримувати прибуток. Але все ж таки головна мета - не лише в економії, адже коли доставлення здійснюється швидко та точно, це викликає довіру у клієнтів. А це - те, головне що тримає та забезпечує діяльність підприємства, і один з найважливіших факторів, що дає змогу закріпитися на ринку.

Список використаних джерел

1. Якимишин Л. Я. Інновації у логістиці: вплив технологій на ефективність та конкурентоспроможність підприємства // Маркетингові та логістичні технології: інновації для забезпечення ефективності бізнес-процесів: монографія, Тернопіль. 2024. С. 88–98. - Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/4677> [дата звернення: 07.10.2025].
2. Пожуєв О. В. Логістика, як фактор підвищення конкурентоспроможності підприємств України / О. В. Пожуєв // Вісник Приазовського державного технічного університету. Сер. : Економічні науки. - 2011. - Вип. 22. - С. 118-123. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDTU_ek_2011_22_22 [дата звернення: 07.10.2025].
3. Науменко М. О. Логістика як інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємства / М. О. Науменко // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2018. - № 61. - С. 129-135. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vetp_2018_61_18 [дата звернення: 07.10.2025].

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ТА МЕТОДИ ЇЇ ОЦІНКИ

Якимець А. О., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Успіх підприємств в сучасних економічних умовах багато в чому залежить від конкурентоспроможності продукції чи послуг порівняно з пропозиціями інших виробників. Адже постійно з'являються нові технології, змінюються потреби споживачів, а глобальні зміни на ринку та зростання конкуренції спонукають вивчати підприємствам тему конкурентоспроможності для їх продукції.

Конкурентоспроможність - це сукупність властивостей товару, які можуть повністю задовольнити потребу споживача краще за конкурентні товари. Вона відображає, наскільки цей товар привабливий на ринку серед інших аналогів, та характеризується співвідношенням якості та ціни, споживчими властивостями та рівнем сервісу. Загалом конкурентоспроможність показує, наскільки продукція вигідна, корисна та доступна для споживача в порівнянні з іншими варіантами на ринку.

Конкурентоспроможність має кілька рівнів. На рівні товару вона відображається в

його технічних, якісних та економічних характеристиках. На рівні підприємства конкурентоспроможність визначається здатністю створювати, виробляти та здійснювати реалізацію конкурентних товарів шляхом інновацій, ефективного управління та маркетингу. Нарешті, на рівні галузі конкурентоспроможність визначається її технологічним рівнем і науковою базою, що є важливим індикатором розвитку всієї економічної системи та впливає на національну конкурентоспроможність у світі.

На конкурентоспроможність продукції в основному впливають її якість та ціна, рівень інновації, реклама, бренд, імідж самого виробника та рівень сервісного обслуговування. Товар, який повністю задовольняє вимоги споживачів, має доступну ціну і хорошу якість, а також постійно вдосконалюється, має набагато більше шансів утримати свою конкурентоспроможність на ринку серед інших аналогів. Додаткові переваги створює відома торгова марка, що гарантує якість, високий рівень сервісу, гарантійного та післяпродажного обслуговування. Ці переваги підвищують зацікавленість споживачів, дозволяючи підприємству зміцнювати свої позиції.

Важливо розуміти, що продукція має свій життєвий цикл, який безпосередньо впливає на її конкурентоспроможність. Він складається з чотирьох основних етапів, на кожному з яких рівень конкурентоспроможності змінюється: це етапи впровадження, зростання, зрілості та спаду. На етапі впровадження зусилля спрямовані на привернення уваги споживачів (високі витрати на рекламу та просування), на етапі зростання відбувається збільшення попиту та прибутковості. Під час зрілості настає стабілізація продажів і загострюється конкурентна боротьба. Нарешті, етап спаду вимагає від підприємства оновлення чи модернізації продукту, задля збереження місця на ринку.

Для оцінки конкурентоспроможності продукції існує кілька методів: порівняльний - зіставляються характеристики товару з аналогами, комплексний - базується на розрахунку інтегрального показника конкурентоспроможності за системою вагових коефіцієнтів, експертний - оцінка експертами параметрів продукції, метод споживчих переваг - коли рівень конкурентоспроможності визначається за допомогою опитування споживачів та метод аналізу ринкової частки - оцінює становище продукції на ринку серед інших аналогів.

Щоб підвищити рівень конкурентності продукції, підприємство повинно постійно слідкувати за інноваціями на ринку та вчасно їх запроваджувати, контролювати ціну та якість продукції, при цьому намагатися скорочувати витрати. Також важливими чинниками є поліпшення асортименту та сервісу, використання нових технологій, створення позитивного іміджу компанії та впровадження систем управління якістю. Але найголовніше - це орієнтація на потреби споживачів.

Отже, можна зробити висновок, що конкурентоспроможність продукції полягає у здатності краще задовольнити потреби споживачів у порівнянні з іншими аналогами. Вона залежить від багатьох чинників, таких як: внутрішні і зовнішні; якість, ціна, популярності бренду та рівня обслуговування. Щоб утримувати свої позиції, підприємству потрібно постійно відстежувати зміни на ринку, вчасно впроваджувати інновації, покращувати асортимент, якість продукції та послуг. Усе це допоможе підприємству не лише успішно здійснювати свою діяльність і отримувати прибуток, але й підтримувати свій високий рівень конкурентоспроможності на ринку.

Список використаних джерел

1. Дмитрів І. А. Конкурентоспроможність підприємства : навч. посіб. / І. А. Дмитрів, І. М. Кирчата, О. М. Шершенюк. - Харків, 2020. - 287 с. - Режим доступу: https://fmab.khadi.kharkov.ua/fileadmin/FUB/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B8_%D1%96_%D0

https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/382/369/9D%D0%98%D0%9A%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%9A%D0%A3%D0%A0.%D0%9F%D0%86%D0%94%D0%9F%D0%A0%D0%98%D0%84%D0%9C%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%90_2020.pdf

[дата звернення: 24.05.2024]

2. Кісак П. С. Методичні підходи до оцінки конкурентоспроможності продукції підприємства / П. С. Кісак, М. В. Прокоп // Економічний простір. - 2019. - № 142. - С. 169-174. - Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/382/369/> [дата звернення: 24.05.2024]

3. Мешкоруд Н. О. Конкурентоспроможність продукції: сутність та основні чинники впливу / Н. О. Мешкоруд // Економіка та суспільство. - 2020. - Вип. 13. - Режим доступу: https://economyandsociety.in.ua/journals/13_ukr/69.pdf [дата звернення: 24.05.2024]

ЛОГІСТИЧНІ РИЗИКИ: ВИДИ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕТОДИ ОБЛІКУ **Якимець В. О., керівник доц. Гребенюк Г. М.** **Український державний університет науки і технологій**

Логістичні ризики – це ймовірність виникнення проблем під час виконання логістичних операцій, таких як транспортування, складування, вантажопереробка та управління запасами, а також ризики, пов'язані з логістичним менеджментом на всіх рівнях, зокрема управлінські ризики, що виникають у процесі реалізації логістичних функцій і операцій.

Управління логістичними ризиками має ключове значення для забезпечення безперервності постачання, стабільності виробничих процесів і мінімізації фінансових втрат. Враховуючи те, що логістика охоплює всі етапи руху матеріальних, інформаційних і фінансових потоків, навіть незначні порушення в її функціонуванні можуть призвести до серйозних збоїв у роботі підприємства.

Оцінка логістичних ризиків важлива, адже управління потоками ресурсів зазвичай має довгостроковий характер, а через непередбачуваність багатьох факторів рішення приймаються в умовах невизначеності.

Характерними ознаками класифікації логістичних ризиків є їхнє віднесення до матеріальних, інформаційних, фінансових та сервісних потоків, а також залежність від сфери діяльності та галузевої належності підприємства. Усі типи ризиків у логістичній системі взаємопов'язані та спільно впливають на діяльність підприємства або ланцюга постачання – як у сфері обігу споживчих товарів і продукції виробничо-технічного призначення, так і в транспортних системах. Тому під час управління ризиками кожне підприємство повинно формувати власну класифікацію ризиків, враховуючи специфіку своєї діяльності.

Відповідно до принципу поділу ризиків за класами, групами та видами, усі логістичні ризики можна умовно розділити на дві основні категорії: **внутрішні** (ті, що виникають у межах підприємства) та **зовнішні** (які перебувають поза його межами, але впливають на його діяльність).

Під час визначення видів ризиків застосовується функціональний підхід до класифікації, за яким аналізуються ризики, що виникають у процесі виконання логістичних операцій – зокрема, під час складування, управління запасами та транспортування сировини чи напівфабрикатів. При цьому окремо розглядаються операції, пов'язані з матеріальними, інформаційними, фінансовими та сервісними потоками. Окрім цього, доцільно враховувати суб'єктивний фактор прийняття рішень: за цим критерієм ризики поділяються на **індивідуальні** та **колективні**.

Класифікація логістичних ризиків є невід'ємною складовою процесу формування логістичної системи підприємства. Ефективність управління ризиками значною мірою

залежить від правильності їх класифікації. Науково обґрунтована система класифікації дає змогу чітко визначити місце кожного ризику в загальній структурі та забезпечує можливість застосування адекватних методів управління.

Основні фактори ризику в логістиці можна поділити на такі групи:

- обсяги та асортимент запасів у процесах виробництва, збуту й постачання;
- кількість споживачів, підприємств, постачальників, дистрибуційних центрів, роздрібних точок та інших логістичних об'єктів;
- розташування об'єктів і визначення зон їх обслуговування;
- рівень лояльності партнерів, дотримання умов договорів і частота відмов;
- псування товарних запасів під час зберігання чи транспортування;
- затримки в транспортуванні, виробничих або адміністративних процесах;
- фіскальні платежі (податки, мита, соціальні збори);
- системні ризики – інфляційні, економічні, демографічні, екологічні, геополітичні;
- конкурентні дії;
- обсяги інвестицій у логістичну систему та стан її інфраструктури;
- спеціалізація логістичних об'єктів за видами продукції, операцій, клієнтів чи постачальників;
- гарантійне та післяпродажне обслуговування;
- процеси утилізації відходів та інші супутні чинники.

Облік логістичних ризиків є невід'ємною частиною системи управління ризиками підприємства та виходить за межі звичайного фіксування збитків. Це комплексна діяльність, спрямована на виявлення, оцінку та постійний моніторинг потенційних загроз у ланцюгу постачання. Для цього використовуються як **якісні**, так і **кількісні** методи.

Якісні методи (експертні оцінки, контрольні списки) допомагають визначити характер ризику – наприклад, ризик псування, затримки або порушення інформаційної безпеки – та його можливі джерела. Кількісні методи (статистичний аналіз, аналіз чутливості, імітаційне моделювання, зокрема Монте-Карло) дають змогу кількісно оцінити ймовірність настання ризику та можливі фінансові втрати. Поєднання цих підходів дозволяє перетворити невизначеність на конкретні показники для ухвалення обґрунтованих управлінських рішень.

Управління ризиками починається після їх ідентифікації та оцінки і має на меті мінімізацію потенційних фінансових чи операційних втрат. Вибір конкретної стратегії залежить від специфіки ризику та економічних можливостей суб'єкта господарювання. Одна з них – **ухилення**, що передбачає повну відмову від операцій, пов'язаних із підвищеним рівнем ризику. Інша стратегія – **зниження**, яка полягає у створенні резервних запасів, диверсифікації постачальників, упровадженні надійних інформаційних систем та посиленні контролю над процесами. Третій підхід – **передача ризику**, коли підприємство перекладає відповідальність за можливі збитки на зовнішні сторони, наприклад, через страхування вантажів або аутсорсинг окремих логістичних операцій спеціалізованим компаніям.

Якщо ризики мають незначний вплив або їх страхування є надто дорогим, підприємство може **приймати ризик**, формуючи внутрішні резервні фонди.

Облік логістичних ризиків забезпечує безперервний процес контролю та реагування, інтегруючи аналіз потенційних загроз у систему управлінського обліку. Це підвищує стійкість і ефективність логістичної системи підприємства, забезпечуючи її адаптивність і конкурентоспроможність у динамічному середовищі.

Підсумовуючи, здатність вчасно ідентифікувати логістичні ризики та успішно ними управляти є важливою для підприємства. Управління ризиками допомагає уникнути кризових ситуацій та забезпечити стабільну роботу.

Список використаних джерел:

1. Класифікація логістичних ризиків / Stud.com.ua. Режим доступу: https://stud.com.ua/171090/logistika/klasifikatsiya_logistichnih_rizikiv
2. Логістика та управління запасами / Studfile.net. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7660111/page:32/>
3. Затворило, О. В. Класифікація логістичних ризиків / О. В. Затворило // Ефективна економіка. – 2015. – № 11. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5646>

СУЧАСНІ ВИРОБНИЧІ СТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ПОБУДОВИ

Якимець В. О., керівник доц. Гребенюк Г. М.

Український державний університет науки і технологій

Виробнича структура підприємства – це сукупність виробничих підрозділів, таких як цехи, дільниці та служби, які входять до складу підприємства і взаємодіють між собою, визначаючи склад підрозділів, систему зв'язків, підпорядкованість та кооперування, а також співвідношення за чисельністю робітників, вартістю устаткування, площею та територіальним розташуванням. Вона формується під впливом характеру та особливостей продукції, обсягу випуску, номенклатури виробів, рівня спеціалізації, кооперування з іншими підприємствами, ступеня автоматизації та охоплення життєвого циклу продукції. Грамотна побудова структури є важливою умовою ефективного функціонування підприємства, оскільки забезпечує чітку організацію виробничих процесів і оптимальний розподіл ресурсів.

Залежно від підрозділу, який покладено в основу структури, вирізняють такі типи виробничих структур: **цехову**, де основним підрозділом є цех – адміністративно відокремлена частина підприємства для виконання комплексу робіт; **безцехову**, де основою є виробнича дільниця, що об'єднує територіально відокремлені робочі місця для виконання технологічно однорідних робіт; **корпусну**, яка об'єднує кілька однотипних цехів у корпус як основний структурний підрозділ; та **комбінатську**, характерну для багатостадійних виробничих процесів, де підрозділи виготовляють завершену частку готового виробу. Кожен із цих типів має свої переваги й обмеження, що визначаються масштабом виробництва, рівнем автоматизації та ступенем технологічної складності продукції.

За формою спеціалізації основних цехів виділяють технологічну структуру, де цехи виконують окремі стадії технологічного процесу; предметну структуру, де цехи спеціалізуються на виготовленні конкретного виробу або групи однотипних виробів; і змішану (предметно-технологічну) структуру, коли частина цехів побудована за технологічним, а частина – за предметним принципом. Такий поділ дозволяє підприємствам гнучко реагувати на зміни у виробничих програмах, поєднуючи переваги спеціалізації та універсальності. Крім того, залежно від наявності основних і допоміжних процесів розрізняють підприємства з комплексною виробничою структурою, що включає всі основні та допоміжні цехи, та спеціалізованою, яка охоплює лише частину підрозділів, наприклад механоскладальні, складальні, заготовочні або спеціалізовані на окремих деталях. Вибір між цими підходами залежить від стратегії розвитку підприємства, його розміру та галузевих особливостей.

Побудова виробничої структури побудована на принципах спеціалізації, пропорційності та прямоочності і включає лише ті підсистеми, які забезпечують економію ресурсів та ефективність виробництва. Дотримання цих принципів сприяє скороченню тривалості виробничого циклу, зниженню витрат і підвищенню якості кінцевої продукції. На машинобудівних підприємствах цехи формуються за

технологічним, предметним або змішаним принципом залежно від характеру операцій та ступеня готовності предметів праці. У сучасних умовах дедалі більшого значення набуває цифровізація виробництва, що зумовлює трансформацію традиційних структур у більш гнучкі та адаптивні системи.

На виробничу структуру впливають такі чинники: конструктивні та технологічні особливості продукції, що визначають характер виробничих процесів та кількість підрозділів; обсяг виробництва, який впливає на формування підрозділів за спеціалізацією та потужністю; номенклатура продукції, що визначає, чи цехи виробляють вузький або широкий асортимент; рівень спеціалізації та кооперування, коли підвищена спеціалізація спрощує структуру, а універсальність її ускладнює; автоматизація та механізація, що підвищують продуктивність та спеціалізацію; охоплення життєвого циклу виробів, коли включення сервісного обслуговування формує регіональні спеціалізовані підрозділи; і місце розташування підприємства, адже віддалені регіони зумовлюють більш універсальні та автономні структури. Взаємодія цих чинників формує індивідуальний тип виробничої структури, який найкраще відповідає стратегічним цілям підприємства.

Виробнича структура визначає розподіл праці між цехами та обслуговуючими господарствами і формує загальну та управлінську структури підприємства, що включають не тільки виробничі, але й невиробничі та управлінські підрозділи. Підприємство очолює директор, який керує майном і представляє його в організаціях, йому підпорядковуються головний інженер, відповідальний за технічні та науково-дослідні роботи, та головний економіст, який організовує планування, фінанси і роботу персоналу. Начальник виробництва забезпечує виконання планів підприємства та ритмічну роботу цехів, а заступники директора відповідають за маркетинг, матеріально-технічне забезпечення та кадрову політику. До складу апарату управління входять бухгалтерія, технічний контроль, канцелярія, а керівництво цехів забезпечує оперативне управління, контроль та технічний нагляд. Таким чином, виробнича структура тісно пов'язана з управлінською, утворюючи єдиний організаційний механізм, що забезпечує узгодженість усіх процесів.

Зараз ефективність виробництва дуже залежить від раціональної побудови виробничої та загальної структури підприємства, що забезпечує прискорення виробництва, підвищення продуктивності та якості продукції. У контексті сучасних викликів – глобальної конкуренції, автоматизації, сталого розвитку – раціональна структура стає не лише техніко-економічною, а й стратегічною перевагою підприємства, забезпечуючи його гнучкість, інноваційність та довготривалу конкурентоспроможність.

Список використаних джерел:

1. Управління матеріально-технічним забезпеченням / Studfile.net. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7102771/page:32/>
2. Організація виробництва / ФЕБ ТСАТУ. Режим доступу: <http://feb.tsatu.edu.ua/ebook/mn/ov/page6.html>

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ В УКРАЇНІ

Гаркуша Д.Л., керівник проф. Марценюк Л.В.

Український державний університет науки і технологій

Екологічний туризм в Україні сьогодні розглядається не лише як модна тенденція, а як один із базових напрямів сталого розвитку. Підвищення екологічної свідомості, зацікавленість у відпочинку на природі та потреба відновлення постраждалих від війни територій формують нові підходи до туризму. Україна має

унікальний природно-заповідний фонд, багату культурну спадщину та різноманітні ландшафти — усе це може стати основою для якісного розвитку екотуризму, якщо його розвивати відповідально і стратегічно. Однак для того щоб екотуризм став справжнім рушієм розвитку туристичної галузі, необхідно окреслити його основні напрями.

1. Природно-заповідний та національний екотуризм

Найбільш очевидним і перспективним напрямом є використання природно-заповідного фонду та національних парків як бази для екотуристичної діяльності. Тут можливе створення екомаршрутів, тематичних екологічних стежок, проведення спостережень за флорою і фауною, фототурів та спеціалізованих екскурсій. Важливо, щоб такий туризм не шкодив природі, а навпаки сприяв її охороні. Для цього необхідно впроваджувати зонування територій: виділяти ділянки для рекреації, досліджень і збереження дикої природи [1].

2. Сільський та зелений туризм

Другим важливим напрямом є зелений туризм у сільській місцевості. Він передбачає відпочинок у садибах, фермерських господарствах, знайомство з народними ремеслами та локальною кухнею. Це поєднує дві мети: збереження культурних традицій та створення додаткових можливостей для місцевих громад. Саме у сільській місцевості туристи часто шукають автентичності, чисте довкілля та спокій, що робить цей вид екотуризму особливо привабливим [2].

3. Активний та пригодницький екотуризм

Окремий напрям — активний екотуризм, що включає піші походи, гірські маршрути, велоподорожі, сплави, каякінг, скелелазіння. Українські Карпати, Полісся, Поділля, узбережжя річок і морів мають значний потенціал для розвитку цього виду. Тут головне — поєднати безпеку, якість послуг та екологічну відповідальність. Пригодницький туризм приваблює молодь і туристів, які цінують не стандартний відпочинок, а активні враження, поєднані зі спілкуванням із природою [3].

4. Освітній та науковий екотуризм

Не менш перспективним напрямом є освітній та науковий екотуризм. Це польові дослідження, тематичні еколого-освітні тури для школярів і студентів, волонтерські програми з відновлення природних екосистем. Тут екотуризм стає не лише способом відпочинку, а й засобом виховання екологічної культури. Такі подорожі дозволяють туристам усвідомити важливість збереження природи і долучитися до реальної природоохоронної діяльності [4].

Подальший розвиток екотуризму в Україні має будуватися на комплексному підході. Передусім необхідно розробити державну стратегію, яка визначатиме пріоритетні регіони для розвитку цього виду туризму, передбачатиме нормативні стандарти та механізми фінансової підтримки. Важливо, щоб громади, на території яких відбуватиметься туристична діяльність, отримували реальну економічну вигоду. Для цього слід створювати умови для підтримки малих підприємств, фермерів та власників зелених садів.

Не менш значущим є розвиток екологічної інфраструктури: маркованих маршрутів, інформаційних центрів, еко-готелів, які працюватимуть на відновлюваній енергії та застосовуватимуть системи переробки відходів. Важливо, щоб ці проекти відповідали принципам сталого розвитку.

Необхідно також приділяти увагу просвітницькій діяльності. Інформаційні кампанії, інтеграція теми екотуризму у шкільні та університетські програми, організація волонтерських таборів дадуть змогу формувати екологічну культуру у суспільстві.

Особливу роль відіграватиме післявоєнна відбудова, адже екотуризм може стати одним із шляхів відновлення територій, залучення міжнародних грантів і партнерів, а

також інструментом інтеграції України у світовий туристичний простір [5].

Екологічний туризм в Україні — це не лише спосіб відпочинку, а й стратегічний ресурс, що здатний поєднати економічний розвиток, збереження природи та формування екологічної культури суспільства. Реалізація визначених напрямів дасть змогу Україні не тільки зберегти унікальні природні багатства, але й запропонувати світові новий якісний туристичний продукт.

Список використаних джерел:

1. Міщенко, О. В., Черчик, Л. М. Розвиток екологічного туризму в національних природних парках Волинської області. Луцьк: Вежа-Друк, 2016.
2. Тимчук, С. Екологічний туризм як напрям соціально-економічного розвитку сільських територій. Вісник економіки, 2016.
3. Маца, К. А.; Карпенко, Н. Н. Екологічний туризм та його роль у формуванні екологічної і загальнонаціональної культури. Вісник ХНУ, 2014.
4. Орлов, І.; Белобородова, М. Сучасний інтерес до сталого і соціально-відповідального туризму. Науковий журнал, 2023.
5. Марценюк, Л. В. Напрямки розвитку внутрішнього туризму в Україні. Дніпро: ДНУЗТ, 2014.

НАПРЯМИ БЕЗБАР'ЄРНОСТІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Якимець В.О., керівник проф. Марценюк Л.В.

Український державний університет науки і технологій

«Укрзалізниця» — це головний оператор пасажирських перевезень в Україні, який щоденно, незважаючи на небезпечну ситуацію в країні, обслуговує величезну кількість людей і має значний вплив на всю транспортну систему країни.

В умовах повномасштабного збройного конфлікту її роль стала абсолютно стратегічною. Компанія не лише організувала масову евакуацію мільйонів громадян, але й продовжує транспортувати поранених та хворих у спеціально обладнаних медичних вагонах (транспортному відомству довелося організувати експрес-курси для працівників залізниць аби вони володіли спеціальними знаннями та навичками у надзвичайних умовах). Ці вагони оснащені усім необхідним: від нош і систем кріплення до кисневих концентраторів та обладнання для надання невідкладної допомоги прямо під час руху.

Безбар'єрність — це дуже важливий напрям діяльності в усіх сферах сучасного суспільства, а особливо на транспорті, адже в повсякденному житті ми часто використовуємо ті чи інші види транспорту. В межах материка зручно користуватися залізничним транспортом. В багатьох країнах Європи особливу увагу приділено можливості подорожувати особам з інвалідністю. В Україні цей напрям діяльності теж набирає обертів. Так, Укрзалізниця є ключовим оператором на ринку пасажирських перевезень України, щоденно обслуговуючи понад 100 000 пасажирів, в тому числі й осіб з інвалідністю.

Впровадження інклюзивних практик відбувається за підтримки спільних ініціатив АТ «Укрзалізниця» та провідних громадських організацій (в тому числі міжнародних), що спеціалізуються на захисті прав осіб з інвалідністю. Ця плідна співпраця призвела до запуску програми «Безбар'єрна залізниця». На основі цієї програми було сформовано команду експертів, які розробили Методичні рекомендації щодо облаштування безбар'єрних маршрутів. Згідно з цими рекомендаціями, безбар'єрним вважається маршрут, у якому всі пішохідні зони та не менше 75% об'єктів є повністю доступними.

Укрзалізниця демонструє значний прогрес у модернізації інфраструктури та

послуг, реалізуючи свої стратегічні плани:

- Реалізовано понад 100 проєктів на вокзалах по всій Україні, що включають встановлення пандусів, автоматичних розсувних дверей, пониження рівнів квиткових кас та адаптацію санітарних вузлів. Зокрема, між Південним і Центральним вокзалами станції Київ-Пасажирський встановлено два нові ліфти, що значно спрощують доступ до платформ. На харківському вокзалі, попри постійні обстріли, відкрили нову зону очікування для пасажирів з інвалідністю, обладнану зарядними станціями для крісел колісних і безбар'єрними вбиральнями. У Дніпрі встановлено сучасні навігаційні табло з дублюванням інформації шрифтом Брайля.
- Парк інклюзивних вагонів збільшено до 50 одиниць. Кожен такий вагон обладнано спеціалізованим купе з регульованими ліжками, системою освітлення, кнопкою виклику провідника та універсальним туалетом. Модернізовані електрички також оснащені пандусами, спеціальними місцями для крісел-візків, системами звукового і візуального оповіщення. Окремо варто відзначити, що Укрзалізниця на власних потужностях виготовила 70 медичних вагонів, обладнаних для транспортування поранених військових.
- Запроваджено онлайн-систему замовлення інклюзивних вагонів, яка дозволяє інтегрувати їх у будь-який маршрут. Це нововведення дає можливість людям з інвалідністю планувати поїздку заздалегідь, а також отримувати підтвердження про доступність конкретного рейсу. Удосконалено послугу «Вокзальний помічник», яка є безоплатною та призначена для супроводу маломобільних пасажирів. Для забезпечення комунікації з особами з порушеннями слуху, працівників інформаційних стійок оснастили планшетами з програмою, що підтримує українську жестову мову. Наразі ця послуга доступна в Києві, Львові, Дніпрі та Вінниці.
- Понад 19 000 працівників пройшли спеціалізований курс «Безбар'єрна грамотність». Програма навчання включала практичні тренінги зі спілкування з людьми з інвалідністю, ознайомлення з міжнародними стандартами інклюзії та опанування основ української жестової мови. Це сприяє формуванню чутливого та професійного підходу на всіх рівнях обслуговування.

На мою думку, Укрзалізниця має не просто шукати міжнародне фінансування, а й активніше любіювати ці проєкти на державному рівні, щоб прискорити залучення коштів, оскільки безбар'єрність – це питання національної безпеки та соціальної стійкості.

У майбутньому УЗ планує комплексну реконструкцію ключових вокзалів у Львові та Києві, що передбачатиме підвищення перонів для легкого доступу до вагонів, встановлення ліфтів та реставрацію сходів і тунелів. Моя пропозиція полягає в тому, щоб зробити акцент не лише на «європейських стандартах», а й на перетворенні цих вокзалів на реальні функціональні медичні та реабілітаційні хаби, де вже на етапі прибуття буде забезпечено повний супровід та допомогу. Крім того, стратегічні плани модернізації рухомого складу, розширення спектру доступних послуг, удосконалення мобільного застосунку та впровадження системи «єдиного квитка» мають впроваджуватися вже сьогодні. Варто забезпечити, щоб кожен новий вагон або оновлений інтерфейс проходив обов'язкову експертизу за участі представників маломобільних груп.

Загалом, діяльність АТ «Укрзалізниця» у сфері безбар'єрності є прикладом комплексного, послідовного та людиноцентричного підходу, який заслуговує на

підтримку. Я вважаю, що цей підхід не просто підвищення комфорту, а пряма демонстрація соціальної відповідальності, що демонструє готовність інтеграції України до європейського транспортного простору.

Список використаних джерел:

1. Безбар'ерна залізниця: від застарілої інфраструктури до сучасних інклюзивних рішень. Дія. Бізнес. Режим доступу: <https://business.diia.gov.ua/history-of-success/bezbarierna-zaliznytsia-vid-zastariloi-infrastruktury-do-suchasnykh-inkliuzyvnykh-rishen>

2. «Укрзалізниця» почала масштабне оновлення приміської інфраструктури в рамках «Програми безбар'єрності». Укрзалізниця. Режим доступу: https://uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/615925/

3. Затверджено Методичні рекомендації щодо облаштування безбар'єрних маршрутів. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Режим доступу: <https://mindev.gov.ua/news/zatverdzheno-metodychni-rekomendatsii-shchodo-oblashtuvannia-bezbariernykh-marshrutiv>

КРИЗА ПЕРСОНАЛУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ТА НАПРЯМИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ

Якимець А.О., керівник Марценюк Л.В.

Український державний університет науки і технологій

Залізничний транспорт завжди був основою української економіки, поєднуючи регіони та інтегруючи країну у світову транспортну мережу. Проте його ефективність залежить від професіоналізму працівників. Останніми роками галузь зіткнулася з кадровою кризою: бракує кваліфікованих спеціалістів, зарплати низькі, соціальний захист слабкий, а плинність кадрів висока. На мою думку, така ситуація, особливо зараз, загрожує стабільності та безпеці перевезень, тому вимагає термінового вирішення проблеми через впровадження сучасної системи управління персоналом.

Цей процес має своє визначення: «кадрова криза» – це ситуація, коли компанія або галузь відчуває брак потрібних спеціалістів і має високу плинність кадрів. Це відбувається переважно через низькі зарплати, погані умови праці та слабку мотивацію персоналу, що негативно позначається на ефективності, безпеці та фінансовому стані підприємства. На залізничному транспорті кадрова криза переважно виявляється в кількох ключових проблемах. По-перше, відчувається гострий дефіцит кваліфікованих фахівців, таких як машиністи, електрики та диспетчери. По-друге, низькі зарплати, які не відповідають середньому рівню по країні, а також несприятливі умови праці та слабка соціальна захищеність призводять до відтоку персоналу. Крім того, значна частина витрат на зарплати створює фінансовий тиск на підприємство, а неефективне управління та можливі корупційні схеми лише погіршують ситуацію. Вивчаючи статистичні дані, видно, що наразі Укрзалізниця зіткнулася з гострим кадровим дефіцитом, який, за словами голови правління Євгена Ляценка, сягає 30%, а на деяких напрямках – до 50%. Зі штатної чисельності у 220 тисяч осіб фактично працюють лише 190 тисяч, що ставить під загрозу стабільну роботу залізниці.

Основними причинами кризи є низькі зарплати, що в середньому становлять 14,5 тис. грн, тоді як середня зарплата по країні – близько 18 тис. грн. Особливо відчутною ця проблема є для критично важливих спеціальностей, таких як електрики та слюсарі. Низька оплата праці, недостатня соціальна захищеність та відсутність стимулів значно знижують мотивацію працівників. Крім того, наявні проблеми в управлінні персоналом, зокрема у процесах відбору та атестації, а також непрозорість у прийнятті рішень, лише поглиблюють кризу. Працівники часто стикаються зі

складними та небезпечними умовами, важким графіком і недостатньою соціальною захищеністю, що знижує їхню мотивацію. Нарешті, зовнішні фактори погіршують ситуацію. Демографічні зміни, такі як старіння кадрів і зменшення інтересу молоді до залізничних професій, а також конкуренція з боку інших секторів, де пропонують кращі умови, поглиблюють дефіцит кадрів. Економічна нестабільність та війна також ускладнюють залучення та утримання персоналу. Кадрова криза має серйозні наслідки для роботи залізниці. Вона призводить до зниження якості перевезень, що проявляється у затримках, збоях та погіршенні обслуговування. Через брак кваліфікованих працівників або їхню недостатню підготовку зростають ризики аварій, що ставить під загрозу безпеку. Крім того, компанія несе збільшені витрати через необхідність доплат або неефективну роботу персоналу. Все це призводить до погіршення іміджу та втрати довіри пасажирів і бізнесу. В кінцевому підсумку, неефективне використання ресурсів знижує конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку.

Подолання кадрової кризи на залізниці вимагає комплексного підходу. Передусім, необхідно покращити умови праці та матеріальну мотивацію: підвищити зарплати, особливо для критично важливих спеціальностей, запровадити систему бонусів і премій за ефективність, а також забезпечити працівників кращими соціальними гарантіями, такими як медичне страхування та житло. Важливо також оптимізувати умови праці, знизити надмірне навантаження та підвищити рівень безпеки. Для ефективного управління кадрами слід зосередитися на професійному розвитку та прозорості. Це включає організацію програм підвищення кваліфікації, стажувань, а також впровадження чітких і прозорих стандартів відбору, атестації та кар'єрного зростання. Боротьба з корупцією в кадрових питаннях є критично важливою.

Також необхідно оптимізувати структуру персоналу та поліпшити залучення нових кадрів. Це передбачає аналіз потреб для визначення дефіцитних спеціальностей, впровадження автоматизації для зменшення ручної праці, створення позитивного іміджу роботодавця та забезпечення можливостей для кар'єрного росту. Нарешті, подолання кризи вимагає підтримки на державному рівні. Сюди входить ухвалення законодавчих ініціатив для підвищення галузевих стандартів, державна підтримка через субсидії та інвестиції в інфраструктуру, а також налагодження партнерства з приватним сектором для розвитку галузі. Отже, можна зробити висновок, що кадрова криза – одна з головних проблем залізничного транспорту, оскільки саме від людей залежать безпека і якість перевезень. На мою думку, щоб подолати її, потрібен комплексний підхід: підвищити зарплати, покращити умови праці, впровадити сучасні методи управління персоналом, розвивати навчання та надавати кращі соціальні гарантії. Тільки так можна зробити залізничні професії престижними, зупинити відтік кадрів і забезпечити стабільний розвиток галузі в Україні.

Список використаної літератури:

1. Назаренко І. Л. Напрямок удосконалення системи мотивації персоналу залізничного транспорту в умовах кризи / І. Л. Назаренко // Економіка та суспільство. – 2023. – Вип. 52. – С. 1-7. – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/147> [дата звернення: 27.09.2025].
2. Махінко І. В. Напрями підвищення мотивації працівників залізничного транспорту / І. В. Махінко // Інфраструктура ринку. – 2022. – Вип. 64. – С. 150-155. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/390911417_NAPRAMI_PIDVISENNA_MOTIVACII_PRACIVNIKIV_ZALIZNICNOGO_TRANSPORTU [дата звернення: 27.09.2025].

3. Назаренко І. Л. Основні напрями збереження та розвитку кадрового потенціалу Укрзалізниці в умовах війни / І. Л. Назаренко, М. В. Омеляненко // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку. – 2023. – Вип. 5(1). – С. 178-183. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/380610567_OSNOVNI_NAPRAMKI_ZBEREZENNA_TA_ROZVITKU_KADROVOGO_POTENCIALU_UKRZALIZNICI_V_UMOVAN_VIJNI [дата звернення: 27.09.2025].

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВЗУТТЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ

Балачук В. Д., керівник проф. Чаркіна Т. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні реалії вимагають від українських виробничих підприємств залученості до потреб оборонного сектору. Зокрема, виробники мають можливість розширити свій асортимент у напрямку виготовлення високотехнологічного взуття для військових. Для комфорту військовослужбовців під час виконання бойових завдань надзвичайно важливим є їхнє забезпечення якісним і зручним взуттям. Таке взуття має відповідати стандартам військової форми та бути безпечним, довговічним і ергономічним. У результаті аналізу сучасного ринку виявлено, що одним із найперспективніших підприємств для цього є ТОВ «Запорізька взуттєва фабрика «МІДА 1992», що понад три десятиліття існує в Україні [1]. Компанія «МІДА» відома широким асортиментом шкіряного взуття для чоловіків і жінок, а також має розгалужену мережу фірмових магазинів по всій Україні. Підприємство відрізняється потужною технологічною базою та широким асортиментом продукції. Це створює підґрунтя для освоєння нової лінії – виробництва військового взуття. Зазвичай воно має специфічні ознаки, а саме: ергономічність, високий рівень зручності, стійкість до екстремальних температур і комфорт при тривалому носінні. Підприємство може використати власні виробничі лінії для експериментальної партії, залучивши державні гранти або програми підтримки оборонно-промислового комплексу. Враховуючи рівень доходів компанії, інвестиції у модернізацію обладнання для виробництва та розробку нової лінійки продукції оцінюються в межах 20-30 млн грн. Фінансові показники підприємства свідчать про стабільність його діяльності. Згідно з даними платформи «OpenDataBot», у 2023 році дохід ТОВ «ЗВФ «МІДА 1992» становив 129,1 млн грн, а у 2024 році зріс до 147,97 млн грн, що демонструє динаміку розвитку навіть в умовах воєнного часу. Чистий прибуток у 2024 році сягнув 10,9 млн грн, тоді як у 2023 році становив 7,07 млн грн. Активи компанії зросли з 75,96 млн грн до 94,58 млн грн. Наразі на підприємстві працюють понад 480 працівників, які здійснюють повний цикл виробництва – від початкового проектування виробів до реалізації готової продукції [2]. Додатковою перевагою є той факт, що компанія має власну дистриб'юторську мережу та налагоджені логістичні процеси. Це дозволить не лише постачати взуття для військових частин, але й реалізовувати цивільні аналоги – наприклад, тактичне або трекінгове взуття. Таким чином, підприємство зможе одночасно підтримувати оборонний сектор нашої країни і зміцнити власну позицію на виробничому ринку [3]. Отже, ТОВ «ЗВФ «МІДА 1992» має всі необхідні умови для розширення виробництва у напрямку виготовлення високотехнологічного взуття для військових. Компанія демонструє позитивну фінансову динаміку, стабільну виробничу базу та має можливість інвестувати у технологічні оновлення. Тому реалізація такого проекту може стати прикладом успішної адаптації українського виробництва до потреб національної безпеки.

Джерела інформації:

1. Котляр В. М. Інноваційний розвиток легкої промисловості України в умовах воєнного стану. Економіка та держава. 2024. №7. С. 42-46.
2. OpenDataBot. ТОВ «ЗВФ «МІДА 1992», фінансова звітність 2023–2024 рр. Режим доступу: <https://opendatabot.ua/c/43434791>
3. YouControl. Профіль компанії ТОВ «ЗВФ «МІДА 1992». Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/43434791

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПРОВАДЖЕННЯ НОРМАТИВНОЇ СОБІВАРТОСТІ НАВЧАННЯ

Клепалова В.В., керівник доц. Герасимова О.Л.

Український державний університет науки і технологій

В Україні «індикативна вартість» у сфері освітніх послуг регулює мінімальні ціни на контрактне навчання для кожного закладу вищої освіти (ЗВО) окремо. У більшості країн світу індикативна вартість навчання передусім інформує іноземних студентів щодо орієнтовної вартості навчання з проживанням в країні.

Регулювання державних цін відбувається згідно з чинним законодавством, яке визначає, що «суб'єкти господарювання під час провадження господарської діяльності використовують: вільні ціни; **державні регульовані ціни**» [1]. При цьому вказується, що **«державні регульовані ціни повинні бути економічно обґрунтованими** (забезпечувати відповідність ціни на товар витратам на його виробництво, продаж (реалізацію) та прибуток від його продажу (реалізації)» [1]. Звернемо увагу саме на те, що ціни повинні забезпечувати відповідність ціни **витратам**.

Правильність нарахування витрат забезпечується Національним положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 16 *«Витрати»*, схваленим Методологічною радою з бухгалтерського обліку при Міністерстві фінансів України [2]. Бухгалтерський облік в державному секторі визначається Національним положенням (стандартом) бухгалтерського обліку в державному секторі 135 *«Витрати»* [3]. В державному секторі собівартість реалізованої продукції, робіт та послуг (до яких відносяться освітні послуги) складається з: «виробничої собівартості продукції (робіт, послуг), яка була реалізована протягом звітного періоду, нерозподілених постійних загальновиробничих витрат та наднормативних виробничих витрат. До виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) включаються: прямі матеріальні витрати; прямі витрати на оплату праці; інші прямі витрати; змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати». Державні регульовані ціни повинні бути економічно обґрунтованими. Ціна повинна співпадати з витратами на виробництво (здійснення послуг).

Закон України про «Ціни та ціноутворення» ґрунтується в тому числі на Законі України «Про захист економічної конкуренції» від 2001 року [4]. Цей Закон забезпечує «правові засади підтримки та захисту економічної конкуренції, обмеження монополізму в господарській діяльності і спрямований на забезпечення ефективного функціонування економіки України на основі розвитку конкурентних відносин».

До антиконкурентних дій влади, органів місцевого самоврядування, органів адміністративно-господарського управління та контролю Закон України «Про захист економічної конкуренції» відносить: «дія, внаслідок якої окремим суб'єктам господарювання або групам суб'єктів господарювання створюються несприятливі чи дискримінаційні умови діяльності порівняно з конкурентами; дія, якою встановлюються не передбачені законами України заборони та обмеження самостійності підприємств, у тому числі щодо придбання чи реалізації товарів,

ціноутворення, формування програм діяльності та розвитку, розпорядження прибутком». Встановлення індикативної вартості порушує вимоги чинного законодавства, оскільки ЗВО обмежені в своїй самостійності, вони не можуть впливати на систему ціноутворення, розпоряджатися вільними коштами.

З 2020 року спостерігається потужний вплив інтервенціоністської (кейнсіанської) моделі на сферу української освіти, за якою держава має право активно втручатися в усі сфери економіки, щоб регулювати ринки, ціни, конкуренцію, соціальні послуги тощо. Це виглядає, як протиставлення вільному ринку, де ціни встановлюються лише попитом і пропозицією, а держава встановлює граничні цінові обмеження (максимальні чи мінімальні ціни).

На даний момент ЗВО потребують уніфікованої межі індикативної ціни, тобто єдиної планки на рівні держави задля гнучкого реагування на потреби ринку. ЗВО також потребують нормативного встановлення конкурентних цін, з розробкою нормативів на кшталт будівельних, особливо, якщо в цей процес намагається інтервенціоністські втручатися держава. Нормативне обчислення цін прописане в Законі «Про ціни та ціноутворення» стосовно обчислення вартості будівництва об'єктів, «що будуються із залученням бюджетних коштів, коштів державних і комунальних підприємств, установ та організацій, кредитів, наданих під державні гарантії, та вартості розроблення містобудівної документації... застосовуються кошторисні норми України (прим. - КНУ) щодо ціноутворення у будівництві, затверджені центральним органом виконавчої влади...» [1].

Ціноутворення в будівництві фіксує норми прямих витрат в кошторисних збірниках, забезпечуючи справедливості визначення кошторисних цін всім учасникам інвестиційно-будівельного процесу (стейкхолдерам). Загальновиробничі витрати, адміністративні витрати та прибуток розраховуються за допомогою коефіцієнтів, наданих в додатках до КНУ «Настанова з визначення вартості в будівництві».

Якщо використати подібні норми для розрахунку граничної (мінімальної) ціни навчання в ЗВО, то у такому випадку формування вартості навчання буде відбуватися без урахування реального фінансово-економічного стану ЗВО (яке може змінюватися) та індивідуальних витрат конкретного закладу освіти. Ціноутворення в даному випадку стає уніфікованим і формальним, тобто однаковим для всіх, незалежно від специфіки організації, її інфраструктури, кадрового складу чи фінансових можливостей (ми розуміємо, що підрядні (будівельні) організації також можуть бути різними за своїми масштабами та фінансовими проблемами).

Держава не потрібна сприймати контрактну форму навчання в якості ізгоя. Студенти-контрактники в умовах відсутності стипендій, соціального захисту, гарантій якості перетворюються на небажаних учасників освітнього процесу, які не мають ані довіри, ані підтримки зі сторони держави та суспільства, а встановлення індикативної вартості з надто високими цінами під час війни стало для них соціально нечутливим рішенням. В умовах військової агресії, коли значна частина населення втратила джерела доходу та перебуває під постійним психологічним тиском, така політика обмежує доступ до освіти та суперечить принципу рівних можливостей.

Перелік посилань:

1. Про ціни і ціноутворення. Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5007-17#Text> (дата звернення 01.10.2025).
2. Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку. Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0027-00#Text> (дата звернення 02.10.25).
3. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку в державному секторі 135 «Витрати». Офіційний вебпортал парламенту України.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0903-12#Text> (дата звернення 02.10.25).

4. Про захист економічної конкуренції. Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2210-14#Text> (дата звернення 03.10.25)

МАРКЕТИНГОВА СТРАТЕГІЯ ЯК ОСНОВА УСПІХУ ДЕВЕЛОПЕРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Горєвий Є.І., керівник доц. Фісуненко П.А.

Українського державного університету науки і технологій

Девелоперська діяльність за своєю природою вирізняється високим ступенем складності, адже передбачає інтеграцію процесів, пов'язаних із пошуком земельної ділянки, розробкою концепції нового об'єкта, виготовленням проектно-кошторисної документації, виконанням будівельних робіт та їх фінансуванням, продажем готових об'єктів та, зазвичай, з їх подальшим обслуговуванням. Вона потребує застосування комплексного підходу до управління та побудови ефективної системи комунікацій. Важливе значення при цьому відіграє належний маркетинговий супровід девелоперської діяльності.

Відмінними рисами девелоперської діяльності можна вважати комплексний характер, необхідність управління багатьма сферами діяльності, забезпечуючи їх ефективне поєднання, високий рівень ризику, обумовлений значними фінансовими вкладеннями та залежністю від багатьох зовнішніх чинників.

Крім того, важливо розуміти, що девелопер зазвичай не обмежує свою діяльність реалізацією якогось одного девелоперського проєкту. Найчастіше мова йде про одночасне здійснення діяльності в різних проєктах, що підкреслює важливість координації та контролю.

Як свідчать останні аналітичні дослідження, український ринок первинки починає демонструвати певні ознаки стабілізації: збільшується кількість квартир на початок будівництва, темпи зростання середніх цін на новобудови пригальмували [1, с.18].

Серед показників, що характеризують активність в сфері девелопменту в Україні, варто відзначити завершення продажів та старт продажів у житлових комплексах.

Ці показники, як свідчить щоквартальний звіт ринку нерухомості від ЛУН, досить нерівномірно розподілені по регіонах України. При цьому, за даними звіту, в Україні від початку року були повністю розпродані майбутні квартири в 126, а продажі стартували у 172 житлових комплексах [1, с.18].

Щодо кількості житлових комплексів, продаж квартир в яких було розпочато девелоперами, то згідно даних ЛУН [1, с.18] за цим показником лідирує Львівська область (52 житлових комплекси). До п'ятірки лідерів, хоча й зі значним відставанням належать Київська (22 житлові комплекси), Івано-Франківська (18 житлових комплексів), Закарпатська область (17 житлових комплексів) та м. Київ (15 житлових комплексів). У Хмельницькій області продаж квартир стартував у 10 житлових комплексах, а по інших областях цей показник був нижчим – 6 житлових комплексів у Тернопільській та Волинській, 5 житлових комплексів – у Одеській та Житомирській, 4 житлові комплекси – у Рівненській, Вінницькій та Черкаській, 2 житлові комплекси – у Чернівецькій, Полтавській та Кіровоградській областях. В решті областей відсутні житлові комплекси, по яких у 2025 році було розпочато продаж квартир.

При цьому, на підставі статистичних даних, наведених в звіті ЛУН [1, с.18], можна стверджувати, що кількість житлових комплексів, продаж квартир в яких завершено впродовж III кварталів 2025 року, також варіюється залежно від регіону.

Так, по багатьох регіонах України цей показник був нульовим. Серед таких регіонів – Харківська, Сумська, Миколаївська, Запорізька, Чернігівська, Херсонська, Житомирська області. У Кіровоградській області було завершено продаж квартир в 1 житловому комплексі, у Дніпропетровській та Черкаській областях – в 2 житлових комплексах, у Полтавській області – в 3 житлових комплексах, у Чернівецькій – в 4 житлових комплексах, у Вінницькій – в 5 житлових комплексах, у Волинській та Рівненській областях – в 6 житлових комплексах. Дещо більшим є кількість житлових комплексів, продаж квартир в яких завершено, по Хмельницькій області (9 житлових комплексів), Одеській, Івано-Франківській областях та м. Київ (по 10 житлових комплексів), Тернопільській (11 житлових комплексів), Закарпатській (13 житлових комплексів), Київській області (15 житлових комплексів). Лідером за цим показником також виступає Львівська область, в якій завершено продаж квартир у 22 житлових комплексах.

Успішний продаж об'єктів нерухомості багато в чому залежить від вибору девелопером маркетингової стратегії.

Як справедливо зазначають Струк Н., Капраль О., одним із важливих етапів формування та реалізації маркетингової стратегії є вибір її оптимального варіанту, основним завданням якого є вибір серед різноманіття маркетингових стратегій саме такої, що відповідатиме можливостям та ресурсам підприємства і забезпечуватиме досягнення маркетингових цілей та загальної мети діяльності підприємства [2].

Важко заперечувати також, що конкурентна стратегія є своєрідним елементом конкурентної боротьби, яка розглядає підприємство та його конкурентів, визначає наявні конкурентні переваги, враховує ринкові фактори успіху та потенціал конкурентоспроможності підприємства, формує конкуренцію на ринку товарів та послуг [3].

Саме тому девелоперу варто приділяти належну увагу формуванню маркетингової стратегії, що передбачає, по-перше, проведення ґрунтовного та деталізованого аналізу середовища функціонування девелопера (зокрема, проведення аналізу споживчої поведінки, аналізу конкурентів, оцінки своїх сильних та слабких сторін, виявлення можливостей та загроз), по-друге, формулювання місії компанії та визначення її довгострокових та короткострокових цілей (в цілому та в розрізі окремих проєктів), по-третє, безпосередньо розробку стратегії, що включає визначення напрямів позиціонування компанії, визначення можливих варіантів маркетингових заходів, проведення їхньої оцінки та вибору найкращих альтернатив, визначення каналів комунікації, розробку детального плану маркетингу, по-четверте, імплементацію стратегії, впровадження розроблених заходів та здійснення систематичного моніторингу та контролю за результатами їхньої реалізації.

Перелік посилань:

1. Щоквартальний звіт ринку нерухомості від ЛУН за III квартал 2025 року : вебсайт. URL: <https://lun.ua/misto/storage/static/report-3-2025.pdf> (дата звернення: 09.10.2025).

2. Струк Н.Р., Капраль О.Р. Маркетингова стратегія підприємства: суть і процес вибору. *Економіка та суспільство*. 2025. №55. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-75>.

3. Багорка М.О., Устік Т.В. Обґрунтування вибору маркетингової стратегії управління підприємством. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2022. №5. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2022-5-04-01>.

ВПЛИВ НЕСТАБІЛЬНОСТІ РОЗВИТКУ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ НА МЕХАНІЗМ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Орел М.В., керівник доц. Фісуненко П.А.

Українського державного університету науки і технологій

Ринок нерухомості відображає загальні тенденції економічних змін: інвестиційну привабливість, доступність кредитування, рівень доходів населення, очікування інвесторів і на сьогодні залишається одним із найчутливіших до економічної, політичної та соціальної нестабільності розвитку секторів економіки.

В сучасних умовах урбаністичні процеси в Україні та світі характеризуються зростанням ролі ревіталізації територій як засобу оновлення міського простору а нестабільність розвитку ринку нерухомості ускладнює реалізацію проєктів ревіталізації, але водночас стимулює пошук інноваційних і більш гнучких механізмів управління цим простором.

На сьогодні багато наукових досліджень охоплюють питання ревіталізації на загальноукраїнському рівні, але недостатньо вивчені питання ревіталізаційних процесів конкретних регіонів з урахуванням місцевих особливостей: типів нерухомості, демографії, історії, географії, наслідків війни. З огляду на це, теоретико-методичні засади оцінювання та вдосконалення механізму ревіталізації територій з урахуванням впливу нестабільності розвитку ринку нерухомості та визначення адаптивних інструментів стабілізації регіонального просторового розвитку потребують значного доопрацювання.

Ринок нерухомості у Дніпропетровській області перебуває у стані структурної нестабільності, спричиненої воєнними ризиками, економічною невизначеністю, коливанням цін на будівельні ресурси та зниженням інвестиційної активності. Ці фактори безпосередньо впливають на реалізацію політики ревіталізації територій, особливо у таких промислових регіонах як м. Дніпро та область. Хоча ринок нерухомості Дніпропетровської області показує незначне відновлення після спаду, зростання введення житла, збільшення кількості нових квартир порівняно з 2022 роком, зростання цін у первинному сегменті, однак нестабільність — як зовнішніх, так і внутрішніх факторів створює значні ризики для проведення масштабної ревіталізації територій [1].

Як зазначають аналітики Дніпропетровського Інвестиційного агентства офіційно більша частина ревіталізаційних ініціатив у Дніпропетровській області пов'язана з перетворенням індустріальних або занедбаних територій під рекреацію, зелений простір, або культурні функції [2]. Але слід відмітити, що забудовники і місцеві органи влади більше орієнтуються на новобудови в межах міста з добре розвиненою інфраструктурою, бо ризик і витрати менші, ніж на віддалені або занедбані території, які потребують значних витрат на інфраструктуру й комунікації

За твердженням окремих українських науковців ревіталізація у процесі післявоєнного відновлення України має стосуватися не лише відновлення інфраструктури, а й забезпечувати сталий розвиток та високу якість громадського простору, підвищення конкурентоспроможності території на регіональному та загальнодержавному рівнях [3-4].

Вплив нестабільності ринку нерухомості на механізм ревіталізації території в сучасних умовах проявляється у сповільненні темпів реконструкції та оновлення територій. Через нестабільність інвестори відкладають або скорочують участь у проєктах ревіталізації промислових зон (зокрема у районах колишніх заводів і промзон Дніпра). Відтік населення з окремих районів пов'язаний з воєнними діями та зростання орендного сектору в елітних районах зменшують економічну доцільність масштабних

забудов, що вимагає переорієнтації проєктів на тимчасові або багатофункціональні простори. Погіршення умов кредитування та нестача довгострокового фінансування унеможливають використання класичних механізмів державно-приватного партнерства для ревіталізації територій. Часті зміни у містобудівному законодавстві й відсутність єдиної стратегії ревіталізації в області ускладнюють залучення інвесторів і планування використання земельних ділянок. Поглиблення нерівності між «центральною» і периферійними громадами, ризики джентрифікації при оновленні окремих територій знижують соціальну стійкість трансформацій та призводять до зміни демографічного складу, соціальної сегрегації та втрати різноманіття міського середовища.

Основними наслідками впливу нестабільності розвитку ринку нерухомості для механізму ревіталізації є послаблення фінансової основи ревіталізаційних проєктів через нестачу приватного капіталу, зменшення ефективності планування, адже проєкти втрачають актуальність через вплив війни та швидку зміну економічних умов, гальмування просторових трансформацій, особливо у старопромислових районах та містах області (Кам'янське, Самар, Павлоград), зниження довіри до міських стратегій розвитку через відсутність прогнозованих результатів і чітких індикаторів ефективності.

Нестабільність ринку нерухомості у Дніпрі та області уповільнює процеси ревіталізації, обмежує інвестиційну активність, знижує ефективність просторових трансформацій і посилює соціально-просторову фрагментацію. Для ефективної трансформації територій необхідна координація економічних, управлінських та соціальних стратегій розвитку та перехід до адаптивної моделі ревіталізації, що поєднує поетапність, участь громади, диверсифікацію джерел фінансування та стратегічне планування із врахуванням ринкових ризиків.

Перелік посилань:

1. Економічна статистика / Економічна діяльність / Будівництво. Державна служба статистики України: вебсайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 01.10.2025).
2. Дніпропетровське Інвестиційне агентство: веб-сайт. URL: <https://dia.dp.gov.ua/> (дата звернення: 04.10.2025).
3. Забезпечення стійкості, ревіталізації та розвитку територій і громад в Україні : матеріали наук.-практ. конф. за міжнар. участю, м. Дніпро, 4 травня 2023 р. / за заг. ред. І.А. Чикаренко; Т.В. Маматової. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. С.38. (дата звернення: 07.10.2025).
4. Сич О.А. Ревіталізація як складова стратегії розвитку міста. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія «Економічна». 2020. Випуск 99. С. 66–72.

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ: ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ СФЕРИ ДЕВЕЛОПМЕНТУ

Євтушенко І.А., керівник доц. Фісуненко П.А.

Українського державного університету науки і технологій

Будівельна галузь України значною мірою постраждала внаслідок воєнних дій, зокрема, через зміну попиту, руйнування або релокацію підприємств, порушення логістики, формування дефіциту окремих видів матеріалів.

В довоєнний період зберігалась позитивна динаміка обсягів будівельної продукції. За даними Державної служби статистики України у 2020-2021 роках індекс будівельної продукції за січень-грудень відповідного року складав 105,6 та 106,8%,

відповідно. В 2022 році спостерігалось катастрофічне падіння обсягів будівельної продукції – на 64,8% порівняно з попереднім роком [1]. Наступні ж роки характеризувались зростанням обсягів будівельної продукції, але ситуація лишається все ще досить складною.

Як зазначають аналітики Української асоціації девелоперів, «загальна ситуація на ринку нерухомості за рік істотно не змінилася: він у кризі, але тримається. Жоден з великих системних девелоперів не пішов з ринку, хоча динаміка робіт у всіх різно залежно від можливостей... Цьогорічні обсяги будівництва залишаються на тому самому рівні, що і в минулому році. Девелопери виконують зобов'язання перед інвесторами і знаходять можливості для добудови розпочатих до війни проєктів навіть в умовах збільшення собівартості, дефіциту кадрів, обмеженого попиту та відсутності підтримки з боку держави» [2].

Останнім часом багато уваги приділяється питанням цифрової трансформації економіки, вивченню її наслідків та можливостей, які вона створює для різних сфер діяльності та різних галузей.

Майбутній розвиток девелопменту багато вчених також пов'язують із цифровізацією. При цьому, в окремих дослідженнях акцентовано, що в нас досі немає єдиної цифрової системи житлового будівництва, яка б була орієнтована не просто на створення реєстрів, а давала прозору та вичерпну інформацію про об'єкти будівництва, пропозиції на ринку, компанії, мала сучасні аналітичні функції та була орієнтована на забезпечення довіри до ринку та взаємодію з кінцевим покупцем [2].

Саме створення такої цифрової системи має стати одним із пріоритетів цифрової трансформації сфери будівництва.

Цифровізація в девелопменті пов'язана із процесом впровадження цифрових технологій у всі етапи девелоперської діяльності (реалізації девелоперського проєкту). Водночас, застосування цифрових інструментів в девелопменті не може сприйматись як самоціль, а повинна орієнтуватись на оптимізацію процесів, підвищення ефективності, зниження витрат девелоперської компанії, покращення якості збудованого об'єкта чи пов'язаних із ним послуг.

В роботі Бондаренко Д., Калашнікова К. розглянуто найбільш перспективні цифрові технології в сфері будівництва, якими є:

- Інформаційне моделювання будівель (BIM) або метод моделювання будівель та інфраструктури в цифровому вигляді, що охоплює всі їх елементи та характеристики та дозволяє удосконалити процеси та якість проєктування, планування та управління будівництвом;
- Дрони та безпілотні літальні апарати (БПЛА) як засоби протидії виникненню помилок у проєктуванні та суперечок на різних етапах будівництва шляхом збору точних даних у реальному часі з будівельного майданчика і передачі їх для створення більш точних моделей, які постійно оновлюються;
- Технологія блокчейн (Blockchain), яка дає змогу створювати надійні та захищені бази даних, які не можуть бути змінені або видалені;
- Інтернет речей (IoT) – тобто мережеві технології, що дозволяють під'єднувати до мережі різні пристрої та обладнання, використовувані на будівельному майданчику (різноманітні датчики, камери, пристрої автоматичного керування та ін.) щоб збирати дані в режимі реального часу і використовувати їх для управління будівництвом;
- Штучний інтелект (AI) – сукупність алгоритмів і методів, заснованих на машинному навчанні, що використовуються для автоматизації процесів і прийняття рішень;
- Доповнена та віртуальна реальність (AR/VR), що використовуються для створення віртуального середовища і проєкції додаткової інформації на реальні об'єкти,

зокрема, з метою візуалізації проєктів, навчання персоналу, управління процесами будівництва;

- Робототехніка (Robotics) – для виконання різного кругу завдань, таких як різання, зварювання, укладання цегли та ін., що допомагає прискорити процес будівництва, зменшити кількість помилок, підвищити безпеку та якість виконуваних робіт;

- Хмарні технології (Cloud Computing), як дозволяють зберігати та обробляти дані на віддалених серверах, а не на окремих локальних комп'ютерах, що підвищує надійність даних та ефективність обчислень [3].

Варто відзначити, що перевагами цифровізації девелопменту є:

- підвищення ефективності, що проявляється у оптимізації процесів, зменшенні ручної праці та автоматизації рутинних завдань;

- зниження витрат на основі виявлення помилок на ранніх стадіях, уникнення зайвих витрат та кращого управління ресурсами;

- покращення якості, як наслідок точнішого проєктування, зменшення кількості помилок та забезпечення кращого контролю за виконанням робіт;

- підвищення прозорості за рахунок вдосконалення комунікації, покращення доступу всіх учасників проєкту до актуальної інформації та спрощення здійснення моніторингу прогресу.

Водночас, кожна девелоперська компанія перш ніж впроваджувати в свою діяльність цифрові технології має оцінити ступінь власної готовності до їхнього використання.

Перелік посилань:

1. Економічна статистика / Економічна діяльність / Будівництво. Державна служба статистики України: вебсайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 09.10.2025).

2. Євген Фаворов: «Житло – важливий фронт у війні за людей» : вебсайт. URL: <https://www.ua-developers.com.ua/posts-analytics/ievgen-favorov-zhitlo---vazhliivy-front-u-viyuni-za-lyudey> (дата звернення: 09.10.2025).

3. Бондаренко Д.В., Калашнікова К.Ю. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. №65. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-2>

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ДЕВЕЛОПМЕНТУ НЕРУХОМОСТІ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНОГО МАРКЕТИНГУ

Сорока О.А., керівник доц. Фісуненко П.А.

Українського державного університету науки і технологій

Фундаментальні зміни в структурі, механізмах та принципах функціонування економіки зумовлюють необхідність переосмислення механізмів управління територіями. В умовах зростаючої конкуренції між містами, селищами та громадами за інвестиції та людський капітал, особливого значення набуває поєднання інструментів девелопменту та територіального маркетингу. Їх взаємодія дозволяє не лише створювати нові простори для проживання, бізнесу чи відпочинку, а й формувати привабливий образ території, підвищуючи її економічну, соціальну та екологічну стійкість. В умовах війни цей взаємозв'язок набуває стратегічного значення, оскільки сприяє не лише економічному відновленню, а й соціальній стабілізації територій, які зазнали руйнувань.

На думку Зайчук С. у сучасних умовах девелопмент відіграє важливу роль у розвитку міської інфраструктури, забезпеченні житловими та комерційними об'єктами,

а також у формуванні інвестиційного середовища [1].

Як зазначає Тогге А. девелопмент і територіальний маркетинг перебувають тісно у взаємозв'язку. Різні девелоперські проєкти підсилюють привабливість території, що дає матеріал для маркетингових кампаній, а маркетинг допомагає реалізувати концепцію території інвесторам, мешканцям, державі [2].

Водночас, в українських реаліях дослідження механізмів такої взаємодії залишаються фрагментарними, недостатньо структурованими та часто не мають аналітичного підґрунтя, що ускладнює стратегічне планування просторового розвитку. Відсутність інтегрованих моделей співпраці девелоперів, органів місцевого самоврядування, бізнесу та громади призводить до неефективного використання територіального потенціалу та втрати інвестиційної привабливості території.

За даними Світового банку загальні потреби України у відновленні після трьох років війни оцінюються у **524 млрд доларів**. Зокрема, **дуже багато будівель** зазнали пошкоджень або були зруйновані, що обумовлює безпрецедентний попит на девелоперські ініціативи [3].

Упродовж 2024–2025 рр. спостерігається поступове поживавлення будівельної активності. За даними аналітичної платформи *Domova*, у 2024 році в Україні було введено в експлуатацію **6,73 млн м² житла**, що на **23,5 % більше**, ніж у попередньому році, та відповідає **приблизно 77 % довоєнного рівня** 2021 року. Загалом завершено **понад 79 тис.** квартир і приватних будинків, що свідчить про активізацію внутрішнього девелопменту навіть в умовах воєнного стану [4].

Це формує нові виклики для девелоперів, але також стимулює пошук сучасних інноваційних і привабливих з точки зору маркетингу підходів до реалізації девелоперських проєктів.

Слід зазначити, що брендинг територій під час війни потребує зміни основних маркетингових концепцій, а взаємозв'язок девелопменту та територіального маркетингу допомагає сформувати вектори розвитку, оскільки поєднує економічні, соціальні та комунікаційні аспекти відновлення територій, а безпосередньо територіальний маркетинг набуває ще й стратегічно-психологічного значення: він формує позитивний імідж території як безпечної, перспективної для інвестицій і повернення населення.

Ми погоджуємося з думкою Баландіної І. яка зазначає у своїй праці щодо маркетингової стратегії в умовах війни в Україні, що стратегія розвитку має поєднувати відбудову інфраструктури і створення позитивного іміджу через територіальний маркетинг [5].

Девелоперська діяльність може бути спрямована на фізичну реконструкцію зруйнованих об'єктів та створення нових просторів, тоді як територіальний маркетинг забезпечує формування позитивного іміджу, залучення інвесторів і підвищення довіри населення до місцевих громад. Синергія цих процесів може стати визначальним чинником стійкого розвитку у післявоєнний період.

Розробка сучасної **аналітичної моделі взаємодії девелопменту та територіального маркетингу** дозволить систематизувати чинники, що впливають на розвиток територій у контексті урбаністичних трансформацій; узгодити економічні інтереси суб'єктів девелопменту з іміджевими та соціальними цілями територіального маркетингу; забезпечити стратегічну основу для прийняття управлінських рішень щодо ревіталізації, брендингу та сталого розвитку територій.

Отже слід відмітити, що взаємозв'язок девелопменту і територіального маркетингу в умовах війни виступає механізмом не лише відновлення економічного потенціалу, а й відтворення соціальної ідентичності територій, їхнього позитивного бренду та інвестиційної привабливості, що в свою чергу дозволить сформувати

конкурентоспроможний міський простір, здатний приваблювати інвестиції, населення та ресурси для сталого розвитку територій.

Перелік посилань:

1. Зачук С. Визначальні компоненти методологічної платформи формування господарського портфеля підприємства в оновленому форматі сучасного девелопменту. *Будівельне виробництво*. №76 2023, С. 85.
2. Torre A. Contribution to the theory of territorial development // *Environment and Planning A*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1080/00343404.2023.2193218> (дата звернення: 12.09.2025).
3. Світовий банк в Україні. URL: <https://www.worldbank.org/uk/country/ukraine/overview> (дата звернення: 09.09.2025).
4. Domova. Аналітична платформа. 2025. URL: <https://domova.com/domova-uviyshla-do-investytsiynoho-katalohu-ukrainy-2025-platforma-sered-kliuchovykh-proektiv-u-sferi-zhytla/> (дата звернення: 09.09.2025).
5. Balandina, I., Pohasii, S., Cirella, G. T. та ін. Marketing strategies and communication dynamics for territorial development in post-conflict Ukraine // *Handbook on Post-War Reconstruction and Development Economics of Ukraine*. 2024. С. 313–329. URL: https://ideas.repec.org/h/spr/conchp/978-3-031-48735-4_18.html (дата звернення: 10.09.2025).

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ПІДБОРІ ПЕРСОНАЛУ: СТРАТЕГІЇ ПРОВІДНИХ КОМПАНІЙ

Воробйов Ю.Я., керівник проф. Чаркіна Т.Ю.

Український державний університет науки і технологій

У XXI столітті управління персоналом перестало бути виключно «людською» справою. Сьогодні HR-департамент стає одним із найбільш діджиталізованих підрозділів компанії. В епоху динамічних змін, цифрової трансформації бізнесу та постійного вдосконалення моделей праці автоматизація стає не лише бажаною, а необхідною умовою ефективної роботи. У сучасному швидко мінливому бізнес-середовищі автоматизація процесів управління персоналом стала не просто трендом, а необхідністю для підтримки конкурентоспроможності компаній. Використання штучного інтелекту для автоматизації процесів є одним із головних HR-трендів нашого часу. Чат-боти, віртуальні помічники, сервіси для опису вакансій і аналізу резюме — це далеко не повний список AI-інструментів рекрутера, які дають змогу економити час, вибирати найкращих кандидатів і підвищувати ефективність найму.

Технології дозволяють HR-фахівцям не вигоряти від монотонних задач і встигати займатися метриками, стратегіями, нетворкінгом та пошуком нових підходів. У цьому контексті автоматизація стає ключовим фактором трансформації HR-функції від операційної до стратегічної ролі в організації.

У сучасному світі технології штучного інтелекту стрімко розвиваються і знаходять застосування у різних сферах бізнесу. Однією з галузей, де штучний інтелект демонструє значні результати, є рекрутинг та управління персоналом. На початку 2024 року дослідження SHRM показало, що ШІ використовується приблизно кожною четвертою компанією. Цікаво, що більшість з опитаних бізнесів впровадили ШІ лише за останній рік, що демонструє стрімке зростання його значення у HR-галузі. У HR-процесах штучний інтелект застосовується для оптимізації та автоматизації підбору кадрів та багатьох інших аспектів. Це включає аналіз резюме, підбір кандидатів, управління продуктивністю та навіть прогнозування кар'єрного розвитку працівників.

Автоматизація процесів управління персоналом — це не просто тренд, а нова

парадигма роботи HR-служб. Компанії, що впроваджують цифрові рішення, отримують конкурентну перевагу: швидший найм, нижчі витрати, вищу якість взаємодії з працівниками. Але водночас, надзвичайно важливо зберігати баланс між технологіями та людяністю. Адже саме поєднання алгоритмів і емпатії формує майбутнє управління персоналом. Штучний інтелект є не заміною HR-фахівцям, а потужним інструментом, який допомагає їм працювати ефективніше. Автоматизуючи рутинні завдання, ШІ звільняє час для розвитку стратегічних ініціатив, побудови відносин з кандидатами та співробітниками, що є ключовим для успіху будь-якої компанії. За відгуками HR-менеджерів, впровадження ШІ в рекрутинг приносить помітні результати: прискорює роботу і змінює підходи до пошуку та оцінювання кандидатів, роблячи їх ефективнішими й точнішими. Компанії отримують доступ до кращих талантів, а рекрутери — корисний інструмент і менше рутини. Синергія людини та штучного інтелекту створює нові можливості для розвитку HR-сфери. Успішні компанії вже сьогодні демонструють, як правильне використання технологій може кардинально покращити ефективність управління персоналом.

Майбутнє HR лежить у гармонійному поєднанні людського досвіду, інтуїції та емпатії з потужністю штучного інтелекту для обробки даних та автоматизації процесів. Компанії, які зможуть знайти цей баланс, отримають значну конкурентну перевагу на ринку талантів. Сучасні тенденції в управлінні персоналом відображають фундаментальні зміни в природі роботи, очікуваннях співробітників та технологічних можливостях. Провідні компанії світу не просто адаптуються до цих змін, але й активно формують майбутнє HR-індустрії через інновації та експерименти.

Ключові висновки включають зростаючу роль технологій в автоматизації рутинних процесів та покращенні якості прийнятих рішень, зміщення фокусу з жорстких навичок на адаптивність та емоційний інтелект, важливість персоналізації employee experience та необхідність етичного підходу до використання даних співробітників. Компанії, які успішно інтегрують ці тенденції в свої HR-стратегії, отримують значні конкурентні переваги в залученні та утриманні талантів. Однак важливо пам'ятати, що технології повинні доповнювати, а не замінювати людський елемент в управлінні персоналом. Майбутнє HR лежить у гармонійному поєднанні технологічних інновацій та глибокого розуміння людської природи. Організації, які зможуть знайти цей баланс та адаптуватися до швидко мінливих умов, будуть лідерами у війні за таланти в найближчі десятиліття. Інвестиції в сучасні HR-технології та підходи вже сьогодні визначають конкурентоспроможність компаній завтра. Управління персоналом у XXI столітті зазнає кардинальних змін під впливом технологічних інновацій, зміни поколінських уподобань та глобальних економічних трансформацій. Провідні світові компанії формують нові підходи до підбору персоналу, які кардинально відрізняються від традиційних методів рекрутингу. Ці зміни торкаються не лише інструментів пошуку кандидатів, але й філософії взаємодії з потенційними співробітниками, критеріїв оцінки та довгострокових стратегій побудови команд.

Використані джерела:

1. Як штучний інтелект використовується в HR? URL: <https://fillin.ua/stati/yak-shtuchniy-intelekt-vikoristovuetsya-v-hr>
2. Штучний інтелект для рекрутерів і HR: Революція в підборі персоналу. URL: <https://ua.learntoearn.global/blog/shtuchnyi-intelekt-dlia-rekruteriv-i-hr>
3. ШІ у рекрутингу: навіщо потрібен і які задачі вирішує. URL: <https://goit.global.ua/articles/shi-u-rekrutynhu-navishcho-potriben-i-iaki-zadachi-vyrishuie>

4. Галицький економічний вісник https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu Galician economic journal, No 1 (86) 2024 https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.01 ISSN 2409-8892. Web: <http://galicianvisnyk.tntu.edu.ua>
5. Економічна правда. Електронний журнал. 6.01.2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/01/6/681217/> 16.
6. № 69 (2024): Економіка та суспільство. Електронний журнал. <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/issue/view/69>
7. Стратегічний HR: ключові складові управління персоналом. <https://ukr.pritula.academy/tpost/14exng7cc1-strategchnii-hr-klyuchov-skladov-upravln>
8. 10 HR Trends for 2022: From Adaptation to Transformation (2022). Retrieved from: <https://hrtrendinstitute.com/2021/11/22/10-hr-trends-for-2022-from-adaptation-to-transformation>

ІДСЕКЦІЯ «ФІНАНСИ, БАНКІВСЬКА СПРАВА ТА СТРАХУВАННЯ»

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛІКУ ТА АУДИТУ КРЕДИТНИХ ОПЕРАЦІЙ БАНКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Юдкін Є. О., керівник доц. Дронь М. А.

Український державний університет науки і технологій

У мирний час облік та аудит кредитних операцій мають відносно стабільний характер: діє сталий механізм оцінки кредитоспроможності, формування резервів, проведення перевірок, документального оформлення та підтвердження операцій. Банки орієнтуються на прогнозовані ризики, а аудиторі мають повний доступ до даних і документів. В умовах воєнного стану ситуація змінюється кардинально: зростає рівень кредитного ризику, зменшуються доходи населення, знижується платіжна дисципліна тощо. Порушення логістики та руйнування інфраструктури ускладнюють як повернення кредитів, так і їх обслуговування. До цього додаються проблеми з доступом до первинної документації, збереженням інформації, а також кіберзагрози. Саме тому оптимізація обліку та аудиту кредитних операцій у банках в умовах воєнного стану є стратегічним завданням, що дозволяє мінімізувати втрати, підтримати прозорість фінансової звітності, зберегти довіру клієнтів та забезпечити стабільність банківської системи.

Шляхи оптимізації обліку кредитних операцій банку в умовах воєнного стану:

- включення до внутрішніх нормативів банку окремих положень щодо обліку пролонгованих і реструктуризованих кредитів у період воєнного стану;
- інтеграція даних із державними реєстрами для перевірки кредитоспроможності клієнтів.
- формування більш гнучкої системи резервів з урахуванням ризиків воєнного стану;
- використання моделей прогнозування очікуваних кредитних збитків через воєнний стан;
- перенесення критично важливої інформації у хмарні сервіси;

Шляхи оптимізації аудиту кредитних операцій банку в умовах воєнного стану:

- концентрація на найбільш ризикових сегментах кредитного портфеля (наприклад, іпотека, кредити без застави);
- використання відео-конференцій, електронного документообігу, доступу до баз даних у режимі онлайн;

- розширене використання аналітичних методів (порівняльний аналіз, трендовий аналіз, коефіцієнтні розрахунки) замість суцільної перевірки документів;
- перевірка систем захисту інформації, оскільки в умовах війни зростає кількість кібератак на банки.
- використання альтернативних джерел підтвердження інформації (електронні повідомлення, бази даних НБУ, реєстри боржників), якщо первинні документи втрачено.

Отже, в умовах воєнного стану банки стикаються з безпрецедентними викликами, які змінюють підходи до обліку та аудиту кредитних операцій. Основними завданнями стають: забезпечення достовірності та безперервності облікового процесу; посилення системи резервування; впровадження цифрових технологій для дистанційного обліку та аудиту; підвищення рівня захисту даних; використання ризик-орієнтованого підходу в аудиті. Оптимізація цих процесів дозволить зберегти стабільність банківської системи, мінімізувати кредитні ризики, забезпечити прозорість фінансової звітності та сприяти відновленню економіки України в умовах воєнних викликів.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Шибінський М.О., керівник доц. Матусевич О.О.

Український державний університет науки і технологій

Банківська система є важливим елементом фінансової інфраструктури будь-якої держави, адже вона забезпечує мобілізацію тимчасово вільних грошових коштів та їх ефективний перерозподіл між суб'єктами економічної діяльності. В Україні банківська система відіграє ключову роль у формуванні стабільності фінансового ринку, підтримці підприємництва та забезпеченні доступу населення до фінансових ресурсів.

Сучасний стан банківської системи України визначається низкою особливостей. По-перше, вона перебуває під впливом економічних та політичних викликів, пов'язаних з воєнними діями, кризовими явищами у світовій економіці та внутрішніми дисбалансами. По-друге, значна частина активів зосереджена у державних банках, що з одного боку підвищує стабільність, але з іншого знижує рівень конкуренції. По-третє, триває активний розвиток цифрових технологій, що дозволяє банкам надавати нові послуги клієнтам у форматі онлайн, підвищувати швидкість обслуговування та зменшувати операційні витрати.

Разом з тим, проблеми банківського сектору залишаються суттєвими. Серед них: високий рівень проблемних кредитів, що знижує фінансову стійкість установ; недостатня довіра населення до банків після криз 2008–2014 років; обмеженість інвестиційних ресурсів та залежність від зовнішніх запозичень; регуляторні виклики, пов'язані з необхідністю адаптації законодавства до міжнародних стандартів.

Перспективи розвитку банківської системи України тісно пов'язані з процесами євроінтеграції та глобалізації. Насамперед це стосується:

- подальшої цифровізації та впровадження фінтех-рішень, які роблять фінансові послуги доступнішими;
- удосконалення системи управління ризиками, що дозволить мінімізувати вплив кризових явищ;
- розширення спектра банківських продуктів для бізнесу та населення;
- підвищення прозорості діяльності банків, що сприятиме зростанню довіри клієнтів;
- зміцнення співпраці з міжнародними фінансовими організаціями, яка забезпечить доступ до додаткових ресурсів.

Отже, розвиток банківської системи України має двоїтий характер: з одного боку — вона зіштовхується з великими викликами, з іншого — отримує нові можливості для модернізації та інтеграції у світову фінансову спільноту. Ефективна трансформація банківського сектору можлива лише за умови узгоджених дій держави, Національного банку України та самих фінансових установ. У перспективі це сприятиме підвищенню конкурентоспроможності економіки, стабілізації фінансової системи та забезпеченню сталого економічного розвитку держави.

УПРАВЛІНСЬКА ПІДЗВІТНІСТЬ ЯК ОСНОВА ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ

Небоян К. О., керівник доц. Топоркова О. А.

Український державний університет науки і технологій

Характерною ознакою установ і організацій державного сектору є переважно неприбутковий характер діяльності та фінансування за рахунок бюджетних коштів (держави або органів місцевого самоврядування). Зовнішній контроль за формуванням видатків та цільовим використанням коштів здійснює Рахункова палата України та Державна аудиторська служба України. Також українським законодавством передбачена необхідність впровадження внутрішнього контролю у розпорядників бюджетних коштів та на підприємствах, в установах та організаціях, які належать до сфери управління розпорядників. За організацію та функціонування внутрішнього контролю в установі несе відповідальність керівник, який спираючись на управлінську відповідальність та підзвітність, самостійно визначає, впроваджує та застосовує доцільні управлінські інструменти контролю. Обрані керівником методи та механізми мають забезпечити дотримання законності та ефективності використання бюджетних коштів та інших ресурсів, а також сприяти запобіганню корупційним правопорушенням, шахрайству або зловживанню службовим становищем осіб, в зоні відповідальності яких перебувають операції з грошовими коштами.

Внутрішній контроль в бюджетній установі є комплексом управлінських заходів і рішень, які реалізуються як на рівні розпорядника бюджетних коштів, так і у підвідомчих установах. Основою внутрішнього контролю є управлінська відповідальність та підзвітність, яка функціонує у вигляді трьох ліній управління:

- перша лінія напряду пов'язана з операційною діяльністю і складається з відповідальних за виконання основних завдань, функцій установи і досягнення цілей, законне та ефективне використання бюджетних коштів і ресурсів (є підзвітною другій лінії);
- друга лінія контролює першу шляхом виконання функцій підтримки, нагляду, контролю, оцінки і моніторингу; реагує на порушення законодавчих вимог та вживає запобіжних заходів (є підзвітною третій лінії);
- третя лінія являє собою незалежну діяльність підрозділу внутрішнього аудиту (є підзвітною керівництву установи).

Складовими управлінської підзвітності в бюджетній установі є: відповідальність, повноваження та автономія. Відповідальність передбачає чіткий розподіл завдань і обов'язків керівникам нижчого рівня (відповідно до ліній управління). Повноваження — це делегування керівникам нижчого рівня прав ухвалювати управлінські рішення щодо використання бюджетних коштів та управління наданими ресурсами, саомстіно визначаючи при цьому управлінські інструменти, підходи та процедури. Автономія являє собою визначення меж простору діяльності керівників нижчого рівня для ухвалення рішень щодо виконання ними делегованих повноважень, управління ризиками та реагування на відхилення.

Організація внутрішнього контролю з дотриманням управлінської відповідальності та підзвітності забезпечить оптимізацію робочих процесів, підвищення їх ефективності шляхом зниження витрат, скорочення тривалості, підвищення результативності, якості та орієнтованості на споживача його результатів.

Отже, персональна відповідальність за кожну операцію з бюджетними коштами, прозорість в ухваленні управлінських рішень, дотримання етичних норм та підзвітності на усіх лініях управління, швидке реагування на порушення та впровадження запобіжних заходів – є ключовими принципами внутрішнього контролю бюджетних установ

ВПРОВАДЖЕННЯ КОНТРОЛІНГУ В ПРАКТИКУ УПРАВЛІННЯ БЮДЖЕТНОЮ УСТАНОВОЮ

Река К. М., керівник доц. Топоркова О. А.

Український державний університет науки і технологій

Формування ефективного та якісного бюджетного менеджменту на усіх можливих рівнях управління державними та місцевими фінансами базується на трансформаційних змінах та розвитку управлінських технологій, а саме: методології фінансового менеджменту в секторі державного та місцевого управління, впорядкуванні критеріїв оцінки й моніторингу якості управління на рівні держави та органів місцевого самоврядування, розвитку нормативно-правового та методичного забезпечення фінансового контролю та аудиту в межах відповідних інституцій, а також надання методичної підтримки головним розпорядникам бюджетних коштів на усіх етапах бюджетного процесу. Впровадження контролінгу в практику управління бюджетною установою зумовлене необхідністю інформаційного забезпечення й координації системи планування, синхронізації різних видів обліку, аналізу відхилень і контролю, внутрішньої та зовнішньої транспарентності управлінських рішень, інформаційного й методичного забезпечення менеджменту, підтримки на належному рівні ризик орієнтованого управління.

Основними завданнями контролінгу як управлінської технології є:

- оцінка дієвості системи управління бюджетними коштами усіх рівнів;
- забезпечення правильності і своєчасності ведення бухгалтерського обліку та достовірності бюджетної, фінансової та іншої звітності;
- перевірка цільового використання бюджетних коштів;
- аналіз та оцінка стану діяльності розпорядників та одержувачів бюджетних коштів;
- орієнтація усіх видів, форм і методів бюджетного контролю на запобігання порушенням бюджетного законодавства;
- наукова обґрунтованість планування доходів і видатків бюджетів усіх рівнів.

Результатом комплексних реформ, які наразі тривають в бюджетній сфері нашої держави, є впровадження принципово нового управлінського інструменту проведення оцінки ефективності та результативності використання публічних фінансів – огляду витрат. Також законодавчою новацією є запровадження концепції «розумної економічної причини» (ділової мети), що передбачає проведення аналізу економічної доцільності здійснення окремих операцій розпорядниками бюджетних коштів та наявності в них ділової мети. Нагальною потребою залишається питання якості та прозорості планування головними розпорядниками бюджетних коштів та загального рівня бюджетної дисципліни. Українськими науковцями пропонується створити та запровадити нову інформаційно-аналітичну систему для бюджетного планування, що підвищить рівень автоматизації процесів та аналітичної спроможності учасників

бюджетного процесу.

Бюджетні установи отримують бюджетні асигнування за відповідними програмами та мають ефективно використовувати кошти згідно з бюджетними зобов'язаннями для виконання визначених у програмі завдань. Інструментами та методами контролю коштів за бюджетними програмами є: моніторинг виконання, встановлення лімітів та контроль їх дотримання, аудит фінансової звітності, внутрішній контроль та аналіз. Отже, у сфері публічних фінансів важливо розмежувати зону відповідальності між органами законодавчої та виконавчої влади, суб'єктами державного фінансового контролю та головними розпорядниками бюджетних коштів для якісного бюджетного менеджменту на усіх можливих рівнях управління.

ПІДСЕКЦІЯ «ОБЛІК І АУДИТ»

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЧИХ ЗАПАСІВ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ JUST-IN-TIME

Ніколенко Ю. Г., керівник ст. викл. Ломтєва І. М.

Український державний університет науки і технологій

Виробничі запаси становлять значну частину оборотних активів промислового підприємства, впливають на ефективність виробничого циклу та фінансові показники. Удосконалення їх обліку та контролю є актуальним завданням в умовах обмежених ресурсів і необхідності оптимізації витрат. Метод Just-In-Time (JIT) передбачає системний підхід до мінімізації запасів, що сприяє підвищенню операційної ефективності.

Метод Just-In-Time базується на принципах доставлення матеріалів точно в момент їхньої потреби у виробничому процесі, що виключає формування значних страхових запасів. Ця концепція спрямована на скорочення витрат, пов'язаних зі зберіганням, псуванням та іммобілізацією коштів в активах. У бухгалтерському обліку запаси класифікуються як активи, що утримуються для подальшого продажу (розподілу, передачі) за умов звичайної господарської діяльності; перебувають у процесі виробництва з метою подальшого продажу продукту виробництва; утримуються для споживання під час виробництва продукції, виконання робіт та надання послуг, а також управління підприємством, й оцінюються за первісною вартістю, яка включає витрати на придбання, транспортування та підготовку до використання. Застосування JIT передбачає переорієнтацію облікових процедур на оперативне відображення руху ресурсів, з акцентом на мінімізацію залишків.

Нормативна база обліку запасів в Україні встановлює вимоги до точності фіксації надходження, використання та списання активів з метою забезпечення достовірності фінансової звітності. Метод JIT інтегрується з цими вимогами та сприяє переходу від традиційного накопичення запасів до динамічної системи, де ресурси надходять у потрібній кількості та вчасно. Це дозволяє зменшити ризики знецінення активів через тривале зберігання та оптимізувати оборотність запасів. Теоретично, JIT ґрунтується на принципах ощадливого виробництва, де акцент робиться на усуненні втрат, таких як надлишкові запаси, непотрібні переміщення та очікування.

У контексті промислових підприємств метод сприяє синхронізації ланцюгів постачань, де постачальники інтегруються в систему планування виробництва. Це вимагає встановлення чітких стандартів якості та надійності, оскільки будь-які затримки можуть призвести до зупинки процесів. Методологічно JIT передбачає

використання інструментів планування, таких як канбан-системи, для сигналізування про потребу в ресурсах, що замінює традиційні прогнози на реальний попит.

Організація бухгалтерського обліку запасів за методом JIT передбачає створення інтегрованої системи документації та контролю, орієнтованої на реальний час. Первинний облік здійснюється через фіксацію надходжень і списань у момент здійснення операцій, з використанням стандартних форм документів, таких як прибуткові ордери та акти приймання. У системі рахунків запаси відображаються на рахунках 20 «Виробничі запаси» та 22 «МШП» з дебетовими записами при оприбуткуванні та кредитовими при списанні на виробництво.

Методика обліку в JIT відрізняється від традиційної тим, що виключає необхідність у значних аналітичних розрізах для страхових запасів та акцентує на оперативному моніторингу. Автоматизовані системи бухгалтерії дозволяють інтегрувати дані про запаси з виробничими модулями та забезпечують автоматичне списання матеріалів у момент їх використання. Це сприяє точності обліку та зменшенню помилок, пов'язаних з ручним введенням даних.

Особливості первинного обліку включають встановлення мінімальних норм запасів на основі статистичних розрахунків попиту, що вимагає регулярного аналізу історичних даних. У промисловому виробництві JIT застосовується переважно в серійних процесах, де операції скоординовані послідовно, а запаси мінімізуються завдяки точній логістиці. Впровадження методу передбачає навчання персоналу та реорганізацію складських приміщень для швидкого доступу до ресурсів.

У практиці це призводить до скорочення циклу обігу запасів, де коефіцієнт оборотності розраховується як відношення обсягу реалізованої продукції до середньорічного залишку. Метод JIT сприяє підвищенню цього показника, оскільки зменшує середній залишок, тим самим звільняючи кошти для інвестицій. Однак, впровадження вимагає надійних партнерських відносин з постачальниками, щоб уникнути ризиків дефіциту.

Аналітичне забезпечення контролю запасів за JIT охоплює регулярний моніторинг ключових показників, таких як коефіцієнт оборотності та матеріаломісткість, що дозволяють оцінити ефективність використання ресурсів. Аналіз структури запасів проводиться з метою виявлення надлишків або дефіцитів, з використанням методів класифікації, де позиції групуються за значущістю.

Процедури контролю передбачають періодичні інвентаризації для перевірки фактичної наявності запасів, з фіксацією відхилень у спеціальних актах. У JIT акцент робиться на превентивному контролі, де системи моніторингу сигналізують про потенційні проблеми в реальному часі. Процес моніторингу передбачає використання програмних інструментів для прогнозування попиту на основі алгоритмів, що враховують сезонність та ринкові тенденції.

Шляхи удосконалення обліку та контролю полягають у комбінації JIT з іншими інструментами, такими як класифікація запасів за критерієм значущості, де найважливіші позиції контролюються жорсткіше. Це дозволяє знизити витрати на зберігання та підвищити якість виробництва шляхом зменшення браку. У контексті промислових підприємств удосконалення передбачає інтеграцію JIT з цифровими технологіями, такими як IoT для автоматичного відстеження руху запасів.

Перешкоди впровадження охоплюють залежність від зовнішніх факторів, таких як стабільність постачань, що в умовах економічної невизначеності вимагає гнучкої адаптації. Загалом, метод сприяє оптимізації управління та забезпечує баланс між мінімізацією витрат і безперервністю виробництва.

Отже, метод Just-In-Time надає ефективні інструменти для удосконалення обліку та контролю виробничих запасів та сприяє раціональному використанню

ресурсів на промисловому підприємстві. Його впровадження вимагає системних змін, але результатом є підвищення конкурентоспроможності та фінансової стійкості.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ ОПЛАТИ ПРАЦІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КРІ

Старіченко І. О., керівник ст. викл. Ломтева І. М.

Український державний університет науки і технологій

Оплата праці на залізничному підприємстві є ключовим елементом мотивації персоналу та забезпечення ефективності діяльності, особливо в умовах низьких показників заробітної плати, що створюють проблему плинності кадрів. Удосконалення обліку та аналізу оплати праці з використанням ключових показників ефективності (КРІ) дозволяє оптимізувати традиційну тарифну систему шляхом упровадження гнучких форм оплати, які стимулюють продуктивність і сприяють досягненню стратегічних цілей підприємства. Використання КРІ у системі оплати праці забезпечує прив'язку винагороди до конкретних результатів, що підвищує мотивацію працівників і знижує плинність кадрів.

Оплата праці як облікова категорія охоплює сукупність виплат за виконану роботу, що включає фонд основної заробітної плати, фонд додаткової заробітної плати та інші заохочувальні виплати. У залізничній галузі застосовується тарифна система, яка базується на тарифних сітках, ставках і окладах, диференційованих за професіями, кваліфікацією та умовами праці. Тарифна сітка передбачає фіксовані рівні оплати, доповнені надбавками за роботу в нічний час, шкідливі умови чи перевиконання норм. Така система, хоча й забезпечує стабільність, обмежує можливості гнучкої мотивації, що робить актуальним упровадження КРІ для підвищення ефективності.

Нормативно-правове забезпечення обліку оплати праці в Україні встановлює вимоги до розрахунку нарахувань і утримань, зокрема з урахуванням мінімальної заробітної плати, яка впливає на індексацію окладів. Для залізничних підприємств характерне застосування колективних договорів, які регулюють відрядну та погодинну форми оплати праці, з акцентом на стимулювання за перевиконання виробничих норм.

Низька середня заробітна плата на залізничних підприємствах спричиняє плинність кадрів, що негативно позначається на стабільності роботи. Використання КРІ дозволяє пов'язати оплату праці з досягненням конкретних показників, таких як обсяг перевезень, дотримання графіку руху поїздів чи підвищення рівня безпеки. Це сприяє не лише мотивації працівників, а й оптимізації трудових ресурсів через чітке визначення цілей та оцінку їх виконання.

Первинний облік і оцінка використання праці на залізничному підприємстві здійснюються за допомогою табелів обліку робочого часу, розрахунково-платіжних відомостей і наказів про нарахування. Оцінка ефективності праці проводиться через коефіцієнти продуктивності, які розраховуються як відношення обсягу виконаних робіт до витраченого часу. Ці показники дозволяють виявити резерви в штаті та оптимізувати розподіл трудових ресурсів. Для залізничних підприємств характерна відрядно-преміальна система, де оплата праці машиністів залежить від пройденої відстані чи тонуажу перевезених вантажів.

Контроль дотримання трудового законодавства передбачає аудит нарахувань для перевірки відповідності мінімальним гарантіям, установленим законодавством, і моніторинг соціальних відрахувань, таких як єдиний соціальний внесок (ЄСВ). Удосконалення цього процесу можливе через автоматизацію обліку, що зменшує ймовірність помилок у розрахунках і забезпечує прозорість нарахувань. Впровадження сучасних ERP-систем, таких як SAP, які використовуються в АТ «Укрзалізниця»,

дозволяє інтегрувати дані про робочий час, продуктивність і KPI для точного розрахунку заробітної плати.

Аналіз фонду оплати праці (ФОП) на залізничному підприємстві проводиться методами горизонтального (порівняння за періодами) та вертикального (аналіз структури) аналізу. ФОП розбивається на фонд основної заробітної плати (фіксовані оклади за тарифною сіткою), фонд додаткової заробітної плати (доплати за вислугу, нічні зміни, шкідливі умови) та інші заохочувальні виплати (премії, бонуси). Коефіцієнт матеріальної зацікавленості, що розраховується як відношення премій до основної заробітної плати, дозволяє оцінити мотиваційний ефект системи оплати праці. Аналіз використання трудових ресурсів включає розрахунок коефіцієнта плинності кадрів (відношення кількості звільнених до середньооблікової чисельності) та продуктивності праці (обсяг робіт на одиницю часу). Сезонні коливання в залізничному транспорті, пов'язані з піковими періодами перевезень, потребують врахування таких факторів, як технічне оснащення та логістичні особливості.

Удосконалення організації обліку та аналізу оплати праці на залізничному підприємстві передбачає активне використання KPI для формування змінної частини заробітної плати, що залежить від досягнення конкретних показників. У АТ «Укрзалізниця» KPI застосовуються для стимулювання продуктивності через преміювання за виконання операційних, безпекових, економічних і якісних показників. Операційні KPI включають обсяг вантажних чи пасажирських перевезень, дотримання графіку руху поїздів, скорочення часу простою вагонів. Безпекові KPI охоплюють відсутність аварій, порушень техніки безпеки чи нещасних випадків. Економічні KPI спрямовані на зниження витрат на паливо, електроенергію чи ремонт рухомого складу. Якісні KPI оцінюють рівень задоволеності пасажирів на основі скарг чи опитувань. Наприклад, для машиністів KPI може включати відсоток рейсів, виконаних без затримок, а для диспетчерів – кількість оперативно вирішених логістичних збоїв. Змінна частина заробітної плати, що залежить від KPI, може становити до 30–40% від загальної суми, що значно підвищує мотивацію працівників.

Для ефективного обліку KPI в системі оплати праці необхідно інтегрувати їх у бухгалтерські процеси. Первинні документи, такі як звіти про виконання рейсів чи журнали безпеки, фіксують досягнення KPI, які передаються до бухгалтерії для розрахунку премій. ERP-системи дозволяють автоматизувати цей процес, забезпечуючи зв'язок між даними про продуктивність і розрахунково-платіжними відомостями. Аудит нарахувань за KPI перевіряє відповідність виплат установленим показникам, що забезпечує справедливість і прозорість.

Для підвищення ефективності використання KPI пропонується: розширення переліку показників для охоплення всіх категорій працівників, зокрема адміністративного персоналу (наприклад, швидкість обробки документації); впровадження цифрових інструментів для моніторингу KPI в реальному часі (наприклад, датчики на рухомому складі); регулярне інформування працівників про KPI через внутрішні портали чи наради; забезпечення балансу між фіксованою та змінною частинами заробітної плати, щоб уникнути фінансової нестабільності; періодичний перегляд KPI для адаптації до сезонних коливань і технологічних змін. Галузеві рекомендації підтверджують, що впровадження KPI знижує плинність кадрів на 5–10% за умови їхньої прозорості та досяжності.

Отже, удосконалення обліку та аналізу оплати праці з використанням KPI на залізничному підприємстві забезпечить підвищення мотивації та ефективності, балансує між стабільністю тарифної системи та гнучкими стимулами, що сприятиме зниженню плинності кадрів і підвищенню продуктивності.

АДАПТАЦІЯ ОБЛІКОВИХ ДАНИХ СУБ'ЄКТІВ ЗЕД ДО ВИМОГ ІНТЕГРОВАНОЇ ЗВІТНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ільїн О. Д., керівник доц. Топоркова О. А.

Український державний університет науки і технологій

Облікова система визначає методологічні засади та організаційні підходи до ведення бухгалтерського обліку на рівні суб'єкта господарювання. Для суб'єктів ЗЕД питання побудови облікової системи є особливо актуальним в умовах гармонізації вітчизняного законодавства до європейських вимог та узгодження її з потенційними можливостями та ключовими ризиками. Релевантне проєктування облікової системи дозволяє згенерувати інформацію відповідно потреб менеджменту в умовах ризик-орієнтованого управління.

Облікові системи суб'єктів господарювання мають відповідати вимогам сучасності та потребам потенційних стейкхолдерів. Облікова інформація суб'єктів ЗЕД цікава значному колу користувачів, що вимагає трансформації даних відповідно до принципів інтегрованої звітності та сталого розвитку.

Для потреб управління зовнішньоекономічною діяльністю до облікових даних висуваються такі вимоги: прозорість, повнота, стратегічна корисність. В контексті прозорості суб'єкт ЗЕД має розкрити інформацію фінансового та нефінансового характеру стосовно міжнародних операцій, в тому числі: юрисдикцію контрагентів, логістичні ланцюги, валютно-розрахункові нюанси. Для забезпечення доступності широкому колу цільових аудиторій звітність має бути складена з використанням стандартизованої термінології та у міжнародно прийнятому форматі XBRL, iXBRL і оприлюднена на офіційному веб-сайті компанії. Дотримання вимоги прозорості облікової інформації дозволяє зацікавленим сторонам самостійно оцінити економічну ситуацію контрагента та ухвалити управлінське рішення щодо подальшої співпраці з ним.

Інтеграція ESG-показників в бізнес-практику сприяє охопленню усіх суттєвих аспектів діяльності суб'єктів ЗЕД. Це, в свою чергу, дозволяє висвітлити екологічний та соціальний вплив компанії та відповідність її діяльності принципам сталого розвитку. Розкриття такої інформації відповідає принципу повноти, що дозволяє оцінити потенційні можливості та ризики учасників міжнародного бізнес-середовища.

Суб'єкти ЗЕД підпорядковують свою діяльність стратегічним візіям в довгостроковій перспективі, отже, стратегічна корисність облікової інформації набуває особливої актуальності. Інтеграція облікової інформації у систему стратегічного контролінгу, забезпечення релевантності аналітичних даних щодо показників сталості та результативності, врахування ринкових тенденцій, змін регулятивних вимог, волатильності цін та валютного курсу – усе це є підґрунтям ухвалення управлінських рішень стратегічного характеру.

Принципи інтегрованої звітності та сталого розвитку передбачають об'єднання в єдину модель фінансової, управлінської та нефінансової інформації для потреб стратегічного управління суб'єктами ЗЕД. Прикладний характер застосування таких принципів відображається через: надання інформації про довгострокові контракти та розвиток нових експортних ринків (стратегічний фокус); визначення впливу імпортованої сировини на якість експортної продукції (зв'язаність інформації); виділення значущих експортних напрямків та стандартизація показників їх ефективності (суттєвість, узгодженість та порівнянність); звітування про вплив ЗЕД на довкілля, соціальну сферу, дотримання етичних норм (підзвітність); включення у звітність блоків з ESG-показниками (інтегрованість); наявність детальної інформації про Інкотермс-умови контрактів, строки платежів, валюту розрахунків (достовірність і

повнота).

Отже, адаптація облікових даних суб'єктів ЗЕД до нюансів міжнародної співпраці трансформує облікову систему в стратегічно важливий елемент управління підприємством в контексті ухвалення управлінських рішень у сфері міжнародного партнерства.

УДОСКОНАЛЕННЯ ФОРМУВАННЯ ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНИХ НАКЛАДНИХ ШЛЯХОМ ПЕРЕХОДУ З ПАПЕРОВОГО ДОКУМЕНТА НА ЦИФРОВИЙ ФАЙЛ

Силкін А. С., керівник доц. Топоркова О. А.

Український державний університет науки і технологій

Товарно-транспортна накладна (ТТН) - це необхідний документ, який переміщується разом з вантажем з пункту А до пункту Б, та містить в собі необхідну інформацію як про товар чи вантаж, так і про транспортний засіб, задіяний для його перевезення. Документ має юридичну цінність, оскільки підтверджує факт передачі товару відправником перевізнику, а також використовується для обліку руху товаро-матеріальних цінностей та під час розрахунку витрат на перевезення. Для будь якого підприємства цей документ є необхідним і дуже цінним, як для облікових потреб, так і для забезпечення функції контролю. Для бухгалтерії на підставі ТТН здійснюються розрахунки витрат на транспортні перевезення товарів або списання ТМЦ. Для забезпечення контрольної функції ТТН є підтвердженням відповідності товарів, що перевозяться, умовам договору, а також підтвердженням власне процесу перевезень. Товарно-транспортна накладна заповнюється та видається перевізникам у паперовому вигляді, що в умовах цифрової трансформації документообігу має меншу практичність і зумовлює певні недоліки. Можливі випадки, коли брудний, розірваний, зім'ятий, стертий паперовий документ не приймався отримувачем до виконання, внаслідок чого не було враховано сам процес перевезення та понесені витрати, що є значною проблемою для підприємства.

В контексті цифровізації та трансформаційних змін українськими законотворцями було затверджено Постанову Кабінету Міністрів України № 629 від 30 травня 2024 р. "Про питання реалізації експериментального проекту з впровадження товарно-транспортної накладної в електронній формі у сфері внутрішніх вантажних перевезень". Порядок функціонування системи е-ТТН регламентує технічні та організаційні аспекти, визначає склад учасників, їхні ролі та зони відповідальності в межах експериментального проекту.

Основна мета впровадження Порядку функціонування системи е-ТТН – зробити облік вантажних перевезень в Україні прозорим, зручним та ефективним. Йдеться про:

- максимальне спрощення процедури реєстрації документів;
- швидкий та зручний доступ до інформації;
- автоматизацію та оптимізацію контролю за перевезеннями.

Завдяки таким новаціям система е-ТТН, окрім полегшення роботи учасників ринку, сприяє розвитку цифрової економіки країни.

Є звичайно і недоліки цієї системи, які можуть бути суттєвими під час бойових дій в Україні:

- блекаут, знеструмлення серверів системи через обстріли енергетичних об'єктів;
- кібератака або хакерський взлом системи та її серверів;
- пряма загроза ракетних та дронів атак;
- складність та труднощі навчання персоналу для роботи в системі.

Отже, можемо констатувати, що в умовах переходу з паперового документообігу на цифровий є і переваги і недоліки. Переваги в створенні цифрових документів полягають не тільки в спрощенні документообігу, а ще й зумовлюють скорочення витраченого часу на створення документів, що впливає на ефективність роботи підприємств. Електронні ТТН спрощують комунікаційний обмін інформацією між контрагентами, знижують витрати часу на створення документів та зводять до мінімуму ризики втрати або пошкодження такого документа.

ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ ФІСКАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ ДАНИХ

Хомич В. В., керівник доц. Топоркова О. А.

Український державний університет науки і технологій

Блокчейн як технологічне рішення, де процеси можуть здійснюватися без залучення третьої сторони, являє собою розподілену базу даних, яка фіксує транзакції, угоди, продажі та контракти. Ці технології є інноваційною формою зберігання і обробки даних, яка відкриває нові можливості для формування цифрової довіри між платниками податків (суб'єктами господарювання) та фіскальними органами, оскільки забезпечують прозору архітектуру обміну інформацією.

Сучасні підходи до оцінки потенціалу, ризиків і практик використання блокчейну у податково-розрахункових відносинах полягають у:

1. Автоматизації обміну інформацією між податковими органами й платниками податків та забезпеченні збереження аудиторського сліду.
2. Узгодженні технологічних цифрових інструментів та інновацій із регуляторними вимогами й нормативним забезпеченням операцій, які є об'єктом оподаткування.
3. Сприянні прозорості та відкритості даних, підвищенню ефективності податкового адміністрування та боротьбі з ухилянням від сплати податків.
4. Трансформації податкової політики та цифровізації в глобальному просторі.

Ключовими параметрами та перевагами взаємодії між суб'єктами господарювання (податковими агентами) і контролюючими органами (Державною податковою службою) з використанням блокчейн-технологій є: прозорість здійснюваних транзакцій; неможливість змінити внесені дані без цифрового сліду; автоматизована валідація усіх розрахункових операцій; диверсифікований доступ (в межах визначених компетенцій) до даних; верифікація контрагентів з точки зору юридичного статусу та податкової історії.

Європейська практика, де активно запроваджуються нові інструменти взаємодії між платниками податків і контролюючими органами, доводить, що блокчейн не замінює податкову систему, а лише посилює її здатність унеможливлювати зловживання та діяти в інтересах прозорості, справедливості й зменшення, насамперед, корупційних ризиків, створюючи сучасну цифрову екосистему, у якій взаємна довіра є результатом технологічно гарантованих вимог і правил.

Інструментами реалізації блокчейн-рішень у податковому адмініструванні є: приватні блокчейн-мережі, які забезпечують конфіденційність та обмежений керований доступ; смарт-контракти із заздалегідь визначеними умовами оподаткування; вбудовані API до національних податкових систем; криптографічне хешування звітності; токенизація податкових активів для відстеження статусу платежів і боргів.

З точки зору податкового адміністрування переваги використання блокчейн-технологій є очевидними. Натомість високе енергоспоживання, відсутність загальноприйнятих технічних та правових стандартів, обмежена масштабованість та

вірогідність кібератак є потенційними ризиками використання даного інструменту.

Для потреб бухгалтерського обліку та аудиту застосування блокчейну забезпечить можливість оперативного обліку та складання звітності в режимі реального часу, документообіг та зберігання документів, автоматичну перевірку звітності та розрахунків за податками, контроль розрахункової дисципліни тощо. Але такі складні технології підходять не кожному бізнесу, що потребує ретельного аналізу переваг, очікуваних вигід, витрат і можливих ризиків.

Наукове видання

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2025”
27 листопада 2025 року**

ЗБІРНИК ТЕЗ

Том II

Відповідальний редактор Л.З.Мартінова
Комп’ютерна верстка Л.З.Мартінова
Дизайн обкладинки Л.З.Мартінова

Видавець: Український державний університет науки і технологій.
вул. Лазаряна,2, ауд.2216, ауд.263 (наукова бібліотека)
м. Дніпро, 49010
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК №7709 від 14.12.2022