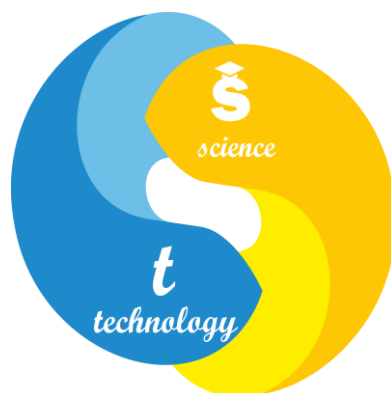


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛІЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2023”**

Дніпро
2023

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

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2023”
27 жовтня 2023 року**

ЗБІРНИК ТЕЗ

Том II

Дніпро
2023

06(043.2)

Наука і сталий розвиток транспорту 2023 : зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, Дніпро, 27 жовт. 2023 р. : у 3 т. / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2023. – Т. II. – 144 с.

У збірнику приводяться тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених “Наука і сталий розвиток транспорту 2023”, в яких розглянуті питання раціонального використання енергетичних ресурсів, створення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів, екологічних та економічних проблем сучасного виробництва для забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку.

Матеріали II тому збірника тез зосереджені на питаннях наукових досліджень у галузі комп'ютерної науки та інформаційних технологій, забезпечення безпеки комп'ютерних систем та захисту інформації. Розглянуті сучасні методи автоматизації процесів у транспортній галузі та промисловості. Висвітлюються результати досліджень технологій виготовлення сучасних матеріалів та виробів з них, параметрів режимів обробки металовиробів, їх структурного стану та властивостей. Розглянуто широкий круг задач, пов'язаних з аналітичними та експериментальними методами досліджень, а також розробкою, виготовленням та експлуатацією будівельних конструкцій і механізмів.

Організаційний комітет конференції:

Голова: д-р техн. наук, професор Пройдак Ю. С. - проректор з наукової роботи УДУНТ
Члени організаційного комітету:
канд. техн. наук, доцент Куроп'ятник О. С.
канд. техн. наук, доцент Сковрон І. Я.
канд. техн. наук, доцент Громова О. В.
канд. техн. наук, доцент Горячкін. В. М.
д-р техн. наук, професор Дейнеко Л. М.
канд. техн. наук, доцент Костриця. С. А.
д-р екон. наук, професор Чаркіна. Т. Ю.
канд. техн. наук, доцент Бондар. О. І.
канд. хім. наук, доцент Тарасова Л. Д.
д-р техн. наук, професор Должанський А. М.
д-р іст. наук, професор Кривчик Г. Г.
канд. техн. наук, доцент Маркуль Р. В.- начальник НДЧ УДУНТ бібліотекар 1 категорії
Мартінова Л. З.

Секція «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»	12
Підсекція «Комп'ютерна інженерія та кібербезпека»	12
1. Набоков Д. О. (КС2226) «Організація передачі керуючих повідомлень в комп'ютерній мережі залізничного транспорту засобами нейронної мережі» (кер. доц. Пахомова В. М.).....	12
2. Мостинець В. Л. (КБ2011) «Виявлення атак категорії U2R на комп'ютерну мережу залізничного транспорту засобами нейронної мережі» (кер. доц. Пахомова В. М.).....	13
3. Салогуб М. В. (КС2221) «Планування бездротової мережі на залізничному транспорті з використанням мурашиного алгоритму» (кер. доц. Пахомова В.М.).....	13
4. Хрестян А. В. (КС2226) «Прогнозування затримки на маршрутизаторі комп'ютерної мережі залізничного транспорту засобами нейронної мережі» (кер. доц. Пахомова В. М.).....	14
5. Жуковець О. О.(КС2011) «Розробка системи відеоаналітики для виявлення та підрахунку студентів в аудиторії у режимі реального часу» (кер. старш. викл. Ів'їн П. В.)	14
6. Олійник К. О.(КС2221) «Розробка комплексу лабораторних робіт щодо дослідження бездротової мережі WI-FI» (кер. проф. Жуковицький І. В.).....	14
7. Компанієць В. В. (КС2221) «Розробка комплексу лабораторних робіт по дослідженню механізмів захисту мережі WI-FI» (кер. проф. Жуковицький І. В.) ..	15
8. Мельник І. М. (КС2221) «Аналіз та розробка варіантів архітектури системи безпаперового контролю роботи студентів» (кер. проф. Жуковицький І. В.).....	16
9. Іванченко Д. В. (КС2011) «Технологія VLAN, її вплив на мережу та застосування на обладнанні кафедри ЕОМ» (кер. проф. Жуковицький І. В.).....	17
10. Трегуб І. О. (КС2011) «Створення веб-сайтів: від ідеї до реалізації» (кер. доц. Єгоров О. Й.).....	17
11. Ульяновченко Д. С. (КС2011) «Розробка веб-сайту наукового гуртка кафедри під назвою ITEAM» (кер. доц. Єгоров О. Й.).....	18
12. Сливець О. Д., Русакевич С. Р., Ходосевич Д. О. (КБ2211) «Дослідження сучасних технологій організації мобільного зв'язку» (кер. старш. викл. Тимошенко Л.С.).....	18
13. Янов М. В., Косяк М. О. (КС2211) «Аналіз сучасних стандартаів мобільного зв'язку» (кер. старш. викл. Тимошенко Л. С.).....	19
14. Дверіс О. Е. (КС2221) «Стеганографічний захист інформації з використанням методу LSB» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	20
15. Мілін Н. В. (КБ2011) «Програма для вивчення блокового шифру «КАЛИНА»» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	21
16. Савельєв Д. Є. (КБ2011) «Генератор дійсно випадкових чисел» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	21
17. Сасаров О. О. (КБ2011) «Стеганографія з використанням графічних контейнерів» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	12
18. Ткаченко К. А. (КБ2011) «Автентифікація за допомогою мобільних пристроїв» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	22
19. Хом'як Р. М. (КБ2011) «Стеганографія з використанням текстових файлів-контейнерів» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	22
20. Ярьоменко Д. О. (КС2221) «Ідентифікація та автентифікація користувачів на основі порівняння профілів клавіатурного почерку» (кер. доц. Остапець Д. О.)...	23
21. Мотиленко В. А. (аспірант) «Сфери використання блокчейн технології у	

промислового секторі» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	23
22. Сухомлин О. О. (аспірант) «Можливість використання інтелектуальних методів на окремих етапах проектування КСЗІ» (кер. доц. Остапець Д. О.).....	24
23. Журавльов Д. Д. (КС2011) «Можливості використання обладнання CISCO VLAN в приміщеннях кафедри ЕОМ» (кер. проф. Жуковицький І. В.).....	25
24. Ванін М. В. (КС2221) «Використання ПЛІС в багатопроцесорних системах» (кер. доц. Шаповалов В. О.).....	25
25. Ульяновченко Д. С. (КС2011) «Проектування спрощеного двоядерного обчислювача з використанням мови VHDL» (кер. доц. Шаповалов В. О.).....	26
26. Горбатов В. С. (аспірант) «Існуючі методи оптимізації пошуку атак у системах виявлення мережових вторгнень» (кер. доц. Журба А. О.).....	26
Підсекція «Інформаційні технології та системи»	27
1. Серета О. А. (ПЗ2222) «Розпізнавання рукописних символів за допомогою нейронних мереж» (кер. доц. Горячкін В. М.).....	27
2. Сирота О. А. (аспірант) «Застосування рефакторингу для покращення продуктивності мобільних додатків» (кер. доц. Горячкін В. М.).....	28
3. Бажин В. А. (ПЗ2222) «Дослідження патернів прив'язки даних за зчепленням» (кер. доц. Куроп'ятник О. С.).....	29
4. Юхно Н. А. (ПЗ2221) «Перспективи використання та етичні виклики технології розпізнавання обличчя» (кер. доц. Горячкін В. М.).....	30
5. Бондар Ю. О. (ДНУ ім.О.Гончара) «Перспективні напрямки удосконалення автоматизованих систем вивчення німецької мови» (кер. ас. Пузирей Н.В.).....	31
6. Мурашов О.В. (аспірант) «Інформаційні технології моніторингу та реабілітації при нерівномірних інтервалах спостережень» (кер. проф. Скалозуб В. В.).....	32
7. Терлецький І. А. (аспірант) «Інтелектуальна підтримка управління технологічними процесами залізничного транспорту за допомогою класифікації неточних даних» (кер. проф. Скалозуб В. В.).....	33
8. Саєнко А. А. (ПЗ2222) «Покращення цілісності даних в галузі комп'ютерної інженерії та кібербезпеки: переваги технології блокчейн» (кер. доц. Гришечкіна Т. С.)	34
Підсекція «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».....	33
1. Босий О. С. (АВ01-18м) «Система автоматичного управління тепловим режимом кільцевої печі ПАТ «Інтерпайп НТЗ» при збагаченні дуття технологічним киснем» (кер. доц. Михайловський М. В.).....	35
2. Бутенко М. В. (АВ01-18м) «Дослідження та оптимізація системи управління транспортуванням стрижнів дрібносортового прокату секційним рольгангом» (кер. проф. Потап О. Ю.).....	35
3. Долгополов Д. В. (АВ01-18м) «Розробка лабораторного комплексу з дослідження системи регулювання температури із застосуванням ПЛК «Delta» (кер. доц. Зінченко М. Д.).....	36
4. Кравченко М. Є. (АВ01-18м) «Розробка АСУ ділянкою неруйнівного контролю якості труб» (кер. доц. Шибакінський В. І.).....	37
5. Куделя Е. В. (АВ01-18м) «Система автоматичного регулювання рівня розплаву в ковшовому вакууматорі ПАТ «Інтерпайп НТЗ» (кер. доц. Тарасевич І. Г.).....	37

6. Соловйова К. О. (АВ01-18м) «Розробка системи дистанційного керування кроковим двигуном навчальної транспортної лінії» (кер. доц. Рибальченко М. О.)	38
7. Таран Д. О. (АВ901-17м) «Система автоматичного регулювання витрати природного газу у печі типу Мерц» (кер. доц. Маначин І. О.)	39
8. Тихий В. І. (АТ2221) «Комп'ютерне моделювання систем автоматики» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	40
9. Радзіховський К. С. (аспірант) «Визначення надмірного спотворювання сигналів АЛСН за допомогою часово-частотного аналізу» (кер. проф. Гаврилюк В. І.)	41
10. Дубовик А. К. (СК21120) «Розширення функціональних можливостей роботи МСДЦ «КАСКАД»» (кер. доц. Маловічко В. В.)	42
11. Білостоцька Д. О. (СК2221) «Задачі технічного діагностування систем» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	43
12. Гірник А. В. (АТ2221) «Тональні рейкові кола з кодовим розділенням блоку-ділянок» (кер. доц. Гончаров К. В.)	43
13. Маловічко Н. В. (аспірант) «Методи вибору об'єктів контролю для систем діагностування станційних систем централізації на релейній елементній базі» (кер. доц. Рибалка Р. В.)	44
14. Радзіховський К. С. (аспірант), Буряк С. Ю. (докт.) «Інтелектуальні системи моніторингу сигналів в рейкових колах» (кер. проф. Гаврилюк В.І.)	45
15. Білостоцька Д. О. (СК2221) «Вдосконалення систем АПС» (кер. ас. Журавльов А. Ю.)	46
16. Сіроклин Б. Є. (КБ2211), Тимошенко О.С. (АТ2322) «Аналіз використання WEB-інтерфейсу для взаємодії з мікроконтролерами» (кер. старш. викл. Тимошенко Л. С.)	47
17. Кучерява К. М. (АТ2226) «Автоматизація вимірювання електричних та часових параметрів реле залізничної автоматики» (кер. доц. Профатилів В. І.)	48
18. Горбенко В. А. (АТ21120) «Розробка комп'ютерної моделі стрілочного електроприводу з асинхронним двигуном» (кер. проф. Гаврилюк В. І.)	49
19. Приходько Д. Д. (АТ2222) «Математичне моделювання технологічних процесів» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	50
20. Бухреєв Р. І. (АТ23120) «Удосконалення роботи тональних рейкових кіл за рахунок використання методів цифрової обробки сигналів» (кер. доц. Профатилів В. І.)	51
21. Білостоцька Д. О. (СК2221) «Нові сучасні системи для забезпечення руху поїздів» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	52
22. Приходько Д. Д. (АТ2222) «Забезпечення безперебійної роботи рейкових кіл в усіх режимах» (кер. асист. Гололобова О. О.)	53
23. Буряк С. Ю. (к.т.н., доц.) «Відмінності свинцево-кислотних акумуляторів від літій-іонних» (кер. проф. Гаврилюк В. І.)	54
24. Дунь Е. Л. (АТ2111), Тихий В.І. (АТ2221) «Оцінки надійності та якості функціонування електронного обладнання систем залізничної автоматики» (кер. доц. Лагута В. В.)	55
25. Овсянко А. В. (АТ2226) «Автоматизація вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики» (кер. доц. Профатилів В. І.)	56
26. Гололобов Є. С. (АТ21120) «Дослідження спектру фазових струмів стрілочного електроприводу з асинхронним двигуном» (кер. проф. Гаврилюк В. І.)	57
27. Ляховченко Б. В. (СК2111) «Класифікація приводів стрілочних переводів для забезпечення безпеки руху поїздів» (кер. доц. Лагута В. В.)	58

28. Зуб І. Д. (АТ21120) «Дослідження роботи автономного інвертора напруги з ШІМ для живлення асинхронного двигуна на моделі» (кер. проф. Гаврилюк В. І.)	59
29. Приходько Д. Д. (АТ2222), Крупін О.О. (СК2221) «Система дистанційної діагностики рейкових кіл на перегоні» (кер. доц. Профатилів В. І.)	60
30. Костенко К. Л. (СК2011) «Залежність життєвого циклу літій-іонних акумуляторів від температурних умов експлуатації» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	61
31. Гаркуша Е. В. (АТ2011) «Поведінка літій-іонних акумуляторів в умовах перезарядження» (кер. асис. Гололобова О. О.)	62
32. Білостоцька Д. О. (СК2221) «Комп'ютерне моделювання систем автоматики у майбутньому» (кер. доц. Буряк С. Ю.)	63
33. Проценко Л. О. (СК21120) «Дослідження роботи конвертора напруги для сонячної електростанції» (кер. проф. Гаврилюк В. І.)	64
34. Regis Nibaruta (post graduate student), Muhammad Jaseel Ka (post graduate student), «Investigation of reducing electromagnetic interference generated by asynchronous drives of switch machines» (supervisor professor Volodymyr Navryliuk)	65
35. Білоконенко Г. В. (АТ2211) «Застосування двополосників в системах залізничної автоматики. Сучасний погляд» (кер. доц. Сердюк Т. М.)	66
36. Костенко К. Л. (СК2011) «Використання роботехніки в системах залізничної автоматики та зв'язку» (кер. доц. Сердюк Т. М.)	67
Підсекція «Прикладна математика»	68
1. Вискарка М. Ю (ПЗ2321) «Моделювання та аналіз впливу бюджетних доходів на потреби охорони здоров'я» (кер. доц. Михайлова Т. Ф.)	68
2. Бичкова Д. М. (КН01-22) «Використання статистики та теорії ймовірностей в криптоаналізі» (кер. доц. Моня А. Г.)	69
Секція «Матеріалознавство та обробка металів»	70
Підсекція «Прикладне матеріалознавство та термічна обробка»	70
1. Марцинішин В. В. (МВ905-22М) «Дослідження дефектів залізничних коліс, що утворились в умовах експлуатації» (кер. старш. досл. Кононенко Г. А., проф. Дейнеко Л. М.)	70
2. Беспалько О. Р. (МВ01-18М) «Дослідження закономірностей формування структурного стану та механічних властивостей колісної сталі КП-Т ЗА ДСТУ ГОСТ 10791:2006» (кер. проф. Узлов К. І.)	70
3. Бублик О. В. (М-01-18М) «Дослідження впливу термо-деформаційних параметрів пресування на формування структури заготовок із дактильованного білого чавуну» (кер. проф. Миронова Т. М.)	71
4. Цокур М. Р. (МВ901-17М) «Вплив структурних особливостей евтектичної складової на пластичність економнолегованих чавунів» (кер. проф. Миронова Т. М.)	72
5. Книш Н. С. (МВ901-22М) «Особливості структури та механічних властивостей виробів з високоміцної хромистої сталі» (кер. проф. Погребна Н. Е.)	73
6. Кремена Д. М. (МВ901-22М) «Дослідження структури та механічних властивостей бейнітної будівельної сталі після термодформаційного зміцнення» (кер. проф. Погребна Н. Е.)	73
7. Повзло Д. В. (МВ901-22М) «Особливості впливу термічної та термомеханічної обробки на структуру та властивості будівельних сталей» (кер. проф. Погребна Н. Е.)	73
8. Щириков Б. В. (МВ05-18М) «Удосконалення режиму термічної обробки деталей ланцюгового конвеєру на ПрАТ «ДМЗ»» (кер. проф. Перчун Г. І.)	74

9. Шатило М. С. (МВ05-18М) «Удосконалення режиму термічної обробки деталей ланцюгового конвеєру на ПрАТ «ДМЗ»» (кер. проф. Перчун Г. І.).....	75
10. Звірик П. М. (МВ05-18М) «Дослідження технології виробництва дроту з високовуглецевої сталі в умовах поточного агрегату на ПрАТ «Дніпрометиз»» (кер. проф. Перчун Г. І.).....	76
11. Веремчук І. І. (МВ05-18М) «Удосконалення технології термічної обробки кранових коліс зі сталі 65Г» (кер. проф. Перчун Г. І.).....	76
12. Тітух Р. С. (МВ05-18М) «Удосконалення режиму наплавки та термічної обробки деталей засипного апарату доменної печі в умовах ПрАТ «ДНІПРОВАЖМАШ»» (кер. проф. Перчун Г.І.).....	77
13. Вертинський Д. В. (МВ01-18М) «Дресинування гарячекатаного листового прокату із низьковуглецевої сталі» (кер. доц. Котова Т. В.).....	78
14. Волинчук В. О. (МВ01-18М) «Структура та властивості сталі 01ЮТА, призначеної для глибокої витяжки» (кер. доц. Котова Т. В.).....	78
15. Гультьяєв А. С. (МВ901-22М) «Прогнозування та управління структурою і властивостями ультранизьковуглецевих сталей» (кер. доц. Котова Т. В.).....	79
16. Завгородній О. М. (МВ01-18М) «Вплив режимів прокатки на структуру та властивості тонколистової сталі 08пс» (кер. доц. Котова Т. В.).....	80
17. Lapa A. O. (МВ05-18М) «Mathematical modeling of the hardening process of die cubes 510X480X480 made of 5XHM steel in the «TERMOLAB» program» (chief assoc.prof. Romanova N. S.).....	80
18. Cheberiachko D. V. (МВ05-18М) «Modern piston alloys for heavy-loaded internal combustion engines» (chiefs assoc.prof. Romanova N. S, senior lect. Karpova T. P.).....	81
19. Sladkovsky D. S. (МВ05-18М) «Mathematical modeling of the temperature field of heat tratment products» (chiefs assoc.prof. Romanova N.S, senior lect. Kokashinskaya G. V.).....	82
20. Лахтюк В. В., Малий В.С. (МВ01-18М) «Формування структури, фазовий склад та властивості високо хромистого чавуну у литому стані» (кер. доц. Аюпова Т. А., к.т.н. Кравченко Г. В.).....	83
21. Яворський Д. В. (МВ901-22М) «Вплив модифікування на структуру та властивості алюмінієвого сплаву системи Al-Cu-Mg» (кер. доц. Аюпова Т. А., доц. Носко О. А.).....	84
22. Іваненко А. Г. (МВ05-18М) «Термічна обробка штамів гарячого деформування зі сталі 5XHM» (кер. к.т.н. Кімстач Т. В., м.н.с. Сафронова О. А.).....	85
23. Брюк А. О. (МВ05-18М) «Удосконалення режиму термічної обробки пружин плунжерного насосу зі сталі 60С2А» (кер. к.т.н. Кімстач Т. В., м.н.с. Сафронова О. А.).....	85
24. Шкиль Д. Ю. (МВ05-18М) «Вплив режимів термічної обробки на властивості інструменту зі швидкорізальної сталі» (кер. к.т.н. Кімстач Т. В., м.н.с. Сафронова О. А.).....	86
25. Хохлов М. І. (МВ05-18М) «Роль термодинамічного фактору в інтенсифікації процесу сфероїзації цементиту» (кер. асист. Соколенко М. О.).....	86
26. Ковба А. О., Пікула І. І.(УДХТУ) «Фторполімери для вузлів тертя сучасних машин і механізмів» (кер. д. т. н. Кабат О. С.).....	87
Підсекція «Покриття, композиційні матеріали та захист металів»	88
1. Андрусенко І. М. (МЕ10-18м) «Розробка раціональних схем фосфатування сталі для штампування» (кер. доц. Носко О. А.).....	88
2. Онуфрієнко М. М. (МЕ10 – 18м) «Корозійна стійкість сплавів на основі титану після термічної обробки за різними режимами» (кер. доц. Носко О. А., доц.	

Аюпова Т. А.).....	89
3. Поляков Б. А. (МЕ10-18м) «Вплив мікролегування на корозійні властивості сплаву АК7Ч» (кер. доц. Аюпова Т. А., доц. Носко О. А.).....	89
4. Сагайдачний І. О. (МВ01-18м) «Морфологія та дисперсність частинок нікелевого порошку при електролітичному осадженні» (кер. доц. Аюпова Т. А., доц. Головачов А. М., ст. викл. Кушнір Ю. О.).....	90
5. Бардуков О. О. (МЕ10-18м) «Синтез та дослідження антикорозійних властивостей пігментів в системі Fe-Al-Mg-O» (кер. проф. Фролова Л. А.).....	91
6. Тітов О. О. (МЕ10-18м) «Вивчення корозійного руйнування металоконструкцій та механізму захисної дії лакофарбових покриттів» (кер. доц. Біла О. В., доц. Ковзик А. М.).....	92
7. Шиханцова Н. В. (МЕ10-18м) «Захист устаткування і споруджень сільського господарства від корозійних пошкоджень» (кер. доц. Біла О. В.).....	93
8. Бондаренко А. Ю. (МЕ10-18м) «Аналіз та розрахунок технологічних параметрів виробництва нікельованої меблевої фурнітури на основі порошку заліза» (кер. старш. викл. Кушнір Ю. О.).....	94
9. Капуста Е. О. (МЕ10-19м) «Аналіз розробки перспективних матеріалів для захисту трубопроводів» (кер. доц. Голуб І. В.).....	95
10. Москалюк В. С. (ПМ2212) «Дослідження впливу електричного розряду на поверхневу твердість вуглецевої сталі» (кер. проф. Вакуленко І. О.).....	96
Підсекція «Ливарне виробництво».....	97
1. Рибачук А. Д. (МЛ01-18м) «Розрахунок режимів тривалості обігріву прокатних валків з адамітової сталі 170ХНМ» (кер. проф. Хричиков В. Є.).....	97
2. Біліченко В. С. (МЛ01-18м) «Визначення впливу вуглецю на тривалість твердіння чавунних виливків» (кер. проф. Хричиков В. Є.).....	97
3. Захарчук В. О. (МЛ01-18м) «Вплив обігріву дзеркала металу надливу на твердіння верхньої шийки і надливу чавунного прокатного валка» (кер. проф. Хричиков В. Є.).....	97
4. Параконний С. В. (МЛ01-18н) «Дослідження технологічних властивостей екзотермічних холоднотвердіючих сумішей для обігріву фасонних сталевих виливків» (кер. проф. Меньяло О. В.).....	98
5. Гаєвський В. Г. (МЛ03-18) «Розробка технології виготовлення художнього виливка «Мисливський пес» (кер. проф. Меньяло О. В.).....	98
6. Єлісеєв Д. М. (МЛ03-18) «Розробка технології виготовлення виливка з латуні «Стакан для приладдя» (кер. проф. Меньяло О. В.).....	99
7. Рігерт В. С. (МЛ03-18) «Розробка технології лиття іконки «Божа матір» (кер. проф. Меньяло О. В.).....	99
8. Насонов Д. М. (МЛ03-18-М) «Дослідження можливості повторного використання сплаву на основі кобальту для бюгельного протезу» (кер. проф. Іванова Л. Х.).....	100
9. Яровий О. В. (МЛ01-18-М) «Вплив вмісту нікелю на твердість робочого шару двошарових прокатних валків» (кер. проф. Іванова Л. Х.).....	100
10. Адамчук М. С. (МЛ01-18-Мн) «Використання понадатмосферного тиску в надливі при виготовленні крупного сталевго виливка» (кер. проф. Селівьорстов В. Ю.).....	101
11.3 еленський К. А. (МЛ03-18-М) «Аналіз технологічних особливостей стабілізації температури керамічних форм» (кер. проф. Селівьорстов В. Ю.).....	101
12. Шпуй А. С. (МЛ03-18-М) «Аналіз особливостей технологій використання тиску при виробництві литих заготовок» (кер. проф. Селівьорстов В. Ю.).....	102

13. Мелешко Д. В. (МЛ03-18-М) «Дослідження технології виготовлення цільнолитотої коронки» (кер. доц. Білий О. П.).....	103
14. Дуда В. О. (МЛ03-18-М) «Дослідження процесу лиття незнімних протезів» (кер. доц. Білий О. П.).....	104
15. Барильченко А. В. (МЛ01-18-М) «Дослідження гарячоламкості сплавів на основі міді» (кер. доц. Білий О. П.).....	104
16. Белгородський Р. К. (МЛ03-18-М) «Дослідження впливу способів обробки оболонкових форм на їх міцність для прецизійного лиття» (кер. доц. Білий О. П.)	105
17. Ємець Є. В. (МЛ03-18-М) «Аналіз технологічних режимів модифікування алюмінієвого ливарного сплаву АК9 препаратами, які містять сірку та стронцій» (кер. доц. Доценко Ю. В.).....	106
18. Зубов О. Г. (МЛ03-18-М) «Аналіз технологічних факторів виникнення пригару на виливках виготовлених зі сталі» (кер. доц. Доценко Ю. В.).....	106
19. Крупський І. І. (МЛ03-18-М) «Аналіз використання сучасних технологічних рішень при отриманні виливків методом лиття під високим тиском» (кер. доц. Доценко Ю. В.).....	107
20. Шамков О. І. (МЛ03-18-М) «Особливості лиття бюгельних конструкцій зубних протезів» (кер. доц. Хитько О. Ю.)	108
21. Педан К. О. (МЛ03-18-М) «Внутрішньоформенне модифікування валкових чавунів» (кер. доц. Хитько О. Ю.)	108
22. Кольба О.С. (МЛ03-18-М) «Дослідження впливу високодисперсних марганцевмістких матеріалів на властивості фосфатних ХТС стоматологічного литва» (кер. доц. Осипенко І. О.).....	109
23. Антонов О. В. (МЛ03-18-М) «Розробка та дослідження ПСС з використанням бентонітів та домішок українських родовищ для прецизійного литва» (кер. доц. Осипенко І. О.).....	109
24. Вороний О. В. (МЛ01-18-М) «Розробка складів стрижньових залізофосфатних ХТС з використанням відходів збагачення кварцового піску для скляної промисловості» (кер. доц. Усенко Р. В.).....	110
25. Грущак В. Л. (МЛ03-18-М) «Дослідження впливу наповнювачів та зв'язуючих українських родовищ на фізико-механічні та технологічні властивості ПГС» (кер. доц. Осипенко І. О.).....	111
26. Іванова В. Р. (МЛ01-18-М) «Дослідження методів та принципів повторного використання хімічно-тверднучих сумішей» (кер. доц. Осипенко І. О.).....	111
27. Ілюхін Р. А. (МЛ01-18-М) «Аналіз та дослідження впливу складових сумішей та умов їх отвердження на технологічні властивості РСС» (кер. доц. Осипенко І. О.).....	110
28. Лашко Р. Г. (МЛ03-18-М) «Дослідження впливу складових та технологічних факторів на властивості неводних протипригарних покриттів для прецизійного литва» (кер. проф. Реп'ях С. І.).....	112
29. Манейчик В. В. (МЛ03-18-М) «Дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості водних протипригарних фарб для стоматологічних силікатних сумішей» (кер. проф. Реп'ях С. І.).....	113
30. Платонов В. О. (МЛ03-18-М) «Розробка та дослідження впливу високодисперсного силіковмісного матеріалу на властивості формувальних сумішей для ортопедичного литва» (кер. проф. Реп'ях С. І.).....	114
31. Суліман Д. Л., (МЛ 03-18) «Дослідження властивостей гіпсових формувальних сумішей для стоматологічного литва з використанням золи від спалювання лузги» (кер. доц. Мазорчук В. Ф.).....	114

32. Амеліна І. С., (МЛ 03-18) «Оптимізація складу рідкоскляних формувальних сумішей з використанням шихти виробництва карбіду кремнію» (кер. доц. Мазорчук В. Ф.).....	116
33. Кондратов Я. А., (МЛ 03-18) «Дослідження впливу мінеральних добавок на властивості гіпсових сумішей для виготовлення стоматологічного литва» (кер. доц. Мазорчук В. Ф.).....	113
Підсекція «Обробка металів тиском».....	115
1. Кондратьєв А. С. (МЕ07-18-М) «Дослідження впливу параметрів прокатки труб на стані PQF на умови роботи оправки» (кер. проф. Фролов Я. В.).....	115
2. Дерябкін М. О. (МЕ07-18-М) «Дослідження напружено-деформованого стану металу при гарячій прокатці труб в трьохвалковому калібрі» (кер. доц. Бобух О. С.).....	116
3. Цвігун А. В. (МЕ07-18-М) «Дослідження впливу параметрів нерівноканального кутового пресування на енергосилові параметри процесу» (кер. доц. Самсоненко А. А.).....	117
4. Корольов Д. Г. (МЕ07-18-М) «Дослідження процесу прокатки квадратної заготовки на трубозаготовочному стані 900/750-3» (кер. доц. Коноводов Д. В.)....	117
5. Константинов А. О. (МЕ07-18-М) «Дослідження формозміни металу при гарячому профілюванні прямокутних труб поздовжньою прокаткою» (кер. доц. Бояркін В. В.).....	118
6. Сабала В. П. (МЕ13-18м) «Ефективність використання вторинних газів в печах прокатного виробництва» (кер. доц. Ясев О. Г.).....	118
7. Шевченко Д. Д. (МЕ13-18м) «Підвищення енергоефективності прохідних печей прокатного виробництва за рахунок ефективної утилізації теплоти димових газів» (кер. проф. Єрьомін О. О.).....	119
Секція «Інженерна механіка».....	120
Підсекція «Прикладна та інженерна механіка».....	120
1. Різник Є. О. (ІМ01-18М) «Проектування конструкції корпусу робочої кліти агрегату валкової розливки-прокатки» (кер. асист. Бондаренко С. В.).....	120
2. Овчаренко К. Д. (ІМ01-20) «Комп'ютерне моделювання процесу розробки конструкторської документації» (кер. старш. викл. Карабут В. М.)	120
3. Данович О. С. (ІМ01-18М) «Особливості методу обробки титанових сплавів електрошліфуванням» (кер. доц. Негруб С. Л.).....	121
4. Чепур К. М. (ІМ01-18М) «Адитивні технології як етап розробки технологічного процесу виготовлення деталі» (кер. старш. викл. Бончук С. В.).....	121
5. Піскунов С. В. (ІМ01-18М) «Фінішна обробка поверхонь плунжера силового гідравлічного домкрату» (кер. доц. Негруб С. Л.).....	122
6. Константинов О. (ДДАЕУ) «Кінетостатичний аналіз і геометричний синтез зрівноваженого дезаксіального кривошипно-повзунного механізму відчинення воріт для прорізів великої площі» (кер. доц. Погребняк Р. П.).....	123
Підсекція «Теоретична та будівельна механіка»	124
1. Сенік А. П. (ЛГ-11сп) Пушкар О.С. (ЕТ2211) «Проблемні питання в роботі механічного обладнання електровозів» (кер. доц. Баб'як М. О., доц. Недужа Л. О.).	124
2. Лукашик А. Р. (ЛГ-11сп) Сапеску А. Є. (КГ2212) «Використання транспортної задачі для освоєння нових маршрутів» (кер. доц. Баб'як М. О., доц. Недужа Л. О.).	125
3. Лялюк А. М. (ВГ21120) «Вплив зазорів у міжвагонних з'єднаннях на величини поздовжніх зусиль та гальмівних шляхів при різних видах гальмування» (кер. доц. Урсуляк Л. В.).....	126
4. Кістанов О. Д. (ЛГ21120) «Порівняння експлуатаційних характеристик різних	

типів локомотивів» (кер. доц. Урсуляк Л. В.).....	127
5. Таранов К. Д. (МТ2011) «Вибір раціональної форми поперечного перерізу транспортного тунеля» (кер. доц. Костриця С. А.)	128
Підсекція «Галузеве машинобудування»	129
1. Калита О. І. (ПМ2221) «Розробка фізичної моделі багатофункціонального відвала бульдозера для наукових досліджень» (кер. доц. Главацький К. Ц.).....	129
2. Колісніченко О. О. (ПМ2221) «Підвищення вантажопідйомності мостового крана та розробка комплексу траверс» (кер. доц. Главацький К.Ц., старш. викл. Черкудінов В. Е.).....	130
3. Ладчук В. С. (ПМ2221) «Модернізація редуктора для автоматичних трансмісій та методика його розрахунку» (кер. доц. Главацький К. Ц., маг. Біневський М. М.)	131
4. Майстренко Д. С. (ПМ2221) «Розробка фізичної моделі буроущільнювального робочого органу для утворення технологічних порожнин у ґрунті» (кер. доц. Главацький К. Ц.).....	132
5. Марунін О. В. (ПМ2221) «Розробка і дослідження елементів вібраційних систем будівельних машин» (кер. доц. Главацький К. Ц., асист. Брильова М. Г.).....	133
6. Прус Н. В. (ПМ2221) «Дослідження і розробка бульдозерного відвала-ущільнювача» (кер. доц. Главацький К. Ц.).....	134
7. Гроза Є. С. (ПМ2221) «Дослідження динаміки шківів змінного моменту інерції засобами комп'ютерного моделювання» (кер. доц. Куроп'ятник О. С.).....	135
8. Мальцев Д. О. (ПМ2226) «Дослідження впливу форми бічної поверхні робочого органу при формуванні технологічної порожнини у ґрунті» (кер. старш. викл. Посмітюха О. П.).....	136
9. Хапаль Є. В. (ПМ2226) «Підвищення ефективності процесу утворення отворів у переущільнених ґрунтах методом статичного проколу» (кер. старш. викл. Посмітюха О. П.).....	137
10. Плітка Є.І. (ПМ2221) «Визначення зони впливу деформації ґрунту на сусідні комунікації в залежності від форми робочого органу» (кер. старш. викл. Посмітюха О. П.).....	137
11. Подосінов В. О. (ПМ2011) «Розробка начіпного обладнання для розмінування територій з гнучкими робочими органами» (кер. старш. викл. Посмітюха О. П.).....	138
12. Грищенко А. С. (ПМ2011) «Розробка начіпного обладнання для розмінування територій з жорсткими робочими органами» (кер. старш. викл. Посмітюха О. П.)...	138
13. Мозолевський Д. Д (МБ01-21) «Поведінка рідкої сталі при розливанні на МБЛЗ» (кер. проф. Білодієнко С.В.).....	139
14. Кобильський Д. С. (МБ01-228м) «Визначення раціонального часу спрацьовування гідророзподільників у гідросистемі механізму затискання штаби двоконусного розмотувача рулонів теза 159-529» (кер. доц. Мазур І. А.).....	139
15. Карлов А. І. (МБ901-22м) «Дослідження динамічних процесів в гідромеханічній системі пресу колесопрокатного виробництва з різним часом спрацьовування керуючої гідроапаратури» (кер. доц. Мазур І. А.).....	140
16. Гусев Б. С. (МБ01-22м) «Дослідження динамічних процесів в гідромеханічній системі трубопршивного пресу у період розгону та гальмування пршивної траверси» (кер. доц. Толстіков Г. І.).....	141
17. Євсєєнко В. В. (МБ01-22м) «Валкова установка з запобіжними елементами стану хпт – 55» (кер. доц. Толстіков Г. І.).....	142
18. Станкович Д. Г. (УДХТУ) «Проектування насоса окислювача турбонасосного агрегату рідинного ракетного двигуна» (кер. проф. Кабат С.)	142

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ПІДСЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА»

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕДАЧІ КЕРУЮЧИХ ПОВІДОМЛЕНЬ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗАСОБАМИ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

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

Український державний університет науки і технологій

Однією із основних задач є маршрутизація в комп'ютерній мережі залізничного транспорту, зокрема організація передачі керуючих повідомлень, що потребує створення мінімального остовного дерева, та побудова якого можлива на основі відомих алгоритмів знаходження найкоротшого шляху, зокрема алгоритму Крускала. Але за умови різких змін інтенсивності мережевих потоків трафіків доцільно для організації маршрутизації використання засобів нейронної мережі, що підтверджує актуальність даної теми. Виконаний огляд нейронних мереж щодо організації маршрутизації в комп'ютерних мережах, до цього переліку можна віднести: мережу Хопфілда; машину Больцмана; MLP (Multi Layer Perceptron); RBF (Radial Basis Function Network); SOM (Self Organizing Maps), а також нейронечітку мережу ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System). Доцільно комп'ютерну мережу залізничного транспорту представити у якості графа, кожне ребро якого має певну вагу, наприклад, пропускну спроможність каналів, втрати на лінії, доступність сервісу, затримку на маршрутизаторах та ін. Для вирішення поставленої задачі був обраний MLP, конфігурація якого пов'язана зі структурою комп'ютерної мережі залізничного транспорту, та створений в системі MatLAB за допомогою пакета Neural Network Toolbox. Проведено навчання (Training), тестування (Testing) та валідація (Validation) MLP з використанням відповідних вибірок: навчальної; тестувальної та контрольної. Для створеного MLP визначені його оптимальні параметри (кількість прихованих нейронів, тип функції активації нейронів, алгоритм навчання та довжина вибірки) на основі аналізу середньоквадратичної похибки (Mean Squared Error, MSE) та кількості епох навчання.

ВИЯВЛЕННЯ АТАК КАТЕГОРІЇ U2R НА КОМП'ЮТЕРНУ МЕРЕЖУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗАСОБАМИ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Мостинець В. Л., керівник доц. Пахомова В. М.

Український державний університет науки і технологій

У потужних інформаційних системах, зокрема в інформаційно-телекомунікаційній системі (ІТС) залізничного транспорту з'являється проблема великого обсягу мережевого трафіку, яка пов'язана з тим, що трафік постійно змінюється. Для підвищення ефективності виявлення ситуацій, що пов'язані з можливими вторгненнями в комп'ютерні мережі, які складають основу ІТС залізничного транспорту, на сучасному етапі доречно використання нейромережної технології, що підтверджує актуальність теми. Суть категорії U2R (User to Root) - отримання зареєстрованим користувачем привілеїв адміністратора. Відомо, що до мережевої категорії U2R надходять наступні мережеві класи атак: Buffer_overflow; Loadmodule; Perl; Rootkit. Виконаний огляд нейромереж щодо виявлення мережевих атак: MLP (Multi Layer Perceptron); RBF (Radial Basis Function Network); SOM (Self Organizing Maps); ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System). У якості

методу дослідження використаний математичний апарат багат шарового перцептрон, що створений за допомогою пакету Neural Network Toolbox системи MatLAB для виявлення мережевих класів атак. Для створення вибірок (навчальної, тесту вальної та валідаційної) використана відкрита база даних NSL-KDD з параметрами мережевого трафіку. На створеній нейронній мережі проведено дослідження похибки та часу навчання нейронної мережі від довжини вибірки за різними алгоритмами навчання: Levenberg-Marquardt; Bayesian Regularization; Scaled Conjugate Gradient при різній кількості прихованих нейронів.

**ПЛАНУВАННЯ БЕЗДРОВОЇ МЕРЕЖІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ
ТРАНСПОРТІ З ВИКОРИСТАННЯМ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ**
Салогуб М. В., керівник доц. Пахомова В. М.
Український державний університет науки і технологій

Бездротова мережа – це об’єднання комп’ютерів та інших пристроїв між собою для обміну інформацією без використання дротів, з’єднання виконується за рахунок радіоканалів. Встановлення бездротової мережі на залізничному транспорті необхідно, коли розгортання кабельної системи є неможливим або економічно недоцільним, що підтверджує актуальність теми даної роботи. Огляд наукових джерел показав, що планування бездротової мережі можна виконати на основі використання багатоагентних методів інтелектуальної оптимізації: мурашиного методу; бджолиного методу та ін. У якості методу дослідження для планування бездротової мережі на залізничному транспорті використана елітна стратегія мурашиного алгоритму. У загалі мурашиний алгоритм використовують для вирішення складних завдань оптимізації, зокрема календарного планування, маршрутизації транспорту, розподілу ресурсів. Завдяки точній математичній моделі мурашиний алгоритм хоч і не є детермінованим, але піддається ефективному моделюванню з використанням таких мов програмування: Python, Pascal, C++, JavaScript. У якості програмної реалізації обрана мова JavaScript з широким спектром сучасних стандартних засобів. Створено програму, вхідні дані якої: об’єкт залізничного транспорту, що розглядається (координати вакантних місць); параметри бездротової мережі (максимальний радіус покриття, максимальна кількість клієнтів базової станції); параметри мурашиного алгоритму (кількість звичайних та елітних мурах, кількість феромону та ін.). Якість отриманих рішень значно залежить від вибору параметрів мурашиного алгоритму. На створеній програмі проведено дослідження параметрів мурашиного алгоритму.

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАТРИМКИ НА МАРШРУТИЗАТОРІ КОМП’ЮТЕРНОЇ
МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗАСОБАМИ
НЕЙРОНЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ**
Хрестян А. В., керівник доц. Пахомова В. М.
Український державний університет науки і технологій

У якості вхідних даних були використані значення затримок на маршрутизаторі в комп’ютерній мережі залізничного транспорту. Проведений розрахунок показника Херста з метою визначення можливості розгляду масиву значень затримок на маршрутизаторі у якості персистентного часового ряду, який характеризується ефектом довгочасної пам’яті. Відомо, що класичний метод Херста має ряд недоліків, серед яких неможливість обчислення показника в реальному масштабі часу при значному зростанні обсягу обчислення, що підтверджує актуальність даної теми. Однак задача прогнозування затримки на маршрутизаторі комп’ютерної мережі залізничного транспорту може бути вирішена також з використанням нейромережної технології.

Огляд нейронних мереж щодо прогнозування параметрів та характеристик показав можливість використання наступних нейронних мереж: багатошарового перцептрон (Multi Layer Perceptron, MLP), радіально-базисної мережі (Radial Basis Function Network, RBF), узагальнено-регресійної мережі (General Regression Neural Network, GRNN), мережі Вольтера, мережі Елмана та нейронечіткої мережі (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS). Для знаходження розв'язки задачі прогнозування часового ряду затримки на маршрутизаторі комп'ютерної мережі залізничного транспорту обрана нейронечітка мережа, яка створений в системі MatLAB за допомогою додатку Fuzzy Logic Toolbox. Проведено навчання (Training), тестування (Testing) та валідація (Validation) нейронечіткої мережі з використанням відповідних вибірок: навчальної, тестувальної та контрольної. Для створеної ANFIS визначені її оптимальні параметри (кількість термів, тип функції приналежності нейронів, метод оптимізації алгоритму навчання та довжина вибірки) на основі аналізу похибки та часу навчання нейронечіткої мережі.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВІДЕОАНАЛІТИКИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПІДРАХУНКУ СТУДЕНТІВ В АУДИТОРІЇ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ
Жуковець О. О., керівник старш. викл. Івін П. В.
Український державний університет науки і технологій

У сучасному світі інформаційних технологій, розробка систем відеоаналітики стає дедалі більш актуальною та важливою. Зокрема, в контексті освіти, застосування машинного зору та аналізу відеоданих може значно покращити якість та ефективність навчання. Наш проект "Розробка системи відеоаналітики для виявлення та підрахунку студентів в аудиторії в режимі реального часу" направлений на створення такої системи, яка має на меті полегшити процес виявлення та обліку студентів в аудиторіях. Ця система відкриває нові можливості для поліпшення навчальних процесів, забезпечуючи точну інформацію про присутність студентів, та робить навчання більш ефективним як для викладачів, так і для студентів.

В роботі проведено аналіз різних методів та інструментів для розробки системи відеоаналітики в режимі реального часу. Було розглянуто альтернативні підходи, такі як використання різних алгоритмів та різних моделей комп'ютерного зору. В результаті цього аналізу було вибрано оптимальний спосіб реалізації, який включає інтеграцію навченої моделі «YOLOv3» з системою для забезпечення виявлення об'єктів на відео в реальному часі. Яка має відкритий вихідний код, що дозволяє дослідникам та розробникам вносити покращення і адаптувати модель до своїх потреб.

Розроблена система відеоаналітики для виявлення та підрахунку студентів в аудиторії в режимі реального часу використовує передові алгоритми комп'ютерного зору та глибокого навчання. Для розробки було обрано мову програмування «Python». Система аналізує та оброблює вхідний відеопотік в режимі реального часу, зберігає дані про присутніх осіб, їхні координати, аналізує та виводить результат в зручному для подальшого використання, наприклад, копіювання до журналу обліку студентів, вигляді.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ WI-FI
Олійник К. О., керівник проф. Жуковицький І. В.
Український державний університет науки і технологій

З розвитком технологій все більшої популярності набуває використання бездротових мереж Wi-Fi. Для підготовки кваліфікованих фахівців у цій галузі необхідно розробити комплекс лабораторних робіт, що дозволить студентам дослідити основні механізми роботи таких мереж. Поставлено завдання щодо розробки лабораторних робіт з вивчення принципів побудови та функціонування Wi-Fi мереж,

механізмів безпеки та шифрування даних, налаштування обладнання і програмного забезпечення. Серед ключових тем: дослідження стандартів 802.11a/b/g/n/ac, налаштування точок доступу і клієнтських пристроїв, сканування та аналіз мережі, вивчення протоколів безпеки WPA і WPA2. Розробка такого навчального комплексу дає студентам такі переваги: практичні навички роботи з Wi-Fi мережами; можливість глибше зрозуміти принципи побудови та функціонування складних бездротових мереж; знання методів аналізу, діагностики та вирішення проблем в роботі Wi-Fi мереж; підготовка до реальних задач, які вирішують інженери при розгортанні та обслуговуванні бездротової інфраструктури, розуміння перспектив та тенденцій розвитку мережевих технологій. Саме тому актуальний комплекс лабораторних робіт щодо дослідження бездротової мережі Wi-Fi є важливим та корисним інструментом для навчання студентів.

Полігоном для реалізації такого комплексу лабораторних робіт плануються лабораторії кафедри ЕОМ, де є майже все обладнання для досліджень: комп'ютери, точки доступу. Щодо приймачів Wi-Fi, то комп'ютерний клас, обладнаний такими приймачами було закуплено під час участі нашого університету в одному з міжнародних проектів TEMPUS.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ПО ДОСЛІДЖЕННЮ МЕХАНІЗМІВ ЗАХИСТУ МЕРЕЖІ WI-FI

**Компанієць В. В., керівник проф. Жуковицький І. В.
Український державний університет науки і технологій**

З розвитком сучасних технологій мережі Wi-Fi стали необхідністю, що забезпечує зв'язок та доступ до інформації в сучасному світі. Ці бездротові мережі стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, дозволяючи нам підключати пристрої та обмінюватися даними зі зручністю та мобільністю, яку важко переоцінити. Проте, разом із зростанням популярності та важливості мереж Wi-Fi, збільшилася і загроза їхній безпеці. Нестача належного захисту може призвести до небажаного доступу, витоку конфіденційної інформації та серйозних кібератак. Тому розробка комплексу лабораторних робіт для дослідження механізмів захисту мереж Wi-Fi є актуальною та важливою задачею в сучасному цифровому світі. Актуальність нашої роботи підкреслюється зростаючими обсягами даних, які передаються через бездротові мережі, і залежністю суспільства від безпеки цих мереж. З кожним новим підключеним пристроєм та розширенням покриття Wi-Fi, ризики стають ще більшими. Кіберзлочинці розвивають все більш схитрі та складні методи атак, і тільки ретельна підготовка та вивчення механізмів захисту може забезпечити ефективний контроль над безпекою мереж Wi-Fi. Зараз вже немає сумніву, що забезпечення безпеки мереж Wi-Fi є завданням першочергового значення, і ця тема заслуговує на нашу увагу і розвідку. Метою є розробка комплексу лабораторних робіт, спрямованих на вивчення та аналіз механізмів захисту мереж Wi-Fi. Ми прагнемо створити набір практичних завдань, які дозволять студентам і фахівцям у сфері інформаційної безпеки краще зрозуміти сутність проблем безпеки мереж Wi-Fi і виявляти їх вразливості. Дослідження буде спрямоване на розвиток практичних навичок і компетентностей, необхідних для забезпечення безпеки в бездротових мережах.

Перш за все було вирішено, що необхідно ознайомити студентів з протоколом 802.11i, в якому визначено використання аутентифікації на основі попередньо встановлених ключів (PSK) та аутентифікації на основі стандарту IEEE 802.1X. Далі з механізмами забезпечення конфіденційності та цілісності даних, для чого

використовуються протоколи TKIP та CCMR. Також з набором функцій для забезпечення безпеки бездротових мереж, які визначені у програмі сертифікації WPA/WPA2. У WPA для забезпечення конфіденційності даних використовується протокол TKTP, у WPA2 – протокол PCMR.

АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ВАРІАНТІВ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ БЕЗПАПЕРОВОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Мельник І. М., керівник проф. Жуковицький І. В.

Український державний університет науки і технологій

У процесі спільної праці людей, формалізація та фіксація їх дій та подій відбувається за допомогою різноманітних документів. Документи створюються миттєво чи поступово доповнюються інформацією протягом деякого часу. Все це входить в систему документообігу та управління документами, що склалася у нашому суспільстві вже давно. Проте, кількість цих документів постійно зростає. За статистичними даними, обсяг корпоративної електронної текстової інформації подвоюється кожні три роки. Ця тенденція призводить до збільшення кількості паперових документів, що ускладнює подальшу роботу з ними. У результаті, це призвело до створення великої кількості різних архітектурних рішень для системи електронного документообігу. Але, не дивлячись на кількість різновидів архітектури, ключовим аспектом залишається забезпечення інформаційної безпеки електронних документів.

Як відомо, для вирішення цієї проблеми необхідно одночасно забезпечувати доступність, цілісність та конфіденційність інформаційних ресурсів. У результаті аналізу відомих рішень, було виявлено, що для забезпечення безпеки електронного документообігу підходить технологія Public Key Infrastructure (PKI), яка забезпечує всі вище перераховані вимоги.

Ця технологія використовує цифрові сертифікати для ідентифікації та реєстрації користувачів в рамках PKI. Ці сертифікати повинні бути підтвержені довіреною стороною, яка гарантує їхню автентичність, та відкриті ключі повинні бути загальнодоступними. Цією довіреною стороною є Центр Сертифікації Ключів (ЦСК).

ЦСК встановлює політику, яку повинні дотримуватися всі учасники системи, і відповідає за перевірку даних користувачів та видачу довірених сертифікатів. У рамках PKI також існують інші обов'язкові компоненти, такі як кореневий ЦСК, репозиторій сертифікатів та списків відкликаних сертифікатів, а також клієнти ЦСК. Опціонально можуть бути використані інші компоненти, такі як реєстраційний центр та архів сертифікатів.

Проте важливо зазначити, що лише розгортання інфраструктури відкритих ключів всередині організації не є достатнім. Для того, щоб цифровий підпис мав юридичну силу та був рівнозначним письмовому підпису, він повинен відповідати законодавству. Українське законодавство передбачає, що Центри Сертифікації Ключів, які відповідають всім вимогам закону, можуть бути сертифіковані та юридично визнані. Тому ці вимоги слід враховувати при проектуванні системи електронного документообігу та інфраструктури PKI в організації.

ТЕХНОЛОГІЯ VLAN, ЇЇ ВПЛИВ НА МЕРЕЖУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НА ОБЛАДНАННІ КАФЕДРИ ЕОМ

**Іванченко Д. В., керівник проф. Жуковицький І. В.
Український державний університет науки і технологій**

Технологія Virtual LANs (VLANs) є важливим інструментом у сучасних мережевих рішеннях. Однією з ключових переваг є можливість логічного поділу однієї фізичної мережі на віртуальні сегменти, які можуть існувати незалежно один від одного. Технологія VLAN включає в себе створення окремих віртуальних мереж з використанням мережевого обладнання. Ця ізоляція дозволяє: підвищити безпеку: Наприклад, розділити мережу на частини для різних департаментів чи груп користувачів і обмежити доступ між ними; ефективно керувати трафіком. За допомогою VLAN можна керувати потоками даних в мережі, встановлюючи правила фільтрації і обмежуючи трафік, який проходить через мережу.

Додаткові переваги VLAN: зменшення заторів. Локальна ізоляція трафіку дозволяє уникнути заторів, що можуть виникнути при великій кількості пристроїв у мережі. Покращена масштабованість: VLAN дозволяє легко розширювати мережу шляхом додавання нових віртуальних сегментів.

На кафедрі ЕОМ, використання технології VLAN може бути особливо корисним: Організація окремих мереж: кафедра може створити окремі віртуальні мережі для викладачів, студентів і адміністративного персоналу. Це дозволить кожній групі працювати відокремлено одна від одної, забезпечуючи безпеку та продуктивність; Дослідження і розробки: VLAN може бути використаний для ізоляції трафіку для досліджень і експериментів, що проводяться на кафедрі. Це дозволяє забезпечити надійність та безпеку мережевих даних в таких проектах.

СТВОРЕННЯ ВЕБ-САЙТІВ: ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ

**Трегуб І. О., керівник доц. Єгоров О. Й.
Український державний університет науки і технологій**

Веб-сайти стали необхідною складовою сучасного життя, надаючи доступ до інформації, товарів та послуг у будь-який час і в будь-якому місці. Важливість веб-сайтів для організацій полягає в можливості підвищення власного обсягу впливу та розширення аудиторії клієнтів та користувачів. Веб-сайти стали критичним інструментом для навчальних закладів, забезпечуючи доступ до навчального матеріалу та інформації для студентів та викладачів.

Створення веб-сайту починається з детального проектування і розробки прототипу, який служить основою для подальших етапів. Використання препроцесорів і мов програмування, таких як Pug, SCSS та JavaScript, відкриває можливості для створення інтерактивних інтерфейсів та додаткової функціональності. Тестування та оптимізація грають критичну роль у забезпеченні працездатності та продуктивності веб-сайту, а також забезпеченні відповідності стандартам якості. Успішне завершення проекту створення веб-сайту-візитки вимагає дотримання графіку та вирішення несподіваних викликів розробки.

РОЗРОБКА ВЕБ-САЙТУ НАУКОВОГО ГУРТКА КАФЕДРИ ПІД НАЗВОЮ «ІТЕАМ»

Ульянченко Д. С., керівник доц. Єгоров О. Й.

Український державний університет науки і технологій

В сучасному світі інформаційних технологій веб-сайти стали ключовим інструментом для комунікації та обміну інформацією. Розробка веб-сайту для гуртка "ITeam" надає можливість студентам та членам гуртка ефективно обмінюватися інформацією про їхню діяльність та досягнення. Ведення блогу дозволить публікувати новини, аналізи, та статті на актуальні теми, що сприятиме збагаченню знань та розширенню обізнаності учасників гуртка.

Один із можливих способів реалізації проекту - використання готових CMS(Content Management System), таких як WordPress або Joomla. Вони мають велику спільноту та велику кількість плагінів, що полегшує розробку та підтримку сайту.

Розробка власного веб-додатка дозволить повністю контролювати функціональність та дизайн сайту. Використання таких технологій, як HTML, CSS, JavaScript та фреймворки, такі як React або Angular, може забезпечити високу гнучкість. Було вирішено та узгоджено з викладачем використовувати WordPress для реалізації сайту.

Реалізація цієї практичної роботи спрямована на створення платформи для ефективного комунікації, обміну знаннями та архівування важливої інформації для членів гуртка "ITeam".

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Сливець О. Д., Русакевич С. Р., Ходосевич Д. О., керівник старш. викл.

Тимошенко Л. С.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні технології організації мобільного зв'язку включають в себе різні аспекти, які дозволяють ефективно та надійно забезпечувати зв'язок між мобільними пристроями. Найперспективнішими технологіями, що використовуються в сучасних мобільних мережах є впровадження мережі 5G, використання хмарних мереж та їх віртуалізація, розширення мобільних послуг та додатків і найголовніше безпека мобільного зв'язку.

П'ята генерація мобільних мереж (5G) представляє собою найновіший стандарт мобільного зв'язку, який забезпечує надзвичайно високу швидкість передачі даних, низький латентний час та підтримку великої кількості підключених пристроїв. 5G також працює в різних частотних діапазонах, що розширює покриття та надає можливість для застосування в різних областях, включаючи мобільний Інтернет, Інтернет речей, автономні автомобілі та інше.

Організації мобільного зв'язку використовують хмарні та крауд-комп'ютерні рішення. Хмарні рішення часто надають можливість автоматичного резервного копіювання і відновлення даних. Але робота з хмарними та крауд-рішеннями вимагає постійного підключення до Інтернету. Великі обсяги даних, що зберігаються або передаються через хмарні послуги, можуть призвести до високих витрат на пропуску здатність та зберігання даних. Що є недоліком використання хмарних технологій.

Віртуалізація мережі це технологія, яка дозволяє розділити фізичну мережу на віртуальні компоненти. Основні переваги віртуалізації мережі мобільного зв'язку включають: масштабованість, гнучкість, швидкість впровадження та зменшення витрат

на обслуговування. Незважаючи на переваги, віртуалізація мережі мобільного зв'язку також має свої виклики і питання, такі як управління віртуальними ресурсами та безпека віртуальних.

З огляду на зростаючу кількість загроз кібербезпеки, розробники мобільних мереж роблять акцент на вдосконаленні захисту даних та забезпеченні конфіденційності та цілісності інформації. Мережі для підключених пристроїв та Інтернет речей стають все більш важливими. Вони дозволяють підключати різні сенсори, датчики та пристрої для збору та обміну даними.

З розвитком мобільних технологій виникають нові можливості для розробки інноваційних додатків та сервісів, які полегшують життя користувачів і дозволяють здійснювати різні операції за допомогою мобільних пристроїв. Розробка високоякісного мобільного додатка може бути витратною та довготривалою процедурою. Мобільні додатки можуть ставити питання щодо безпеки та конфіденційності даних користувачів. Деякі функції можуть бути обмежені на певних мобільних платформах або операційних системах. Ринок мобільних додатків дуже конкурентний, і не завжди легко виділитися серед інших додатків. Потрібно забезпечувати регулярні оновлення та підтримку, щоб додаток був сумісним з новими пристроями та ОС.

Можна зробити висновок, що недоліками сучасного мобільного зв'язку є обмежене покриття, вартість, обмежену пропускну здатність, проблеми з конфіденційністю та безпекою, вплив на здоров'я, енергоефективність та залежність від інфраструктури. Попри вищезазначені недоліки традиційний мобільний зв'язок залишається домінуючим гравцем на ринку зв'язку, але з появою сучасних технологій він може втратити своє лідерство і конкурентну перевагу.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СТАНДАРТАІВ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Янов М. В., Косяк М. О., керівник старш. викл. Тимошенко Л. С.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток мобільного зв'язку є надзвичайно швидким та інноваційним процесом, який суттєво вплинув на спосіб, яким ми спілкуємося, працюємо та навчаємось. На сьогоднішній день існують кілька сучасних стандартів мобільного зв'язку, які використовуються по всьому світу. Ось деякі з них:

4G LTE (четверте покоління Long-Term Evolution). Характеризується швидкістю передачі даних (до 1 Гбіт/с), підтримкою IP-телефонії, стрімінг відео та мобільного Інтернету. Застосовуються в сучасному мобільному зв'язку для голосу та даних.

5G (п'яте покоління). До основних характеристик можливо віднести високу швидкість передачі даних (до 10 Гбіт/с), низьку затримку (1 мс), велику кількість пристроїв на одну базову станцію (до 1 млн) та підтримка IoT. Застосовується в мультимедіа, розширеній реальності (AR), віртуальній реальності (VR), автономних автомобілів, медицині та дистанційних послугах. Поки що розгортання 5G мереж вимагає великих інвестицій в нове обладнання та технології, що може підвищити вартість послуг для користувачів. Покриття 5G обмежене районами великих міст, що може призвести до нерівності в доступі до цього стандарту. Високочастотні міліметрові хвилі, використовувані в 5G, не переходять через перешкоди і мають обмежений діапазон, що може вимагати більшої кількості базових станцій. 5G має коротший діапазон дії в порівнянні з попередніми поколіннями, що означає більшу кількість базових станцій і трансмітерів для покриття. Також деякі версії 5G можуть

вимагати більше енергії з батареї пристроїв, що може скоротити їхню автономію. Швидкість передачі даних може збільшити ризик витоку конфіденційної інформації та зробити мережі більш вразливими до кібератак.

6G (шосте покоління). Основною метою 6G є створення ще більш швидкого, потужного та інноваційного мобільного зв'язку. Попередньо розгортання 6G може відбутися приблизно в середині 2030-х років. Розгортання 6G мереж вимагатиме значних інвестицій в інфраструктуру. Більш потужні мережі 6G можуть вимагати більше енергії. Важливо враховувати можливість впливу 6G на інші радіочастотні послуги та служби. Інтернет речей, збільшується потенціальна загроза безпеці та конфіденційності даних. Велика кількість антенних систем та більші частоти можуть вимагати нових рішень для покриття та інфраструктури. Наявність попередніх поколінь мобільного зв'язку, таких як 5G, створює виклики щодо сумісності та співіснування мереж. Стандартизація та регулююча політика можуть впливати на швидкість та спосіб впровадження 6G. Розгортання 6G також вимагатиме розв'язання соціальних та етичних питань, пов'язаних з використанням високошвидкісних мереж у суспільстві. Враховуючи ці потенційні недоліки, розробники та регулюючі органи повинні працювати над забезпеченням успішного впровадження 6G з урахуванням найкращих практик та безпеки.

Можемо зробити висновок, що стандарти розвиваються, сприяючи покращенню якості мобільного зв'язку та розширенню можливостей мобільних пристроїв. 5G на сьогоднішній день вважається найбільш передовим інноваційним стандартом, здатним надавати високу швидкість та низьку затримку для різних застосувань, включаючи Інтернет речей, AR і VR, індустрію та медицину.

СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ LSB

Дверіс О. Е., керівник доц. Остапець Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Стеганографія – спосіб передачі чи зберігання інформації з урахуванням збереження у таємниці самого факту такої передачі (зберігання). Стеганографія приховує факт існування таємного повідомлення. Як правило, повідомлення виглядатиме як щось інше, наприклад, як зображення, стаття, список покупок, лист і т.і. Крім того, іноді додатково використовують шифрування повідомлення. Криптографія захищає зміст повідомлення, а стеганографія - сам факт наявності будь-яких прихованих послань від викриття.

Існує три основні групи методів стеганографії: класична, комп'ютерна та цифрова.

До класичної стеганографії відноситься використання симпатичних чорнил. Комп'ютерна стеганографія заснована на особливостях комп'ютерних форматів зберігання інформації та є напрямком класичної стеганографії. Прикладом цифрової стеганографії є приховування повідомлення у зображенні з використанням молодших бітів кожного кольорового компонента.

В роботі обрано цифровий напрям. Програма, що розробляється, приховує таємне повідомлення у зображенні формату BMP з використанням методу LSB. Пароль використовується для отримання ключа, за допомогою якого повідомлення шифрується перед приховуванням.

ПРОГРАМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ БЛОКОВОГО ШИФРУ «КАЛИНА»

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

Український державний університет науки і технологій

Шифр «Калина» – це український стандарт блокового шифрування. Він описаний у національному стандарті України ДСТУ 7624:2014. Сам шифр є одним із сучасних криптографічних алгоритмів, який вирізняється високим ступенем захищеності і використовується в різних сферах для забезпечення конфіденційності та цілісності даних, а також для забезпечення автентифікації та авторизації. Блок даних у «Калині» складається з 128, 256 або 512 бітів, що робить його міцним у відношенні до атак перебору ключем. Алгоритм шифрування «Калина» є ітеративним та включає в себе як початкову, так і завершальну рандомізацію та два різних ітеративних послідовних шифрувальних перетворення. Структура алгоритму аналогічна структурі AES, вона забезпечує хороше розсіювання та перемішування.

В роботі пропонується розробити навчальну версію програми, за допомогою якої можна виконати покрокову демонстрацію студентам шифрування та дешифрування блоку даних, а також контроль отримання ними відповідних знань.

ГЕНЕРАТОР ДІЙСНО ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ

Савельєв Д. Є., керівник доц. Остапець Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Генерація випадкових чисел є невід'ємною складовою сучасного інформаційного світу та відіграє важливу роль у різних аспектах нашого життя. Цей процес не тільки сприяє розвитку наукових досліджень, але і має безпосередній вплив на технологічний прогрес і сфери, такі як криптографія, статистика, ігрова індустрія, медицина, фінанси та багато інших. Однак генерація дійсно випадкових чисел є складною задачею. Через те, що генерування на комп'ютері відбувається на основі вже визначених алгоритмів з'являються псевдовипадкові числа, які отримуються за допомогою спеціальних алгоритмів, що вибирають початкові значення, «зерно», щоб створити послідовність чисел, яка має властивість випадковості. Генератори справжніх випадкових чисел, або ГСВЧ, витягують випадковість із фізичних явищ: шумові джерела, квантова неоднорідність, випромінювання ядерних розпадів. ГСВЧ є важливим у сферах, де треба великий ступінь випадковості і надійності, в таких, як криптографія і статистичні дослідження. Генератори справжніх випадкових чисел значно відрізняються від генераторів псевдовипадкових своєю швидкістю генерації числа, і вони є недетермінованими, тобто дана послідовність чисел не може бути відтворена, хоча в деяких випадках недетермінованість може забезпечити безпеку при шифруванні, і зловмисник не зможе її відтворити.

СТЕГАНОГРАФІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНИХ КОНТЕЙНЕРІВ

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

Український державний університет науки і технологій

Стеганографія є розділом науки, яка зосереджується на засобах приховування секретної інформації під час її передачі та зберігання. Стеганографія відрізняється від криптографії тим, що головна увага спрямована на приховуванні факту наявності конфіденційної інформації, а не лише на її шифруванні. Стеганографія використовується для захисту інформації та вирішення завдань автентифікації, захисту від нелегального копіювання і відстеження поширення інформації в сучасному світі, де

доступ до цифрових даних став легким і швидким завдяки глобальним комп'ютерним мережам. Для приховування повідомлень в графічних контейнерах відомі наступні методи:

- Метод заміни найменш значущого біта, що полягає у зміні молодших бітів контейнера на біти повідомлення.
- Приховування даних у просторі множини зображень (блокове приховування, метод квантування, метод «хреста»).
- Приховування даних у частотній множині зображень (метод Коха – Жао та його модифікації, метод Хсу – Ву та метод Фрідріх).
- Приховування даних у нерухомих зображеннях за допомогою методів розширення спектра.

АВТЕНТИФІКАЦІЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

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

Український державний університет науки і технологій

Одним із найважливіших аспектів цифрової безпеки є використання алгоритмів автентифікації. Автентифікація за допомогою одноразових паролів у мобільних додатках є критично важливою та актуальною темою в нашому сучасному цифровому світі. Порушення кібербезпеки можуть призвести до значних фінансових втрат та крадіжки особистих даних, що робить необхідним впровадження заходів безпеки. Застосування мобільних додатків для автентифікації відкриває перед нами безліч можливостей та викликів. Автентифікація за допомогою одноразових паролів (ОТР - One-Time Password) є популярним методом забезпечення безпеки в мобільних додатках і онлайн-сервісах. Основна ідея полягає в тому, що користувач отримує унікальний пароль, який можна використовувати лише один раз, для підтвердження своєї особи під час входу до системи чи здійснення важливих операцій. Переваги використання ОТР у мобільних додатках включають високий рівень безпеки, оскільки ОТР дійсний лише обмежений час і не може бути використаний після цього терміну. Крім того, цей метод може бути додатково захищений PIN-кодом чи відбитком пальця, що робить його ще безпечнішим. Однак варто пам'ятати, що безпека ОТР також залежить від захисту самого мобільного пристрою користувача і каналу передачі даних. Тому важливо вживати додаткові заходи безпеки, такі як шифрування, використання безпечних каналів комунікації і регулярне оновлення додатків.

СТЕГАНОГРАФІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕКСТОВИХ ФАЙЛІВ-КОНТЕЙНЕРІВ

Хом'як Р. М., керівник доц. Остапець Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Текстові контейнери використовувались для приховування повідомлень ще з середньовіччя. Основний принцип текстової стеганографії в наш час стоїть на ідеї приховування додаткових бітів в текстовій інформації, для прикладу в форматах .txt, .rtf, .docx, .pdf і т.п. Хоча, порівняно з аудіо і відео контейнерами, в тексті обмежена кількість надлишкової інформації, але все ж існують методи здатні використовувати й такий об'єм. Дані методи розділяють на декілька підгруп: методи перекручування формату тексту, синтаксичні та семантичні методи. Серед методів перекручування формату тексту є метод який використовує пропуски після символів кінця речення, як біти прихованої інформації. Є метод базований на пропусках між словами, попри те що користувач може здійснити вирівнювання тексту, для цього методу створено окремий

метод декодування. Синтаксичні методи використовують в своїй основі наявність деяких сполучників або їх відсутність. Також існує синтаксичний метод зі зміною стилю мовлення, проте потрібно враховувати специфіку тексту та аудиторію. Семантичні методи ґрунтуються на таблицях синонімів, і чим більше у слова синонімів тим більше можна закодувати біт інформації одним словом.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ПОРІВНЯННЯ ПРОФІЛІВ КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ

Ярьоменко Д. О., керівник доц. Остапець Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Клавіатурний почерк – це біометрична характеристика кожної людини, заснована на його унікальному стилі натискання клавіш. Візуалізація та аналіз даних профілів клавіатурного почерку дозволять проводити моніторинг поведінки користувачів. На основі проведеного аналізу даних відбувається ідентифікація та автентифікація користувача. Збір даних для аналізу – це початковий етап, що передбачає використання спеціального програмного комплексу, який записує часові інтервали між натисканнями клавіш, коди клавіш та інші характеристики введення користувача. Далі відбувається попередня обробка даних. Перед аналізом з даних видаляється шум, нормалізуються часові інтервали та виділяються ключові ознаки. Ці ознаки можуть містити середні часові інтервали, стандартне відхилення, розподіл інтервалів та інші статистичні характеристики. Візуалізація даних допомагає краще зрозуміти структуру і відмінності між профілями клавіатурного почерку. Візуалізація даних здійснюється за допомогою графіків, діаграм розсіювання і гістограм. Для виявлення подібностей і відмінностей між профілями можна використовувати класифікацію або кластеризацію даних. Аналіз клавіатурного почерку може бути використано для моніторингу поведінки користувача або ідентифікації та автентифікації користувачів на основі їхнього унікального стилю натискання клавіш.

СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ СЕКТОРІ

Мотиленко В. А., керівник доц. Остапець Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Технологія блокчейн широко вивчається в наші дні та відіграє важливу роль у багатьох сферах. Одним із варіантів промислового використання блокчейн технології є сфера транспорту. Розглянемо, які саме проблеми вирішує блокчейн у промисловому секторі.

Однією з таких проблем є відстеження ланцюгів постачань. Товар може бути пошкоджений або затриманий під час доставки, сфальсифікований або виготовлений з браком. Усі ці ризики та проблеми спонукають промисловий сектор до різних механізмів захисту. Маркування дозволяє перевірити автентичність товару. Ведення спільного реєстру на транспорті дозволяє зрозуміти, де саме були логістичні проблеми.

Також цей реєстр може бути зв'язаний з маркуванням товарів, у цьому сценарії виробник за допомогою асиметричної криптографії може згенерувати мітку та записати її у блокчейн. Налаштовані права доступу дозволять генерувати мітку тільки виробникам, а транспортні компанії можуть використовувати ці мітки для відстеження товару. Для кінцевого покупця, використання однієї мітки дозволяє відстежити весь шлях товару, а також оцінити вчасно можливі затримки.

Іншою сферою використання блокчейн є організація продажу квитків.

Загалом використання блокчейну у цій сфері може надати наступні властивості:

Цифрові квитки з використанням криптографічних примітивів - дозволять захиститись від шахрайства, підміни квитків;

Єдиний реєстр - дозволяє захиститись від можливості перепродажу квитків, продажу великої кількості білетів в одні руки;

Смарт контракти - дозволять автоматизувати продаж повернення та використання квитків, завдяки ним можна мінімізувати кількість людей, які задіяні у життєвому циклі квитка;

Екологічність - цифрові квитки не потребують паперу та можуть бути використані напряму зі смартфона;

Відкритість - дозволяє простий моніторинг за потоком квитків, як для звичайних користувачів, так і для контролюючих органів, а також дозволяє автоматизовано приймати рішення по збільшенню вагонів у складі поїзда.

Наступним прикладом використання блокчейн технології може бути організація та керування розкладом. У цьому прикладу, блокчейн дозволяє більш швидко реагувати на нештатні події, і динамічно коригувати розклад. Властивості, які надає блокчейн у цій сфері дуже схожі з властивостями у попередніх двох прикладах, це:

Розподілений реєстр та відкритість - для організації єдиного каналу комунікації різних діючих частин з властивостями цілісності даних та можливості спостереження за змінами;

Смарт-контракти - для автоматичного прийняття рішень (наприклад, при аварії на маршруті система може автоматично адаптувати маршрути використовуючи резервні, або менш задіяні лінії).

Але є і один фактор який відрізняє цей приклад від інших - це використання технології IoT (Інтернет речей).

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ НА ОКРЕМИХ ЕТАПАХ ПРОЕКТУВАННЯ КСЗІ

Сухомлин О. О., керівник доц. Остапець Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Комплексні системи захисту інформації (КСЗІ) мають важливе значення в сфері захисту інформації, що особливо стосується державних органів та підприємств. Використання інтелектуальних методів дозволяє зменшити вірогідність помилки у процесі проектування КСЗІ та знизити необхідну кількість залучених експертів, а отже і зменшити витрати на розробку системи захисту інформації.

В Україні основним нормативним документом, який визначає етапи проектування КСЗІ є НД ТЗІ 3.7-003-05 «Порядок проведення робіт із створення комплексної системи захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційній системі». У зазначеному документі, в рамках кожного етапу є перелік необхідних задач, які можуть бути вирішені за рахунок введення алгоритмічного програмного забезпечення і яке автоматизує більшість розробки. З іншого боку, частина задач не піддається алгоритмічному вирішенню і в такому випадку необхідне залучення експертів, у такому випадку використання інтелектуальних методів буде сприяти зменшенню ризиків та оптимізації витрат підприємств.

В роботі розглянуті задачі, що мають вирішуватися на основних етапах проектування КЗСІ та досліджено можливості використання інтелектуальних методів для їх вирішення.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ CISCO ДЛЯ ПОБУДОВИ VLAN В ПРИМІЩЕННЯХ КАФЕДРИ ЕОМ

**Журавльов Д. Д., керівник проф. Жуковицький І. В.
Український державний університет науки і технологій**

Провівши детальний аналіз обладнання Cisco, зосередивши увагу на двох ключових компонентах - маршрутизаторі Cisco 2901 і комутаторі Cisco Catalyst 2960. Почнемо з технічних характеристик. Маршрутизатор Cisco 2901 являє собою потужний пристрій, оснащений гігабітними Ethernet-портами, слотами для розширення EHWIC і DSP-модулями для обробки голосового трафіку. У той час як комутатор Cisco Catalyst 2960 надає великі можливості для комутації даних. Він має 24 порти 10/100 для пристроїв з Ethernet-з'єднаннями і 2 гігабітних порти для під'єднання до пристроїв з гігабітними Ethernet-інтерфейсами. Однією з ключових особливостей комутаторів Catalyst 2960 є їхня здатність до автоматичного настроювання портів, що істотно спрощує процес настроювання й оптимізації мережі. Обидва пристрої забезпечують високий ступінь безпеки мережі за допомогою контролю доступу на рівні MAC-адрес та інших заходів. Важливо зазначити, що маршрутизатор Cisco 2901 і комутатор Cisco Catalyst 2960 мають широкий спектр застосування в мережах підприємств і освітніх установ, забезпечуючи надійну та гнучку інфраструктуру. Додатково, ми використали програму Cisco Packet Tracer для моделювання мережевої топології з цим обладнанням. Це потужний інструмент, який дає змогу не лише створювати мережі, а й налаштовувати та тестувати їхню роботу. На завершення роботи ми наголосили, що цей проєкт дав нам змогу глибше зрозуміти технології Cisco, розвинувши наші навички роботи з мережевим обладнанням і практичні навички в галузі мережевої інфраструктури.

ВИКОРИСТАННЯ ПЛІС В БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМАХ

**Ванін М. В., керівник доц. Шаповалов В. О.
Український державний університет науки і технологій**

Багато процесорні системи використовуються для досягнення більш високої продуктивності обробки інформації, а кількість процесорних ядер постійно збільшується.

Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) дозволяють реалізувати реконфігуровані багато процесорні системи. При цьому нові серії ПЛІС мають ряд особливостей, які впливають на вибір архітектури і конфігурованих модулів. Застосування можливостей реконфігурування в багато процесорних системах значно розширює їх сфери використання і дозволяє оптимізувати для вирішення конкретних задач. Удосконалення технології ПЛІС дозволяє оптимізувати використані ресурси, швидкість обробки, споживання енергії та вартість. Це включає швидкий розвиток циклів розробки, високу гнучкість і багаторазове використання, помірні витрати, легку модернізацію (за рахунок використання абстрактного опису обладнання мовою (наприклад, VHDL)) і розширення функцій (за умови, що ресурси ПЛІС не вичерпано). Крім того, сучасні ПЛІС дозволяють інтегрувати процесори з програмним ядром. Тобто ПЛІС може використовувати типові можливості процесора.

Рішення на основі ПЛІС можна вигідно використовувати в існуючих, раніше розроблених багатопроцесорних системах. Особливістю таких систем є те, що з часом оригінальна апаратна платформа доповнювалась різними платами розширення. Як наслідок, такі системи важко обслуговувати та збільшувати їх можливості, а також вони чутливі до виходу з ладу компонентів. Ще одна проблема виникає через розподіл функціональних можливостей, що взаємодіють, оскільки потрібна передача (великих) обсягів даних. Це ще більше ускладнює систему, що у свою чергу, знижує гнучкість і надійність. Крім того, найстаріші компоненти обмежують подальші модифікації таких гетерогенних систем. Багатопроцесорна система побудована на ПЛІС та реалізована з використанням паралельного потоку даних дозволяє зменшити апаратні витрати та підвищити продуктивність обробки даних.

ПРОЕКТУВАННЯ СПРОЩЕНОГО ДВОЯДЕРНОГО ОБЧИСЛЮВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ VHDL

**Ульянченко Д. С., керівник доц. Шаповалов В. О.
Український державний університет науки і технологій**

Проектування спрощеного двоядерного обчислювача з використанням мови VHDL виконувалось в рамках курсової роботи по дисципліні «Технології проектування комп'ютерних систем». Таке проектування має велику актуальність у контексті розвитку цифрових систем та вбудованих обчислювальних пристроїв. У сучасному світі велика потреба в мікропроцесорах і контролерах для виконання різноманітних завдань, і двоядерні обчислювачі можуть забезпечити підвищену продуктивність при оптимальному використанні ресурсів. Використання мови VHDL для проектування дозволяє створити надійну та ефективну систему.

Аналіз можливих способів реалізації спрощеного двоядерного обчислювача показує, що використання мови VHDL для опису апаратної частини є оптимальним варіантом. Мова VHDL надає можливість детально описати функціональність кожного компонента пристрою, забезпечити його взаємодію та динамічну роботу. Крім того, використання двоядерної архітектури сприяє підвищенню продуктивності завдяки паралельному виконанню операцій. На основі VHDL-опису можна здійснити апаратну реалізацію обчислювача в програмованій логічній інтегральній схемі (ПЛІС).

Суть реалізації полягає в створенні двоядерного обчислювача, в якому зчитується по командах програма з постійної пам'яті ROM, виконуються команди у відповідності до коду операції над операндами у спеціальному арифметико-логічному пристрої ALP і записуються результати в оперативну пам'ять RAM. Управління виконанням команд реалізоване за допомогою кінцевого автомата FSM, який послідовно вибирає команди, починаючи з нульової адреси. Вдосконаленням цього обчислювача є одночасна вибірка та виконання двох команд в двоядерному ALP та паралельний запис двох результатів в RAM. Для цього використовується двопортова пам'ять, яка є в ПЛІС.

ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОШУКУ АТАК У СИСТЕМАХ ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ ВТОРГНЕНЬ

**Горбатов В. С., керівник доц. Журба А. О.
Український державний університет науки і технологій.**

Системи виявлення мережеских вторгнень (NIDS) є однією з критичних частин мережевої інфраструктури, тож вони повинні забезпечувати великий рівень швидкодії щоб не виступати вузьким місцем у локальній мережі. Наразі більшість корпоративних

NIDS є системами на основі правил, де правило чи набір правил націлені на виявлення конкретної атаки. Правилком являється набір умов та текстових патернів відносно яких перевіряється кожен мережевий пакет [1].

Правила формуються у дерева, де кожна опція є вузлом, а листом є тіло правила що задає додаткові умови. Через те що правил можуть бути десятки тисяч, для звуження пошуку використовуються декілька технік оптимізації [2].

Перша з технік працює ще на етапі формування дерев, так замість одного великого та розгалуженого дерева, правила формуються у групи по сервісам та напрямку. Таким чином, знаючи вид протоколу та напрямком(IP адреси та порти) пакету, він буде порівнюватися лише з правилами відповідного дерева, що зменшує кількість вузлів порівняння які пакету необхідно пройти. Іншим, алгоритмом оптимізації, що працює на етапі передоброблення правил, є використання багатошаблонних пошукових систем(MPSE) та правильне формування наборів шаблонів для них. Такі системи можуть шукати декілька патернів у даних одночасно, і для правильної їх роботи шаблони формуються у групи базуючись на напрямку та типі очікуваного пакету [3].

Але найефективнішою технікою є використання Fast Pattern техніки, яка дозволяє швидко відкидати пакети, які не підходять не під одне правило. Це досягається шляхом створення маленьких фрагментів правила, які порівнюються з пакетами за допомогою MPSE. Якщо у пакеті не знайшовся ні один з фрагментів, він проходить без повноцінної перевірки.

Список джерел:

1. Snort 3 User Manual. www.snort.org.
URL: https://www.snort.org/downloads/snortplus/snort_user.html (дата звернення: 17.09.2023).
2. Snort++ Developers Guide. www.snort.org.
URL: https://www.snort.org/downloads/snortplus/snort_devel.html#_detection (дата звернення: 17.09.2023).
3. Suricata User Guide. docs.suricata.io.
URL: <https://docs.suricata.io/en/latest/index.html> (date of access: 17.09.2023).

ПІДСЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ»

РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ СИМВОЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Середа О. А., керівник доц. Горячкін В. М.

Український державний університет науки та технологій

Під штучними нейронними мережами прийнято розуміти обчислювальні системи, які мають здібності до самонавчання, поступового підвищення своєї продуктивності. Область застосування штучних нейронних мереж з кожним роком все більш розширюється, на сьогоднішній день вони використовуються в різних сферах, в тому числі в сфері машинного навчання (machine learning), що представляє собою різновид штучного інтелекту. В основі машинного навчання лежить навчання ШІ на прикладі мільйонів однотипних завдань.

В наш час машинне навчання активно впроваджують пошукові системи. Так на основі мільйонів пошукових запитів, які всі ми кожен день вводимо в пошукових системах, їх алгоритми навчаються показувати нам найбільш релевантну видачу, щоб ми могли знайти саме те, що шукаємо. В робототехніці нейронні мережі

використовуються у виробленні чисельних алгоритмів для залізних «мізків» роботів. Архітектори комп'ютерних систем користуються нейронними мережами для вирішення проблеми паралельних обчислень. За допомогою нейронних мереж можна вирішувати різні складні математичні задачі.

Можливість навчання – одна із головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами. Вони застосовуються для вирішення задач класифікації та розпізнавання образів, оптимізації, прогнозування та автоматизації. Розпізнавання рукописних символів за допомогою нейронної мережі - це завдання машинного навчання, в якому нейронна мережа навчається розпізнавати символи, написані в рукописному вигляді, і класифікувати їх у відповідні класи або символи.

Основними кроками для реалізації такого завдання є:

1. Зібрати набір даних, що містить зображення рукописних символів і відповідні мітки (який символ представляє кожне зображення). Даний набір даних поділяють на тренувальний, валідаційний і тестовий.

2. Зображення рукописних символів зазвичай потрібно підготувати перед подачею на вхід до нейронної мережі. Це включає в себе зменшення розміру, нормалізацію, інвертування тощо.

3. Використати тренувальний набір даних для навчання нейронної мережі. Під час навчання модель намагається знайти оптимальні ваги і параметри, щоб точно розпізнавати символи.

4. Використати валідаційний набір даних для налаштування гіперпараметрів моделі, таких як швидкість навчання, розмір пакета і кількість епох навчання. Метою є досягнення найкращої продуктивності моделі на невиданих раніше даних.

Після завершення навчання здійснюється оцінка продуктивності моделі за допомогою тестового набору даних. Метою такої оцінки є визначення якості розпізнавання рукописних символів. Після успішного навчання і валідації моделі її можна використовувати для розпізнавання рукописних символів на нових зображеннях.

ЗАСТОСУВАННЯ РЕФАКТОРИНГУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

Сирота О. А., керівник доц. Горячкін В. М.

Український державний університет науки і технологій

Великий попит на мобільні застосунки в різних предметних областях часто вимагає від розробників зробити неможливе - за короткий термін і часто невеликий бюджет імплементувати програмний засіб з гарною якістю коду, суворо дотримуючись вимог. Однією з вимог майже завжди є підтримуваність додатку обома платформами iOS та Android. Дана вимога легко покривається використанням крос-платформних фреймворків. Використання таких фреймворків також зменшує кількість часу необхідного для розробки на відміну якщо це було б зроблено з використанням нативних інструментів для кожної платформи окремо. Одним із найбільш протирічливіших питань є питання розробки мобільного застосунку за короткий термін, але з гарною якістю коду, наприклад з застосуванням підходів і рекомендацій чистої архітектури. Нерідко розробники серед цих двох речей більш сконцентровані саме на термінах розробки, жертвуючи якістю коду.

Жертвуючи якістю коду в обмін на швидкість реалізації власники мобільних застосунків згодом стикаються з наступними проблемами:

- додавання нового функціоналу спричиняє появу багів уже в розробленому;
- імплементация опціоналу займає забагато часу, через велику складність розуміння коду;

- збільшення команди розробників не збільшує швидкість розробки;
- продуктивність додатку падає або від початку знаходиться на низькому рівні.

Прикладом поганої продуктивності додатку може бути повільна робота інтерфейсу користувача - низька кількість кадрів, відмальованих операційною системою за секунду часу на екрані девайсу. Окрім цього це може виражатися в смиканні анімацій, підвисання інтерфейсу, повільного завантаження, тощо.

Можливим інструментом вирішення усіх описаних проблем, окрім проблеми продуктивності, є рефакторинг. Рефакторинг коду - це процес покращення якості коду без зміни його функціональності. Процес рефакторингу може включати такі етапи, як усунення дублювання коду, видалення зайвих фрагментів коду, поліпшення читабельності та структури коду. В основному його використовують саме з метою покращення структури і полегшення розуміння програмного коду. Набагато рідше його розглядають як можливість покращення продуктивності застосунку.

Використання рефакторингу коду з метою покращення продуктивності та користувацького досвіду є важливим питанням для дослідження. Знаючи чи впливає рефакторинг на продуктивність роботи застосунку, як саме та яких проблем в цьому контексті можливо уникнути, можна більш чітко розуміти чи впливає удосконалення коду застосунку на якість його роботи. Ще одним важливим пунктом є аналіз які типи рефакторингу є більш або менш ефективним в контексті покращення користувацького досвіду, які проблеми можуть виникнути.

Результати проведеного дослідження можуть бути використані для аналізу доцільності використання такого методу покращення продуктивності програмних засобів, а також як доповнення вже існуючих даних щодо використання рефакторингу. Окрім того, це може допомогти оцінити проблеми, а також можливі ризики, які виникають під час рефакторингу та як вони мінімізуються та вирішуються. Відповіді на питання поставлені вище будуть корисним доповненням до знань не тільки досвідчених розробників мобільних додатків, а й початківцям, студентам та викладачам навчальних закладів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАТЕРНІВ ПРИВ'ЯЗКИ ДАНИХ ЗА ЗЧЕПЛЕННЯМ

Бажин В. А., керівник доц. Куроп'ятник О. С.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному програмуванні досить часто програмісти-початківці, а інколи й досвідчені спеціалісти стикаються з задачею вибору патернів під час написання коду. Виникають питання: як їх порівняти за ефективністю, чи буде той, чи інший патерн кращим у даному випадку тощо. Неможливо на практиці, без широкого досвіду застосування патернів, обрати найкращий. Тому залишається лише покладатися на власний досвід, або читати відповідну літературу, переписуючи код й перебираючи різні варіанти у пошуках найкращого. Задача вибору ефективного патерну також вирішується при розборі та використанні патернів прив'язки даних, що є досить розповсюдженими у написанні коду та являються актуальними при використанні у програмах для бізнес проєктів.

Для вирішення задачі визначення ефективності патернів прив'язки даних за зчепленням у роботі пропонується провести дослідження, яке передбачає написання відповідних тестових програм для порівняння окремих видів патернів на конкретних прикладах, що дозволить прозоріше оцінити їхню ефективність у тому чи іншому випадку.

Зчеплення було обрано за головний показник ефективності, оскільки саме він якісно показує залежність коду від архітектури (зв'язки між класами). Для вирішення

даної задачі пропонується метод на основі теорії графів, оскільки графи можна тісно пов'язати з архітектурою. Наприклад, вершини графу – це класи, а ребра – це зв'язки між ними. Застосування такого методу на основі теорії графів для написаних декількох тестових програм дозволить визначити ефективність патернів прив'язки даних за зчепленням, а також виконати детальний аналіз проблеми вибору архітектурних рішень на основі патернів, що у майбутньому може буде використано для розвинення теми критеріїв ефективності, а також застосуватися на практиці під час написання коду з використанням патернів прив'язки даних. В подальшому результати дослідження можуть бути впроваджені у навчальному процесі при вивченні дисциплін, що передбачають проєктування програмних систем, за спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

**Юхно Н. А., керівник доц. Горячкін В. М.
Український державний університет науки і технологій**

Розпізнавання обличчя є важливою технологією у сучасному світі, яка в даний момент знаходить застосування в багатьох сферах, включаючи безпеку, ідентифікацію, рекламу, медицину і багато інших. Ця технологія є важливою складовою сучасного світу, і її розвиток обіцяє нам багато нових можливостей і викликів.

Використання нейронних мереж, зокрема глибоких нейронних мереж (Deep Learning), стало популярним методом для розпізнавання обличчя завдяки їхній здатності до вивчення складних залежностей в даних. Нейронні мережі навчаються розпізнавати обличчя, аналізуючи пікселі зображень, відмічаючи основні риси обличчя і визначаючи характеристики, такі як розташування очей, ніздрей і рота.

Розпізнаванню обличчя відкриває нові можливості, в тому числі в сферах, які ще не були докладно досліджені. Так, навчання нейронних мереж для розпізнавання обличчя може стати важливою частиною освіти, допомагаючи молодому поколінню розвивати навички в галузі штучного інтелекту. Розпізнавання обличчя може бути використане для діагностики медичних станів, таких як розпізнавання симптомів за виразом обличчя пацієнта, що може допомогти лікарям в постановці діагнозу та лікуванні, покращенні догляду за пацієнтами. Навчання нейронних мереж для розпізнавання обличчя може бути важливою складовою освіти в області штучного інтелекту та комп'ютерного зору, сприяючи розвитку майбутніх фахівців у цій сфері.

Розпізнавання обличчя може використовуватися в різних сферах, від безпеки до медицини, що підкреслює його важливість. Постійні технологічні вдосконалення допомагають покращувати ефективність та точність систем розпізнавання обличчя. Роль глибоких нейронних мереж у розпізнаванні обличчя важко переоцінити, оскільки вони можуть "навчитися" розрізняти обличчя на різних зображеннях. Глибокі нейронні мережі стають ключовим інструментом для вдосконалення точності і ефективності розпізнавання обличчя.

Але, незважаючи на успіхи, існують і виклики, пов'язані з розпізнаванням обличчя, такі як точність, конфіденційність даних та проблеми з ефективністю. Навчання нейронних мереж для розпізнавання обличчя може бути важливою складовою освіти в області штучного інтелекту та комп'ютерного зору, сприяючи розвитку майбутніх фахівців у цій сфері.

Також слід зауважити, що розробка та використання систем розпізнавання обличчя створює важливі правові та етичні питання, пов'язані з приватністю даних і можливими зловживаннями. Швидкий розвиток технологій нейронних мереж обіцяє

подальше поліпшення точності та ефективності систем розпізнавання обличчя та їхнє розширення в нові галузі, що може суттєво змінити наше повсякденне життя і покращити безпеку.

Використання глибоких нейронних мереж у розпізнаванні обличчя є важливим напрямком, оскільки вони можуть вивчати складні зв'язки і покращувати точність розпізнавання. Етичні аспекти використання розпізнавання обличчя дуже важливі, і потрібно ретельно розглядати питання, пов'язані з приватністю даних та можливими зловживаннями.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВИВЧЕННЯ НІМЕЦЬКОЇ МОВИ

Бондар Ю. О., керівник асист. Пузирей Н. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Як відомо, процес вивчення іноземної мови, як і будь-якої навчальної дисципліни, передбачає значний обсяг часу, що виділяється для самостійної роботи студентів. При цьому, за існуючими нормами розподілу навчального часу, зазначений обсяг зазвичай перевищує кількість годин аудиторної роботи з викладачем. Отже питання обліку та контролю, підвищення ефективності і реалізації зворотного зв'язку під час здійснення студентами самостійної роботи, є, безумовно, актуальними.

На нашу думку, в сучасних умовах всеохоплюючого розповсюдження комп'ютерної техніки та технологій широкосмугового доступу до мережі Internet, перспективним шляхом вирішення зазначених питань є широке використання у навчальному процесі спеціалізованого програмного забезпечення, яке належить до класу продуктів для комп'ютеризованого вивчення мов Computer-Assisted Language Learning (CALL).

Слід відзначити, що перші розробки комп'ютерної техніки та програмного забезпечення, яке дозволяло вирішувати певні задачі у згаданій області було розпочато ще на початку 40-х років минулого століття німецьким інженером Конрадом Цузе. Саме на цій основі у 1950-х роках було створено перші системи машинного перекладу. Зростання доступності персональних комп'ютерів у 70-ті роки XX ст. створило новий імпульс для розробників програмних продуктів класу CALL. На сьогодні існує декілька різновидів подібних програм, які відрізняються за своїм функціональним призначенням, але загалом вони умовно можуть бути розділені на такі, що частково заміщують функції викладача та на суто допоміжні засоби. При цьому за принципом роботи усі ці засоби можуть бути реалізовані як інтернет ресурси, так і у вигляді комп'ютерних мультимедійних комплексів. Зокрема, досить поширеними є комп'ютерні словники, (наприклад, Lingo, Google Dictionary) за допомогою яких можна вивчати лексичний матеріал та тренувати вимову, написання слів, тощо). Частиною складають також програми комп'ютерного перекладу (MultiTran, DeepL Translate) більшість яких працює в онлайн версіях. Автоматизовані курси з вивчення іноземної мови, як правило, передбачають одночасну наявність в своєму складі також і систем автоматизованого тестування (JETZT Deutsch lernen, Auf geht's). Окремо можна виділити групу комп'ютерних мовних онлайн ігор, що супутньо вирішують також і завдання підвищення інтересу до процесу навчання (<https://www.duolingo.com>, <https://www.german-games.net>).

Узагальнюючи вищевикладене в контексті вивчення німецької мови, варто додати, що попри той факт, що німецька мова є найуживанішою мовою Європейського союзу кількість CALL інтернет ресурсів для вивчення німецької мови є суттєво меншою, ніж для англійської та французької мов, отже існує певна незаповнена ніша для розро-

бки нових програмних продуктів. Цілком логічним в процесі їх розробки виглядає зосередження особливої уваги на удосконаленні принципів реалізації зворотного зв'язку системи зі студентом у процесі навчання, адаптації змісту та повторюваності навчального матеріалу в залежності від поточних результатів. Втілення цих завдань буде тісно пов'язано передусім з розробкою та «навчанням» вузькоспеціалізованих нейронних мереж створених у середовищах NeuralBase, NeuroOffice. Зауважимо насамкінець, що застосування технологій інтелектуального аналізу великих даних (Big Data Mining) для статистичної обробки показників успішності у навчанні здатне відкрити широкі можливості у пошуку нових науково обґрунтованих високоефективних методик підвищення якості навчання студентів філологічних спеціальностей.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ НЕРІВНОМІРНИХ ІНТЕРВАЛАХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

**Мурашов О. В., керівник проф. Скалзуб В. В.
Український державний університет науки і технологій**

Сучасні інформаційні технології в значній мірі повинні відповідати вимогам щодо зростання потоків даних в різноманітних системах, в тому числі залізничного транспорту, характерних для Індустрії 4.0, технологій великих даних, інтернету речей (IoT), застосуванню хмарних обчислень та інших. При цьому відзначається підвищення актуальності та вимог до завдань моделювання процесів при нерівномірних інтервалами спостережень. Серед таких процесів відзначаються процеси моніторингу та реабілітації. Прикладами важливих завдань моніторингу процесів залізничного транспорту з нерівномірним інтервалом спостережень являються оптимальне/раціональне керування експлуатацією парків технічних систем за оцінками параметрів поточного стану (вагони, електричні двигуни стрілочних переводів ін.). Суттєво відзначити завдання щодо визначення порядку обслуговування технічних систем за показниками прогнозованих станів тощо. При цьому в змістовному сенсі вирішуються типові завдання, які характерні для процесів реабілітації та для вилікування хворих.

Завдання щодо моделювання та аналізу процесів моніторингу та реабілітації за даними спостережень при нерівномірних (а також нечітких) інтервалах спостережень має власні ознаки і потребує удосконалення комбінованих багатовимірних нечітких моделей. На основі застосування зазначених класів математичних моделей формуються інформаційні технології з підтримки процесів моніторингу та реабілітації. Окреслимо зміст завдань утворення комбінованих багатовимірних нечітких моделей на прикладі забезпечення підтримки реабілітації хворих на діабет. При цьому відзначимо відмінність окремих властивостей моделей та потребу застосування кількох різних типів даних для складових моделі. Моделювання, аналіз і прогнозування оцінок параметрів процесу реабілітації передбачає формування математичних моделей для кількох узгоджених нечітких послідовностей з різнотипними ознаками та нерівномірним інтервалом спостережень. В роботі приведено приклад моделювання процесів реабілітації хворих з трьома властивостями (нечіткі мульти-моделі): рівень цукру у крові (дійсне число), інтервал між спостереженнями (дійсна або нечітка величина), тиск крові (нечітка величина). Також необхідно забезпечити формування індивідуальних для кожного пацієнта моделей процесів реабілітації, які забезпечують визначення оцінки очікуваного інтервалу до контрольного спостереження, а також очікувані значення характеристик (рівень цукру, тиск крові).

У роботі представлено удосконалені моделі та інформаційні технології зазначених процесів за рахунок утворення комбінованих багатовимірних нечітких

моделей процесів (КБНМ). При цьому представлено структуру КБНМ, також наведено алгоритми процедур аналізу та прогнозування значень контрольованих параметрів (в тому числі очікуваних інтервалів між послідовними спостереженнями).

Моделі КБНМ були застосовані для створення інформаційної технології (ІТР), призначеної для моделювання та прогнозування характеристик моніторингу процесів реабілітації хворих на діабет. Практичне використання ІТР показало її певні можливості стосовно вирішування головних завдань моніторингу та прогнозування процесів реабілітації: прогнозувати очікувані періоди (дійсна/нечітка форм даних) до наступного контролю чи встановленого стану/подій, оцінки можливостей небезпечних значень контрольованих показників процесу. Також шляхом порівняння з раніше відомими розрахунками було встановлено підвищення точності та числової ефективності алгоритмів моделювання процесів моніторингу з перемінним та нечітким кроком спостережень.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПІДТРИМКА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛАСИФІКАЦІЇ НЕТОЧНИХ ДАНИХ

Терлецький І. А., керівник проф. Скалзуб В. В.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах інтенсивного розвитку технологій та виробництва, збільшення обсягів замовлень та обслуговуючих процесів є невід'ємною складовою багатьох галузей промисловості та послуг. Потреба в ефективній оптимізації цих потоків замовлень стає надзвичайно актуальною, оскільки вона визначає ефективність та якість обслуговування клієнтів. В даній роботі представлено інтелектуальну інформаційну технологію (ІТ), яка розроблена для надання аналітичної підтримки в управлінні функціонуванням сервісних та обслуговуючих систем (СеС). Ця технологія спрямована на вирішення завдань оптимізації та ефективного керування потоками замовлень у світі сучасних технологій та виробництва. Іншими словами, було запропоновано рішення, яке сприяє поліпшенню організації та управління замовленнями та послугами в сервісних системах за допомогою інтелектуальних підходів та аналітичних інструментів.

Для формування інтелектуальної складової ІТ використовуються можливості нейронних мереж (реалізація асоціативної пам'яті мережами Хеммінга (МХ)). При тому для процедур класифікації при неповних та збурених даних нами була запропонована удосконалена модель асоціативної пам'яті (МХН). Особливість МХН у пристосованості до первинних даних процесів у вигляді нечітких множин (НВ) ($\mu_X (X \rightarrow [0; 1])$), а також для показників достовірності у вигляді коефіцієнтів впевненості $CF(A)$ з множини $[-1; +1]$. Мережі МХ зазвичай використовуються, якщо властивості елементів контрольованих процесів оцінюються значеннями $\{-1; +1\}$. У складних системах часто існують параметри, інтерпретація яких значеннями $\{-1; +1\}$ становить певну проблему. Проведені чисельні дослідження при порівняльному аналізі реалізації процедур МХ дозволили встановити перевагу коефіцієнтів $CF(A)$ перед НВ, як форми моделі представлення неточно визначених даних у ІТ. $CF(A)$ завжди забезпечували потрібний результат класифікації, а в моделях даних з НВ результати класифікації не завжди були однозначними.

У даній роботі реалізовано оптимізацію потоків замовлень СеС, які мають неточно визначені дані, у формі класифікації для конкретної системи "диспетчерського управління". На кожному етапі функціонування системи було потрібно, базуючись на даних про характеристики системи та властивості досліджуваних елементів, визначати

суб'єкт (описані сукупностями структур та шаблонами), який найкраще відповідає вхідному елементу до CeC. Саме тому було розроблено та використано удосконалену процедуру асоціативної пам'яті МХН, а також розробку програмного комплексу ІТ для класифікації неточних даних технологічних процесів CeC.

Робота також містить приклади використання ІТ для оптимізації процесів у різних галузях. Наприклад, для оптимізації розформування-формування залізничних составів (РФС) на сортувальних станціях. Мережі МХН допомогли визначити оптимальні процедури перетворення складу состава на поточному етапі роботи сортувальних станцій. Також приводяться результати застосування цих засобів для класифікації процесів моніторингу програмно-технічного середовища, вибору оптимальних місць паркування автотранспорту, призначення на посаду фахівців та багато інших застосувань.

ПОКРАЩЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ДАНИХ В ГАЛУЗІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ: ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

Сасенко А. А., керівник доц. Гришечкіна Т. С.

Український державний університет науки і технологій

У сфер комп'ютерної інженерії та кібербезпеки, що швидко розвиваються, захист цілісності передачі даних став першочерговим завданням. Експоненціальне зростання обміну цифровою інформацією в поєднанні зі зростаючою складністю кіберзагроз вимагає інноваційних рішень.

Одним з перспективних підходів є технологія блокчейн, яка пропонує явні переваги для збереження цілісності даних порівняно з традиційними методами. Технологія блокчейн, спочатку розроблена для криптовалют, перетворилася на універсальний інструмент, який можна використовувати і для забезпечення цілісності даних. Його децентралізована і незмінна структура реєстру формує надійну основу для захисту передачі даних. Переваги блокчейну в цьому контексті включають незмінність, децентралізацію, прозорість і безпеку. Незмінність гарантує, що дані, записані в блокчейн, стають майже несприйнятливими до змін або видалення, забезпечуючи автентичність і цілісність інформації, що передається. Децентралізація усуває єдині точки відмови, що ускладнює зловмисникам компрометацію всієї системи. Прозорість дозволяє всім учасникам мережі мати доступ до даних і перевіряти їх, підвищуючи довіру та підзвітність. Криптографічні алгоритми, що використовуються в блокчейні, захищають дані від несанкціонованого доступу та підробки, значно знижуючи ризик витоку даних.

Для порівняння, традиційні методи захисту цілісності даних, такі як криптографічні протоколи або централізовані бази даних, мають вразливі місця. Криптографічні ключі можуть бути скомпрометовані, а централізовані системи вразливі до хакерських атак і маніпуляцій з даними. На завершення, оскільки комп'ютерна інженерія та кібербезпека борються з проблемами цілісності даних, технологія блокчейн постає як надійне і перспективне рішення. Її унікальні особливості забезпечують потужний захист від кіберзагроз, пропонуючи більш безпечний, прозорий і захищений від несанкціонованого доступу підхід до забезпечення цілісності даних на відміну від традиційних методів. Впровадження блокчейну в ці сфери обіцяє підвищити стандарти безпеки та стійкості даних у все більш цифровому світі.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ
КІЛЬЦЕВОЇ ПЕЧІ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» ПРИ ЗБАГАЧЕННІ ДУТТЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМ КИСНЕМ**

**Босий О. С., керівник доц. Михайловський М. В.
Український державний університет науки і технологій**

Кільцева піч є автоматизованим агрегатом, що забезпечує рівномірне нагрівання металу до заданої температури. З погляду автоматичного регулювання, ця піч є статичним об'єктом з великою інерційністю по каналах збурювань і управління. Режим роботи печі характеризується температурою нагрівання металу, тиском у печі, температурою підігріву газу й повітря, економічністю спалювання палива, складом атмосфери у робочому просторі печі.

При роботі системи автоматичного керування діє низка збурюючих впливів: зміна продуктивності печі, зміна тяги, збурювання, пов'язані із завантаженням і вивантаженням заготовок, зміна тиску газу й повітря, що подаються в пальникові пристрої, їх нерівномірний розподіл по окремих пальниках і зонах печі, взаємний вплив зон, зміна калорійності палива. Основними керуючими впливами є температура в зонах печі, витрата повітря на зони нагрівання, швидкість руху металу в робочому просторі печі, витрата захисної атмосфери, величина тяги.

При аналізі технічної пропозиції щодо модернізації системи подачі повітря зроблений висновок, що для збагачення повітря, яке надходить до пальникових пристроїв печі, технологічним киснем необхідно розробити автоматизовану систему управління тепловим режимом кільцевої печі.

Розроблено технічне завдання на створення такої АСУ, функціональну схему автоматизації та інформаційне забезпечення, обрані необхідні датчики, перетворювачі й виконавчі механізми. Опрацьована блок-схема алгоритму функціонування системи управління. На базі сучасного устаткування фірми Advantech розроблено компонування управляючого обчислювального комплексу.

Ефективність застосування розробленої системи підтвержена комп'ютерним моделюванням управління витратами палива, повітря і технологічного кисню. Результати роботи можуть стати основою для створення автоматизованої системи управління тепловим режимом кільцевої печі ПАТ «Інтерпайп НТЗ» при збагаченні дуття технологічним киснем.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ТРАНСПОРТУВАННЯМ СТРИЖНІВ ДРІБНОСОРТНОГО ПРОКАТУ
СЕКЦІЙНИМ РОЛЬГАНГОМ**

**Бутенко М. В., керівник проф. Потап О. Ю.
Український державний університет науки і технологій**

Небезпека виникнення аварійних ситуацій на вході холодильника дрібносортного стана унеможливується завдяки раціональному режиму транспортування стрижнів прокату секційним рольгангом, що підводить. В роботі проаналізована низка відомих досліджень, в яких сформульовано критерій оптимальності зазначеної технологічної операції та містяться певні технічні рішення щодо її автоматизації. Ефективність цих технічних рішень потребує експериментальної апробації, яка в промислових умовах є неможливою через високий ризик аварій і має бути здійснена шляхом комп'ютерного моделювання.

В роботі наведено математичний опис процесу транспортування стрижнів секційним рольгангом на базі диференціальних рівнянь рівноваги сил у різних фазах руху і створено відповідну модель у пакеті MATLAB Simulink. За результатами проведеного на моделі активного повного факторного експерименту 2^5 отримано регресійне рівняння, яке визначає зв'язок довжини розриву ΔS між суміжними стрижнями перед скиданням на холодильник з технологічними факторами, що на нього впливають

$$\Delta S = 2,62 + 0,39 \bar{V}_1 + 0,42 \bar{V}_2 + 0,07 \bar{V}_1 \bar{V}_2 - 1,5 \bar{V}_0 ,$$

де \bar{V}_0 , \bar{V}_1 та \bar{V}_2 – відносні нормовані швидкості прокатки, першої та другої секцій рольгангу відповідно, і доведена його адекватність.

Імітаційне моделювання системи автоматичного управління секційним рольгангом виявило її недостатню ефективність через неприпустиме нехтування перехідними процесами під час розгону смуги. Запропонована модернізація системи, що здійснена на базі наведеного регресійного рівняння, дозволила більшою мірою урахувати реальні особливості руху смуг і підвищити точність налаштування рольгангу.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСУ З ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛК «DELTA»

Долгополов Д. В., керівник доц. Зінченко М. Д.

Український державний університет науки і технологій

Розробка фізичної моделі процесу нагріву, яка надавала б можливість підключати до неї реальні засоби регулювання, тобто програмовані логічні контролери, мікроконтролери і здійснювати їх програмування та дослідження різних алгоритмів управління, є актуальним питанням для кафедри автоматизації виробничих процесів УДУНТ.

Як виконавчий елемент для нагрівання застосовується лампа розжарювання невеликої потужності, яка в замкнутому пластиковому корпусі забезпечує нагрівання середовища до температури 100 °С, що достатньо для здійснення регулювання температурного режиму.

Температура вимірюється хромель-копелевою термопарою і потім підсилюється таким чином, що температурі 100 °С відповідає напруга 5 В, яка потім може подаватися на аналогові входи як мікроконтролера, так і ПЛК «Delta».

Як регулюючий елемент потужністю лампи розжарювання застосовується симистор ВТА12 600С, управління яким може бути як дискретним, так і аналоговим.

Якщо для управління застосовуються дискретні виходи, то вихідний сигнал подається на оптопару типу МОС3063 і, потім, на управляючий вхід симистора. Якщо застосовуються аналогові виходи, то реалізується фазове управління симистором за допомогою твердотільного реле типу SSR-10LA з фазовим управлінням струмом 4-20 мА, яке забезпечує гальванічний розв'язок кіл управління і навантаження.

Обладнання розміщено в пластиковому корпусі, мікроконтролери і ПЛК підключаються через клемник, ввімкнення і вимкнення лампи для управління нагрівом супроводжується зміненням світлового потоку лампи і наглядно демонструє процес нагрівання середовища та регулювання його температури.

Така реалізація об'єкта і виконавчого елемента забезпечує швидке нагрівання середовища і дозволяє вивчати різні закони регулювання теплових процесів. Витрати на виготовлення такого пристрою не перевищують 1200 грн.

РОЗРОБКА АСУ ДІЛЯНКОЮ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТРУБ
Кравченко М. Є., керівник доц. Шибакінський В. І.
Український державний університет науки та технологій

Сучасні трубопрокатні стани мають у своєму складі ділянки неруйнівного контролю якості труб, що оснащені дефектоскопами різного принципу дії. Високі вимоги до якості та важкі умови роботи обумовлюють необхідність звільнення людини від безпосередньої участі в управлінні неруйнівним контролем, тобто обумовлюють розробку та впровадження АСУ технологічним процесом дефектоскопії труб. При цьому існуючі системи потребують удосконалення та модернізації з використанням сучасних засобів автоматизації та інформаційних технологій.

З цього приводу в роботі виконан аналіз роботи дефектоскопів різного принципу дії. Показана можливість і необхідність в умовах ТПЦ-1 ПАТ «Інтерпайп НТЗ» використовувати ультразвукові дефектоскопи, а також необхідність модернізації АСУ технологічним процесом на ділянці неруйнівного контролю. Тому була розроблена функціональна схема та алгоритм роботи автоматизованої системи управління, виконана компоновка управляючого обчислювального комплексу на сучасній елементній базі.

Однією з основних задач автоматизації ділянки дефектоскопії є стабілізація швидкості переміщення труб через ультразвукову установку. Необхідна точність виявлення дефектів може бути забезпечена при достатньо низькій швидкості переміщення труби. В той же час занижена швидкість може призвести до зменшення пропускної спроможності ділянки дефектоскопії. Тому для кожного типорозміру труб є своя необхідна швидкість, з якою труба повинна переміщуватись за допомогою лонетів. А швидкість переміщення лонетами визначається кутом їх повороту відносно поздовжньої осі. Тому в роботі вирішена задача точного повороту лонетів приводом постійного струму.

Розроблена модель приводу та структурна схема системи підлеглого регулювання кута поворота вала виконавчого механізму, розраховані відповідні параметри регуляторів. Розроблена машинна модель системи в пакеті прикладних програм Simulink та досліджена якість роботи системи. Моделювання роботи системи підтвердило її працеспроможність та відповідність заданим вимогам.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ РОЗПЛАВУ
В КОВШОВОМУ ВАКУУМАТОРІ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»

Куделя Е. В., керівник доц. Тарасевич І. Г.
Український державний університет науки і технологій

З метою підвищення якості сталевих виробів (залізничних коліс, труб, листового прокату, арматури) технологія виробництва сталі припускає використання позапічної обробки металу, від найпростіших установок до агрегатів комплексної обробки сталі з вакуумуванням. Аналізуючи існуючі способи позапічного вакуумування слід зазначити, що вакуумна дегазація сталі з продувкою аргонем в ковші в спеціальній ємності (камері) є найбільш дешевою і простою.

В умовах ПАТ «Інтерпайп НТЗ» здійснюють позапічну обробку сталі за допомогою агрегатів «піч-ківш» і вакууматора камерного типу. На цій ділянці виробляють до 114 різних марок сталі. Кожна марка сталі має свій оригінальний склад.

Актуальним завданням при здійсненні процесу вакуумування є застосування сучасних систем контролю та управління, що повинні забезпечити потрібні технологічні режими набирання вакууму і продування металу інертним газом, а також

безаварійну роботу обладнання. Також для підвищення якості обробки металу під час вакуумування та економії коригувальних добавок необхідна злагоджена робота локальних систем автоматичного регулювання (САР) технологічних параметрів.

Проведений аналіз технології вакуумування дозволив зробити висновок, що при інтенсивній продувці розплаву аргоном дуже важливо забезпечити наявність «вільного борту», тобто метал не повинен переливатися через край ковша у вакуум-камері, що може призвести до аварійної ситуації для обслуговуючого персоналу. У зв'язку з цим визначено контрольовані й регульовані параметри процесу позапічної обробки сталі та виконано постановку задачі на проектування САР рівня розплаву в ковшовому вакууматорі з використанням сучасних технічних засобів автоматизації, зокрема радіолокаційного датчика рівня.

Розроблено технічне завдання на створення САР, функціональну схему автоматизації та інформаційне забезпечення, обрано комплекс технічних засобів.

В розробленій САР можливе використання двох контурів регулювання рівня розплаву: шляхом підвищення тиску у вакуум-камері до 10^5 Па або зміною витрати аргону на продування металу в діапазоні від 20 до 200 $\text{дм}^3/\text{хв}$.

Для вибору раціонального методу управління рівнем розплаву під час вакуумування створена математична модель динаміки рівня металу в ковші внаслідок виходу значної кількості розчинених газів і аргону. Встановлено, що рівень розплаву збільшується на 0,28 м тільки з урахуванням виходу розчинених водню та аргону. Також встановлено, що регулювання рівня шляхом імпульсного скидання вакууму не слід здійснювати в автоматичному режимі, оскільки воно відбувається надмірно інерційно і призведе до затягування процесу вакуумування. Аналіз результатів моделювання цих способів регулювання рівня металу в ковші показав, що найбільш ефективне регулювання в допустимих межах може бути забезпечено регулятором витрати аргону.

Розроблена САР рівня розплаву в ковшовому вакууматорі може бути використана в якості робочого варіанту при реальному проектуванні. Також вона може бути рекомендована до впровадження на ділянці позапічної обробки сталі ПАТ «Інтерпайп НТЗ».

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ КРОКОВИМ ДВИГУНОМ НАВЧАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЛІНІЇ

Соловійова К. О., керівник доц. Рибальченко М. О.

Український державний університет науки і технологій

Крокові двигуни вже давно та успішно застосовуються у різноманітному промисловому і спеціальному обладнанні. Кроковий двигун – електромеханічний пристрій, що перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення. Кроковий двигун може точно переміщатися на мінімально можливий кут, званий кроком. Для практичних завдань можна вважати, що кроковий двигун трохи схожий на сервопривід. Зазвичай, сервоприводи обмежені кутом повороту в діапазоні від 0 до 180° , а кроковий двигун може обертатися безперервно, подібно двигуну постійного струму. Перевагою крокових двигунів є те, що можна досягти набагато більшого ступеня контролю за рухом. До недоліків крокових двигунів можна віднести дещо складніше управління, ніж у випадках із сервомоторами чи моторами постійного струму.

Управління кроковими двигунами здійснюється за допомогою мікропроцесорних систем за завантаженою в мікроконтролер програмою. Часто

виникає потреба динамічно змінювати параметри роботи крокового двигуна – швидкість обертання, напрям і величину кута повороту та ін.

Тому метою роботи було розробити бюджетну дієву систему керування кроковим двигуном, що дозволить динамічно змінювати параметри системи за допомогою персонального комп'ютера, передаючи відповідні команди у систему через СОМ-порт.

В роботі система керування кроковим двигуном розроблювалась для навчальної транспортної лінії. Склад системи керування:

- кроковий двигун FL57STH76-1006B;
- драйвер крокового двигуна ТВ6560;
- мікроконтролер Arduino Uno, що генерує керуючі імпульси;
- персональний комп'ютер, який забезпечує зручний інтерфейс керування кроковим двигуном та вибір режимів його роботи.

Така система може знайти застосування і в навчальному процесі для відпрацювання стандартних прийомів керування кроковими двигунами та навичок програмування мікроконтролерів, а також в технологічних системах, де необхідно керувати положенням механізму з високою точністю.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У ПЕЧІ ТИПУ МЕРЦ

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

Український державний університет науки і технологій

Печі Мерц ідеальні для виробництва м'яковипаленого вапна. При випалюванні використовується принцип паралельних потоків. Сировина і продукти горіння переміщуються в одному напрямку зверху вниз. Отримуване вапно високо реактивне і оптимальне для потреб сталеливарної промисловості.

Головним завданням управління такою піччю є отримання заданого складу вапна по СаО, що в основному зводиться до розрахунку необхідного обсягу газу на горіння і обсягу продувочного повітря, що є складною задачею.

При аналізі принципів побудови системи алгоритм керування може бути побудований на принципі зворотного зв'язку. В цьому випадку керуючий пристрій, аналізуючи відмінність між вихідною величиною і завданням робить такий вплив на об'єкт, щоб наблизити до заданого значення. Проте при його використанні для управління випалюванням вапна необхідне врахування багатьох вихідних параметрів процесу.

На основі проведеного аналізу розроблено технічне завдання на створення АСУ. Розроблено функціональну схему автоматизації та інформаційне забезпечення, обрані датчики, перетворювачі й виконавчі механізми. На базі устаткування фірми Advantech розроблено компонування управляючого обчислювального комплексу. Опрацьована блок-схема алгоритму функціонування системи управління.

Ефективність застосування розробленої системи підтверджена комп'ютерним моделюванням в пакеті Matlab\Simulink управління витратами природного газу й повітря, що надходять у піч типу Мерц. Результати роботи можуть бути використані при створенні автоматизованої системи управління.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

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

Український державний університет науки і техніки

Моделювання – це метод дослідження явищ і процесів, що ґрунтується конкретного об'єкта досліджень (оригіналу) іншим, подібним до нього (моделлю).

Комп'ютерне моделювання одна із ефективних методів вивчення фізичних систем. Часто комп'ютерні моделі простіше та зручніше досліджувати, вони дозволяють проводити обчислювальні експерименти, реальна постановка яких утруднена або може дати непередбачуваний результат. Логічність і формалізованість комп'ютерних моделей дозволяє виявити основні фактори, що визначають властивості об'єктів, що вивчаються, дослідити відгук фізичної системи на зміни її параметрів і початкових умов.

Комп'ютерне моделювання вимагає абстрагування від конкретної природи явищ, побудови спочатку якісної, та потім і кількісної моделі. За цим слідує проведення серії обчислювальних експериментів на комп'ютері, інтерпретація результатів, зіставлення результатів моделювання з поведінкою об'єкта, що досліджується, наступне уточнення моделі і т.д.

До основних етапів комп'ютерного моделювання відносяться: постановка задачі, визначення об'єкта моделювання; розробка концептуальної моделі, виявлення основних елементів системи та елементарних актів взаємодії; формалізація, тобто перехід до математичної моделі; створення алгоритму та написання програми; планування та проведення комп'ютерних експериментів; аналіз та інтерпретація результатів.

Розрізняють аналітичне та імітаційне моделювання. Аналітичними називаються моделі реального об'єкта, що використовують алгебраїчні, диференціальні та інші рівняння, а також передбачають здійснення однозначної обчислювальної процедури, що призводить до їх точного вирішення. Імітаційними називають математичні моделі, що відтворюють алгоритм функціонування досліджуваної системи шляхом послідовного виконання великої кількості елементарних операцій. Перевагами останніх є можливість досліджувати особливості процесу функціонування системи в будь-яких умовах, висока адекватність між фізичною суттю описуваного процесу і його моделлю, можливість описання складної системи на високому рівні деталізації, набагато більше областей дослідження, одержання більшого обсягу даних інформації про діагностуванні об'єкти, гнучкість варіювання структури, алгоритмів і параметрів модельованої системи при пошуку оптимального варіанту.

Принципи моделювання полягають у наступному: принцип інформаційної достатності (за повної відсутності інформації про об'єкт збудувати модель неможливо, а за наявності повної інформації моделювання не має сенсу); принцип здійсненості (модель, що створюється, повинна забезпечувати досягнення поставленої мети дослідження за кінцевий час); принцип множинності моделей (для повного дослідження необхідно побудувати низку моделей досліджуваного процесу, причому кожна наступна модель має уточнювати попередню); принцип системності (досліджувана система у вигляді сукупності взаємодіючих друг з одним підсистем, які моделюються стандартними математичними методами); принцип параметризації (деякі підсистеми моделюється можуть бути охарактеризовані єдиним параметром: вектором, матрицею, графіком, формулою).

ВИЗНАЧЕННЯ НАДМІРНОГО СПОТВОРЮВАННЯ СИГНАЛІВ АЛСН ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАСОВО-ЧАСТОТНОГО АНАЛІЗУ

Радзіховський К. С., керівник проф. Гаврилюк В. І.

Український державний університет науки і технологій

Автоматична локомотивна сигналізація (АЛСН) є системою, що безпосередньо відповідає за безпеку руху. Використання в системі АЛСН амплітудно-маніпульованого (модульованого) (АМ) сигналу приводить до низької завадостійкості системи. Тяговий струм, який протікає в рейках разом зі струмом АЛСН приводить до спотворення форми АМ сигнального струму, а саме змінюються тривалість і рівень струму в імпульсах і паузах сигналу, що може привести до збоїв в роботі АЛСН і, як наслідок, до збоїв в роботі системи керування рухом поїздів.

На безпечність функціонування АЛСН впливають електричні завади від тягового струму, що протікає разом з сигнальним струмом АЛСН, електромагнітні завади від інших джерел, а також намагнічування рейок, несправності колійних кодових трансмітерів, несправності елементів рейкових кіл або локомотивних пристроїв АЛСН та ще багато інших факторів.

Для попередження збоїв АЛСН кодовий струм в рейкових колах періодично контролюють за графіком процесу технічного обслуговування або при заміні обладнання локомотивної сигналізації. Вимірювання струму АЛСН провадять безпосередньо в рейкових колах або з вагону-лабораторії при його періодичних поїздах. При цьому струм АЛСН записується комп'ютером. Аналіз струму проводиться шляхом візуального аналізу часової залежності тягового струму, а також, у окремих випадках, може бути проведено спектральний аналіз струму. Проаналізувати весь зареєстрований струм практично неможливо. На результати аналізу впливають суб'єктивні фактори. Спектральний аналіз є більш тривалим процесом і теж провадиться вручну, що практично унеможливує аналіз великих масивів струму зареєстрованого вагон-лабораторією. Проте, проведення спектрального аналізу тягового струму є важливим для виявлення завад в сигнальному струмі, що можуть вплинути на безпечну роботу АЛСН.

Таким чином проблемою, на розв'язання якої спрямована дана робота, є розробка методів, що дозволяють виявити надмірні спотворення і завади в струмі АЛСН, які можуть викликати збої в роботі АЛСН.

Важливою складовою аналізу струму є його спектральний аналіз, що дозволяє визначити частоту і значення завад в струмі АЛСН. Але реальний струм АЛСН є неперіодичним і має випадкові збурення, які саме і можуть викликати збої в роботі АЛСН. Класичний Фур'є аналіз не придатний для аналізу неперіодичних сигналів. Відповідно, метою роботи є дослідження можливостей використання методів спектрального аналізу нестационарних сигналів для своєчасного визначення спотворень струму АЛСН.

Дослідження проводили використовуючи реальні сигнали АЛСН, що були зареєстровані під час тестових поїздок вагон лабораторії. З масиву сигналу АЛСН вибрані сегменти, що мають значні характерні спотворення форми сигналу. Часово-частотний аналіз сигналів проводили з використанням програмного продукту MatLab. На основі проведеного дослідження зроблено висновок, що для надійного аналізу сигналів АЛСН необхідно провадити аналіз форми, параметрів і спектрального складу сигналу АЛСН окремо в імпульсах і паузах струму. Для сортування результатів аналізу можна використовувати відомі класифікатори.

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РОБОТИ МСДЦ «КАСКАД»

**Дубовик А. К., керівник доц. Маловічко В. В.
Український державний університет науки і технологій**

Залізничний транспорт України має розвинену інфраструктуру, і для ефективного керування рухом поїздів на мережі залізниць з великою інтенсивністю руху, цілком виправдано використовувати системи диспетчерської централізації (ДЦ). За даними Головного управління автоматики, телемеханіки та зв'язку, з загальної довжини залізничних ліній Укрзалізниці (близько 22 тис. кілометрів), пристроями диспетчерської централізації обладнано 4545 кілометрів мережі. В основному, це застарілі системи, такі як ПЧДЦ, ЧДЦ, «Нева», «Луч», «Мінск», і лише 1712 кілометрів колій обладнані сучасною мікропроцесорною системою МСДЦ «КАСКАД»

Використання мікропроцесорної технології значно підвищує функціональність систем, зменшує споживання енергії та потребу у персоналі, полегшує виявлення та усунення пошкоджень тощо. Використання системи МСДЦ «КАСКАД» покращує можливості обслуговуючого персоналу щодо оперативного управління рухом поїздів порівняно з іншими системами ДЦ в Україні, але ця система була розроблена більше двадцяти років тому і відстає за функціональністю як від зарубіжних аналогів, так і від новітніх розробок вітчизняних підприємств.

Пропонується виконати модернізацію МСДЦ «КАСКАД» для підвищення надійності системи, ефективності роботи та розширення функціональних можливостей. Зокрема, пропонується використовувати апаратуру фіксації аналогових сигналів в сигнальній точці на перегоні, оскільки система «КАСКАД» не здійснює функцію телевимірювання, що обмежує можливості обслуговуючого персоналу в усуненні відмов систем АБ та АПС, вимірюванні параметрів та попередженні відмов автоматики.

Також пропонується використовувати пристрої супутникового моніторингу транспорту FORT або аналогічні їй європейські аналоги для контролю ординати рухомого складу. Ця система використовує ГЛОНАСС/GPS термінали для передачі точної ординати поїзда в реальному часі і дану інформацію пропонується завести в систему «КАСКАД», що дозволить диспетчеру більш точно контролювати ситуацію на лінії та приймати оперативні рішення керуючись найбільш актуальною інформацією стосовно місця знаходження поїздів. При виконанні ув'язки системи супутникової навігації та МСДЦ «КАСКАД» можна додатково використовувати систему супутникового моніторингу для побудови дублюючої системи контролю наближення поїзду до переїзду і за допомогою системи ДЦ та її ув'язки з АПС виконувати більш точне закриття переїзду з урахуванням фактичної ординати та швидкості руху поїзда.

В перспективі можливо виконати розробку ув'язки системи «КАСКАД» з сучасними системами АЛС такими наприклад як системи КЛУБ та АЛС МУ що використовуються зараз на залізницях України. Так як це системи на мікропроцесорній елементній базі, то є можливість двостороннього обміну інформацією з бортовим комп'ютером та обчислювальною машиною що виконує функції АРМа поїзного диспетчера в МСДЦ «КАСКАД». Таке об'єднання дасть змогу передавати додаткову інформацію на локомотив, наприклад про вільність або зайнятість переїзду до якого наближається поїзд, тим самим унеможливити аварію на переїзді у випадку якщо там застрягне автомобільний транспорт. Це стане можливим в тому випадку якщо в МСДЦ «КАСКАД» буде поступати інформація стосовно зайнятості переїзду, для чого також зараз розроблено велика кількість спеціальних автоматичних підсистем.

ЗАДАЧІ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ

Білостоцька Д. О., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і техніки

Основною задачею технічного діагностування є пошук місця і визначення причини відмов. Технічне діагностування здійснюється в системі технічного діагностування, яка являє собою сукупність засобів і об'єктів діагностування. Ухвалення рішення про стан системи і віднесення його до одного з видів – працездатного чи непрацездатного може здійснюватись тільки в процесі вимірювання і зіставлення з нормами сукупності ознак – діагностичних параметрів, які характеризують цей стан. Сучасні автоматичні системи контролю та діагностики вирішують доволі широкий спектр задач: перевірку працездатності; дослідження системи; своєчасне встановлення причини й місця відмови; реконфігурації в системі (у разі необхідності), що спрямовані на відновлення її працездатності.

Існує доволі різноманітний спектр методів діагностики з виявлення несправностей технічних засобів на ранніх стадіях. До найпоширеніших належать методи вібраційної діагностики, які зводяться до аналізу вібрацій; акустичні методи, в основі яких покладено вимірювання амплітуди й частоти звукових коливань, які випромінює досліджуваний об'єкт під час роботи; тестове діагностування дозволяє виявити дефект під час роботи або ремонту на основі аналізу проходження тестових сигналів; функціональне діагностування, спрямоване на перевірку правильності функціонування та виявлення дефектів, які його порушують.

Для діагностики датчиків важливим є використання методів, які не впливають на їхню роботу та не втручаються в неї. Тому переважно намагаються застосовувати пасивні діагностичні методи, що визначають несправності й надають оцінку поточного стану, а не активні, які діють на досліджуваний технічний засіб (а в переважній більшості випадків, прямо або опосередковано й на інші технічні пристрої), надсилаючи на нього певні сигнали й оцінюючи його реакцію на них.

Одним із варіантів проведення якісного й безпечного контролю стану обладнання для успішного і ефективного проходження технологічного процесу є комплексне діагностування, яке складається з набору діагностичних заходів, що ґрунтуються на різних методах та методиках.

Використання індивідуальних можливостей зокрема рухомого складу і забезпечення на цій основі високої ефективності рухомого складу в процесі експлуатації може бути здійснене за рахунок широкого впровадження в технологічний процес і ремонту діагностування його технічного стану. Щоб збільшити ефективність використання транспортного засобу, необхідно розробити методи й засоби діагностування, які застосовують як під час проведення технічного обслуговування і ремонту, так і як самостійний технологічний процес. Діагностування дозволяє підвищити коефіцієнт готовності і вірогідність безвідмовної роботи транспортних засобів, понизити трудомісткість і вартість експлуатації, підвищити ремонтпридатність і контролепридатність транспортних засобів.

ТОНАЛЬНІ РЕЙКОВІ КОЛА З КОДОВИМ РОЗДІЛЕННЯМ БЛОК-ДІЛЯНОК

Гірник А. В., керівник доц. Гончаров К. В.

Український державний університет науки і технологій

Рейкове коло (РК) застосовується як колійний датчик для контролю вільності колійної ділянки та цілісності рейкових ниток, а також як телемеханічний канал для встановлення безперебійного логічного зв'язку між суміжними сигнальними точками

автоматичного блокування і передачі оперативної інформації на локомотив в системах автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). Колійний приймач РК вирішує задачу виявлення сигналу контролю рейкової лінії (КРЛ) на фоні завад, що створюються тяговим струмом, сигналами АЛС, суміжними рейковими колами та іншими джерелами.

Можна виділити два напрямки підвищення завадостійкості рейкових кіл:

1) удосконалення алгоритму обробки сигналу КРЛ, 2) пошук нових більш інформативних форм сигналу КРЛ. Чим більше інформативних селективних ознак у сигналі КРЛ, тим вища ймовірність правильного виявлення такого сигналу колійним приймачем.

На мережі залізниць Україні досить широко застосовуються тональні рейкові кола (ТРК). Використання сигнальних струмів тонального діапазону дозволяє істотно підвищити завадостійкість і послабити взаємні впливи між рейковими колами, у кілька разів знизити споживану потужність, а також виключити ізолюючі стики, завдяки чому підвищується надійність рейкових кіл. У тональних РК використовується амплітудно-маніпульований періодичний сигнал контролю рейкової лінії з двома селективними ознаками: частотою несучого коливання і частотою модуляції. Захист від взаємного впливу РК здійснюється чергуванням несучих частот генераторів і застосуванням на приймальному кінці безпечних фільтрів для розділення цих частот. Для підвищення захищеності від гармонік тягового струму та захисту від впливу РК паралельної колії застосовується чергування частот модуляції.

Для підвищення завадостійкості ТРК пропонується крім частотних селективних ознак сигналу КРЛ використовувати додаткові кодові ознаки. Кожному рейковому колу присвоюється «своя» чотирихрозрядна двійкова комбінація. До такої комбінації додаються ще чотири перевірочних символи, отримані з використанням модифікованого коду Бауера. Запропоновано алгоритм перепрограмування існуючого колійного генератора ГПУ. Застосування частотних і кодових ознак розділення каналів дозволяє організувати до 80-ти незалежних РК, завдяки чому виключається можливість хибного спрацювання колійного приймача ТРК від «чужого» сигналу.

Розроблено структурну і принципову схеми, а також алгоритм роботи мікропроцесорного колійного приймача ТРК з кодовим розділенням каналів. Приймач побудований на базі сигнальних процесорів другого покоління TMS320LC2401A. Для забезпечення високої надійності і функціональної безпеки застосовується мажоритарне резервування. В якості вхідного смугового фільтра використовується цифровий фільтр Хеммінга 84-го порядку з кінцевою імпульсною характеристикою. При проектуванні цифрового фільтра враховувалися вимоги до смугових фільтрів існуючих колійних приймачів ТРК.

МЕТОДИ ВИБОРУ ОБ'ЄКТІВ КОНТРОЛЮ ДЛЯ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНЦІЙНИХ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ НА РЕЛЕЙНІЙ ЕЛЕМЕНТНІЙ БАЗІ

Маловічко Н. В., керівник доц. Рибалка Р. В.

Український державний університет науки і технологій

На даний момент залізничний транспорт в Україні є основним засобом для перевезення вантажів і пасажирів. При цьому інтенсивність руху поїздів і, як наслідок, продуктивна роботи залізниці значно залежить від ефективності роботи систем автоматики на станціях та перегонах. Системи автоматики на станціях найбільше впливають на пропускну спроможність дільниць залізниці і при цьому в Україні на 2022 р. лише 2% з них обладнані системами централізації на мікропроцесорній

елементній базі, а решта (98%) використовують в якості основних елементів для управління залізничною станцією реле першого класу надійності. Дана елементна база є фізично та морально застарілою і з кожним роком спричиняє все більше відмов в роботі, що призводить до затримки в русі поїздів і відповідно до фінансових втрат залізниці та інших учасників процесу перевезення.

Для ефективного пошуку місця відмови в станційних системах автоматики обслуговуючий персонал повинен знати принцип роботи пристроїв, послідовність їх роботи, призначення і функції кожного елемента, розміщення апаратури, а також вміти працювати з технічною документацією і вимірювальними приладами, дотримуватись певних послідовностей перевірок. Але навіть такий комплекс знань та умінь може бути недостатнім для того, щоб час на пошук несправності (що, як правило більший за час, який витрачається на заміну елемента) був мінімальним, так як в момент виявлення несправності працівник може перебувати на коліях або на іншій станції, за рахунок цього час існування несправності збільшується. Для прискорення відновлення станційних систем релейного типу після відмови пропонується розробити систему діагностування і контролю, яка в автоматичному режимі буде виявляти відмови і пропонувати обслуговуючому персоналу способи їх усунення.

Під час розробки такої системи виникла необхідність у визначенні оптимальної множини об'єктів, які підлягатимуть контролю. Для цього автором запропоновано використати системи нечіткого висновку. Об'єкти контролю для такої системи вибираються одним експертом, який досконало знає всі особливості роботи даної станції. Під час вибору об'єктів контролю для універсальної системи діагностування, яку можна використовувати на будь-яких станціях з релейною елементною базою, кращі результати отримано при роботі групи експертів з подальшим впорядкуванням рангів властивостей для кожного з об'єктів вибраних для контролю. Використання систем нечіткого висновку в системі діагностування з оптимальним набором об'єктів контролю дозволить значно пришвидшити пошук відмов в релейних системах блочного типу і в системах МРЦ навіть при порівняно невисокій кваліфікації обслуговуючого персоналу. Крім цього такі системи дозволять фіксувати та архівувати відмови що з'являються на короткий час, що дозволить відповідним фахівцям проаналізувавши причини виникнення відмови запобігати її повторній появі.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СИГНАЛІВ В РЕЙКОВИХ КОЛАХ

**Радзіховський К. С., Буряк С. Ю., керівник проф. Гаврилюк В. І.
Український державний університет науки і технологій**

Проблема, яка розглядається в роботі, стосується автоматизації моніторингу систем залізничної сигналізації, а саме колійних кіл, які є основним датчиком визначення місцезнаходження поїзда і, отже, правильне функціонування яких значною мірою визначає безпеку руху поїздів. Зростаюча складність залізничних систем і зростання швидкості руху поїздів вимагають нових підходів до обслуговування систем сигналізації.

Сигнали маніпуляції зсуву амплітуди, які отримали широке поширення в більшості звичайних рейкових кіл завдяки легкості їх генерації, мають низьку завадостійкість, і їх спотворення, викликані зміною параметрів рейкових кіл або завадами від тягової мережі, можуть призвести до збоїв у роботі системи сигналізації.

Розробка інтелектуальної системи моніторингу сигналів у рейкових колах підвищить безпеку систем сигналізації та зменшить вартість їх обслуговування. Вирішення цієї проблеми пов'язане з науково обґрунтованим виділенням характерних

ознак дефектів рейкових кіл, які можуть викликати надмірні спотворення сигналів у рейкових ланцюгах, а також вибором методу їх обробки для отримання правильного рішення.

Струм, що протікає в рейкових колах, спотворюється за рахунок індуктивних і ємнісних складових опорів рейок, кабелів, рейкових трансформаторів та інших елементів рейкових кіл, а також за рахунок сильного впливу тягового струму, що протікає в рейках. Якщо спотворення сигналу АСК перевищує допустимий рівень, колійний приймач може видати неправдиву інформацію про зайнятість або вільність колії, що може призвести до аварії поїзда.

Проблема безпечної експлуатації колійних кіл в останні роки є актуальною у зв'язку з використанням нових типів рухомого складу, що створює перешкоди в широкому діапазоні частот, збільшенням швидкості руху поїздів, а також враховуючи перспективу використання нових ліній з європейською колією 1435 мм, які можуть бути розміщені паралельно існуючим традиційним коліям 1520 мм.

Для забезпечення функціональної безпеки рейкових кіл періодично згідно з графіком технічного обслуговування проводять контроль струмів в рейках шляхом вимірювання напруги на живильному та релейному кінцях рейкових кіл. Однак такий контроль є дорогим і не забезпечує необхідної точності, оскільки збої в роботі колійних кіл зазвичай виникають через спотворення форми сигналу.

Дефекти рейкових кіл виникають і розвиваються поступово, що проявляється в поступовій зміні часових і амплітудних параметрів сигналу в рейках, тому використання класифікаторів із жорсткими правилами та чіткими межами розпізнавання образів не дозволяє виявити початкові дефекти колії. схеми.

На основі аналізу умов безпечної експлуатації рейкових кіл обрано діагностичні ознаки контролю сигналів у рейкових колах. Використання класифікаторів на основі нечіткої системи логічного висновку дає змогу виявляти початкові дефекти колійних кіл на ранній стадії. Проведені дослідження показали перспективність використання розглянутої технології для використання в інтелектуальних системах моніторингу сигналів рейкових кіл.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ АПС

Білостоцька Д. О., керівник асист. Журавльов А. Ю.

Український державний університет науки і техніки

Переїзд слугує для розв'язки руху залізничного й автомобільного транспорту, який може бути обладнаний системою автоматичної переїзної сигналізації (АПС).

На магістральних залізницях України системи АПС в основному спрямовані на підвищення безпеки руху поїздів і автотранспортних засобів на ділянках однорівневого перетину залізничних колій та автомобільної дороги, або велосипедної або пішохідної доріжки.

Взагалі АПС складається із світлофорної і звукової сигналізації, апаратури електричних рейкових кіл та апаратури керування сигналізацією, а на переїздах із черговим по переїзду, крім того, апаратури і пристроїв керування шлагбаумами.

На АПС покладено наступні функції:

- прийняття від колійних датчиків інформації для визначення стану колійних ділянок;
- управління загороджувальними світлофорами;
- управління автодорожніми світлофорами і звуковою сигналізацією;
- управління шлагбаумами (за наявності);
- контроль справності ламп автодорожніх і загороджувальних світлофорів;
- контроль справності окремих вузлів і модулів;

- формування витримки часу на відкриття маневрових і поїзних світлофорів;
- забезпечення сумісності з існуючими світлофорами в частині витримки часу;
- формування сигналу про стан АПС для індикації на пульті управління ДСП;
- ув'язку з ДК різних типів;
- скорочення часу простою автотранспорту біля переїзду за рахунок оптимізації довжин ділянок наближення і часу сповіщення.

Систему АПС рекомендується: проектувати на цифровій елементній базі; оснастити додатковими колійними датчиками сповіщення (різного типу – радіо чи дровові); системою відеоспостереження для підвищення безпеки на АПС.

Враховуючи підвищення швидкості, на залізниці, рухомого складу, та розрахунки показали, що додаткові колійні датчик сповіщення системи про наближення рухомої одиниці рекомендується встановлювати на відстані від переїзду $2 \div 5$ км, в залежності від інтенсивності та швидкості руху на залізничному переїзді.

Відповідно до програми «прошивки» мікроконтролера вносять зміни до часових інтервалів, якими необхідно скеровувати систему автоматичного управління.

При спрацьовуванні колійного датчика – рухома одиниця на ділянці, сигнал про наближення поїзда подається у мікроконтролер, що свідчить про «закриття переїзду для автомобільного транспорту».

Команда про закриття переїзду подається на світлову сигналізацію. Після закриття світлофора АПС, надходить сигнал і опитується датчик відеоспостереження, який сигналізує систему про наявність, або відсутність перешкоди (автомобіля) у розрахунковій зоні роботи шлагбауму. Якщо така перешкода відсутня, то надходить сигнал на закриття шлагбауму. Якщо перешкода присутня – подаються сигнал на закриття загороджувального світлофора, та на локомотив про перешкоду на переїзді.

Після того як остання одиниця рухомого складу прослідує район залізничного переїзду, спрацює другий колійний датчик, що подає відповідний сигнал у мікроконтролер. Мікроконтролер з урахуванням часових інтервалів здійснює процедуру «відкриття залізничного переїзду для автомобільного транспорту».

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ВЗАЄМОДІЇ З МІКРОКОНТРОЛЕРАМИ

**Сіроклин Б. Є., Тимошенко О. С., керівник старш. викл. Тимошенко Л. С.
Український державний університет науки і технологій**

З розвитком технологій мережевого підключення і розширенням можливостей мікроконтролерів, віддалене керування все більше застосовується у різних галузях життя та промисловості, сприяючи автоматизації та оптимізації різних процесів. Віддалене керування мікроконтролерами здійснюється за допомогою специфічного програмного забезпечення. Функціями якого є підтримка зв'язку та керування процесами мікроконтролеру. Питання вибору технології написання інтерфейсу керування є проблемою для багатьох фірм виробників, що бажають реалізувати крос-платформове програмне забезпечення.

Керування мікроконтролерами через web-інтерфейс дозволяє користувачам отримувати доступ до пристроїв з будь-якого місця, де є Інтернет. Це особливо важливо для мікроконтролерів, розташованих на віддалених об'єктах чи важкодоступних місцях. Web-інтерфейс можна легко розширювати та модифікувати, оновлювати та вдосконалювати функціональність без необхідності фізичної заміни апаратного забезпечення. Дистанційне керування дозволяє виконувати моніторинг, діагностику та керування мікроконтролерами без необхідності виїзду на місце. Web-інтерфейс може надавати звіти та аналітику щодо роботи мікроконтролерів. Також

web-інтерфейс містить заходи безпеки, це автентифікація та авторизація, шифрування даних і системи контролю доступу до керування роботою мікроконтролерів.

Після аналізу веб-інтерфейсів, приходимо до висновку, що при розробці програмного забезпечення для керування мікроконтролерів потрібно ретельно враховувати аспекти безпеки, оскільки віддалена взаємодія з мікроконтролерами може створювати потенційні ризики для безпеки, якщо не застосовувати відповідні заходи безпеки. Web-інтерфейс потребує стабільного Інтернет-підключення та повинен бути продуктивним, забезпечувати швидку відповідь мікроконтролера на команди і запити в реальному часі. Важливо, щоб веб-інтерфейс був інтуїтивно зрозумілим і зручним для користувачів, адаптивним до різних пристроїв і роздільних здатностей екранів. Розробка програмного забезпечення потребує планування підтримки, можливості оновлення. Розробка та підтримка веб-інтерфейсу вимагає фінансових і трудових витрат, включаючи оплату розробників та обслуговування серверів.

Отже, використання веб-інтерфейсу для взаємодії з мікроконтролерами має багато переваг. Натомість при проектуванні вимагає від розробників програмного забезпечення детальний аналіз роботи мікроконтролера для ефективної та безпечної роботи.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЛЕ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Кучерява К. М., керівник доц. Профатилів В. І.

Український державний університет науки і технологій

В даний час в системах залізничної автоматики в Україні досить широко використовують релейну елементну базу на основі реле першого класу надійності. Для вимірювання електричних параметрів реле першого класу надійності типу НМШ та РЕЛ використовують уніфікований випробувальний стенд СІ-СЦБ та стрілочний мультиметр Ц4312. Дані прилади вже давно морально застаріли та мають низьку точність, а ефективність їх використання відносно низька, головним чином, за рахунок використання великої кількості ручних операцій при вимірюванні параметрів реле. Збільшення ефективності праці ремонтного персоналу, а також зменшення ручних операцій можливо лише на основі впровадження автоматизованих методів вимірювання параметрів реле залізничної автоматики, що дозволить підняти на більш високий рівень, якість ремонту і надійність релейних систем залізничної автоматики, а також зменшити навантаження на працівників.

Автоматизований вимірювальний комплекс (АВК) для контролю параметрів реле призначений для вимірювання електричних та часових параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики типів НМШ, РЕЛ, а також 8Н8 і 4Н4 (українського виробництва) відповідно до експлуатаційно-технічних вимог до реле першого класу надійності. Окрім вимірювання параметрів реле залізничної автоматики, АВК для контролю реле дозволяє контролювати відповідність вимірюваних параметрів нормативним значенням, а також у разі оду реле з ладу визначати місце і тип несправності. АВК для контролю параметрів реле виконаний у вигляді приставки до персонального комп'ютера типу ІВМ РС, а управління всіма блоками АВК, а також реалізація алгоритмів вимірювання параметрів і характеристик нейтральних реле залізничної автоматики здійснюється за допомогою програмного забезпечення. Конструктивно АВК для контролю параметрів реле складається з чотирьох блоків: блок інтерфейсу - призначений для реалізації двостороннього обміну інформацією між АВК для контролю параметрів реле і персональним комп'ютером через USB порт; блок програмно - керованого джерела живлення - призначений для реалізації алгоритмів

вимірювання напруги (струму) вмикання і вимикання реле та дозволяє формувати постійну напругу в діапазоні 0 до 50 В з кроком 50 мВ; блок вимірювання часових параметрів реле - призначений для реалізації алгоритмів вимірювання часу вмикання та вимикання реле та дозволяє вимірювати часові інтервали в діапазоні від 65 мс до 70 хвилин, а також контролювати логічний стан 8 фронтних і 8 тилових контактів реле; блок вимірювання опору - призначений для вимірювання електричного опору обмоток реле напруги і струмових реле, а також для вимірювання перехідного опору контактів по чотирьох провідній схемі, при стабілізованому значенні струму через контакти 0,5 А.

Впровадження АВК для контролю параметрів реле дозволить: зменшити витрати часу на перевірку параметрів одного реле; збільшити точність вимірювань параметрів і об'єктивність контролю працездатності реле залізничної автоматики; збільшити продуктивність праці за рахунок виключення трудомістких і одноманітних ручних операцій; зменшити ваго-габаритні показники вимірювальних пристроїв; знизити енергоспоживання вимірювальних пристроїв.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ СТІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

Горбенко В. А., керівник проф. Гаврилюк В. І.

Український державний університет науки і технологій

В даний час переважна більшість стрілок обладнана приводами з електродвигунами постійного струму, які мають суттєві недоліки. Заміна електродвигунів постійного струму на асинхронні двигуни змінного струму стримується відсутністю гарантованого живлення змінного струму на малих станціях. Крім цього фрикційний механізм із ручним регулюванням зусилля приводу потребує вдосконалення. Перехід на трифазні асинхронні приводи потребує прокладку трифазних кабелів до приводів, що пов'язано з значними капіталовкладеннями. Рішенням цієї проблеми може бути використання в приводах перетворювача частоти, що дозволить застосувати в приводах трифазні двигуни з різними номінальними напругами, регулювати швидкість обертання валу двигуна в процесі переведення стрілки, зменшити пусковий струм на початку переводу і відбій вістряка стрілки в кінці переводу.

При використанні низькочастотного струму живлення можна зменшити швидкість обертання валу двигуна, що дозволить спростити конструкцію СЕП, відмовившись від редуктора, а в подальшому і від фрикційного механізму. Але вирішення останньої задачі потребує використання більш потужних двигунів.

Використання в приводах автономних перетворювачів напруги постійного струму в змінний трифазний струм має деяку специфіку. Трифазні інвертори з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) мають більш складну систему управління силовими ключами і, відповідно, вищу ціну. Більш прості схеми перетворювачів з прямокутними імпульсами керування мають не синусоїдальний струм і напругу на електродвигуні. Гармоніки струму негативно впливають на роботу електродвигуна та на роботу системи сигналізації.

Метою роботи є дослідити струм і напругу автономного інвертора з прямокутними імпульсами керування і визначити їх гармонійний склад. Робота має комплексний характер і в наведеній роботі проведено розробку моделі.

Типова схема автономного інвертора напруги (АІН) з прямокутними імпульсами керування уявляє собою трифазну мостову схему на шести силових ключах. В розглянутому випадку в якості ключів використано IGBT транзистори, що мають певні

переваги перед тиристорами і MOSFET транзисторами. Схема керування в цьому випадку уявляє собою три генератора прямокутних імпульсів, із зсувом по фазі один відносно іншого на третину періоду.

Модель розроблено в середовищі LTSpice. Навантаження на валу двигуна взято постійним. Залежність напруги і струму на виході АІН від часу не є синусоїдальними.

Напруга на обмотках АД двигуна має ступеневий вид. Але внаслідок індуктивної складової обмоток двигуна струм згладжується.

Як висновок роботи можна вказати, що була розроблена комп'ютерна модель стрілочного електроприводу з асинхронним двигуном модель в середовищі LTSpice. Модель дозволяє визначити пусковий струм і робочий струм переводу стрілки, а також форму напруги і струму під час переводу стрілки в залежності від навантаження на валу двигуна. При завданні навантаження на валу двигуна, що змінюється при переводі стрілки, фазові струми і швидкість обертання валу двигуна також змінюється. Струм стає не стаціонарним і для його аналізу необхідно використовувати статистичні методи.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Приходько Д. Д., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і техніки

Математичне моделювання технологічних процесів – це процес побудови математичної моделі, об'єктом якої є технологічний процес чи його складові, і яка призначена для вирішення конкретних практичних задач.

Моделювання має розрахунок значень обраного показника ефективності для різних варіантів реалізації проекрованої або досліджуваної системи. Наприклад, при визначенні варіанту побудови комп'ютерної мережі, яка б володіла мінімальною вартістю при дотриманні вимог по продуктивності і по надійності, метою моделювання може бути відшукання параметрів мережі, що забезпечують мінімальне значення показників ефективності. Одним із цих параметрів може бути вартість. Завдання може бути сформульоване інакше. З кількох варіантів конфігурації комп'ютерної мережі необхідно вибрати найбільш надійний. В даному випадку показником ефективності можна вибрати один з показників надійності (середнє напрацювання на відмову, імовірність безвідмовної роботи та ін.), а метою моделювання є порівняльна оцінка варіантів мережі за цим показником.

Сучасні засоби моделювання технологічних процесів на теперішній час – це AnyLogic – одним із найбільш універсальних засобів моделювання процесів управління підприємствами чи виробничими системами. Система «Сlobbi» – програмний продукт, який дозволяє створити математичну модель підприємства. В галузі металургії та оброблення металів – це QForm VX програмне забезпечення компанії QFX Simulations Ltd для математичного моделювання і оптимізації процесів формування металовиробів та металевого профілю.

На сьогоднішній день важливим процесом комп'ютерного моделювання є військова сфера. Розробка оптимальних стратегій і тактики ведення бойових дій та/або навчання особового складу. Все ширше використовуються методи математичного моделювання та імітації процесів ведення бою, керування бойовими засобами і установками, засобами ведення електронної війни, протиповітряної оборони чи засобами її подавлення, виконання технологічних процесів та обслуговування складної військової техніки тощо.

Незважаючи на те, що можна також робити моделювання солдатів, вдосконалювати і доводити до серійного виробництва бойової техніки і військового спорядження, важливими завданнями є визначення статичних і динамічних

характеристик солдат, що описують їх здатність сприймати і переносити фактори ураження від різних типів зброї, бойові, фізичні, теплові, радіаційні та інші навантаження, як у бою, так і в процесі довготривалого транспортування чи пересування. Наприклад, під час проектування, доведення і постановлення на серійне виробництво легких бойових тактичних позашляхових броньованих автомобілів застосовуються математичні моделі солдат (водіїв, стрільців, командирів, піхоти) – це дозволяє вдосконалити ряд захисних характеристик цих автомобілів, у тому числі, протимінний захист, забезпечивши його на рівні автомобілів

Таким чином, математичне моделювання може застосовуватися в різних видах діяльності, навіть у військовій сфері.

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

Бухреєв Р. І., керівник доц. Профатилів В. І.

Український державний університет науки і технологій

Тональні рейкові кола (ТРК) досить широко використовуються на залізничному транспорті в Україні. Причому існуючі приймачі сигналів ТРК є аналоговими пристроями, тобто реалізовані за допомогою аналогової схемотехніки і тому використовують багато фільтрів на індуктивностях та ємностях, які мають високу вартість і не дуже стабільні параметри в процесі експлуатації. Набагато кращі результати при обробці сигналів рейкових кіл можна отримати якщо реалізувати приймач ТРК на базі цифрової схемотехніки та використовувати методи цифрової обробки сигналів. Але для цього необхідно перетворити вхідний аналоговий сигнал у цифровий код, а тільки потім можна буде обробити його за допомогою методів цифрової обробки сигналів. Такий спосіб побудови цифрового приймача ТРК дозволить збільшити надійність пристрою, зменшити габаритні розміри апаратури та її вартість.

Для апаратної реалізації приймача ТРК пропонується використовувати мікроконтролер dsPIC30F1010 з вбудованим цифровим сигнальним процесором, який має високу швидкість роботи (до 30 MIPS) і потужну систему команд з підтримкою цифрової обробки сигналів. Та як усі цифрові системи працюють тільки із двійковими сигналами, що мають дискретне значення, тому вони не здатні напряму працювати з аналоговими сигналами. Для обробки аналогових сигналів за допомогою цифрового пристрою, необхідно попередньо піддати сигнал дискретизації, квантуванню та кодуванню. Мікроконтролер dsPIC30F1010 має вбудований аналогово-цифровий пристрій (АЦП). Але аналоговий сигнал не можливо подати відразу на вхід АЦП, тому 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-Кея. 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 (модулюючих і несучих); стабільну роботу приймача ТРК у широкому діапазоні напруги живлення (від 110 до 260 В) та в широкому температурному діапазоні (від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$); 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.

НОВІ СУЧАСНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ **Білостоцька Д. О., керівник доц. Буряк С. Ю.** **Український державний університет науки і техніки**

Підвищення швидкостей руху транспортних засобів є одним з основних факторів, що впливає на стрімкий розвиток залізничного транспорту.

Високошвидкісні залізничні лінії визначаються Міжнародним Союзом Залізниць і Євросоюзом (ЄС) як стандартні, з дозволеною максимальною швидкістю понад 200 км/год, швидкість лінії 300 км/год.

Європейська система управління залізничним транспортом ERTMS єдина Європейська система управління залізничним транспортом є комбінацією двох складових: Європейської системи управління рухом поїздів (ETCS) і Глобальної системи мобільного залізничного радіозв'язку (GSM-R).

Метою створення ERTMS є заміна різних (часто несумісних між собою) систем управління і забезпечення безпеки руху поїздів, що застосовуються на залізницях ЄС, єдиною системою. Робота ETCS ґрунтується на процесі послідовного прямування поїздів в умовах безперервного контролю транспортного процесу комбінацією різних технічних засобів, що дозволяє безпечно знизити міжпоїзні інтервали, а отже, і збільшити пропускну спроможність дільниць.

Eurobalises – автономні передавальні пристрої (транспондери) з енергонезалежною пам'яттю, встановленою між рейками, призначені для обміну даними з рухомих складом.

Система GSM призначена для зв'язку поїздів з управляючими центрами, а також забезпечення роботи додатків, управління трафіком. Вона гарантує зв'язок при швидкості руху до 500 км/год.

GSM-R значно відрізняється від мережі GSM. Схема покриття, що використовується в мережах GSM-R, не відповідає звичайній мережі GSM. В ній антени та базові станції BTS розташовані таким чином, щоб забезпечити радіопокриття уздовж лінії високошвидкісної магістралі з подвійним перекриттям.

Система диспетчерського управління рухом поїздів на високошвидкісних магістралях належить до складних систем з ієрархічною структурою управління, основними характеристиками якої є: наявність замкнених підсистем з явно вираженими локальними властивостями; існування глобального критерію оптимальності для системи в цілому і приватних (локальних) критеріїв для окремих підсистем; ієрархічність структури управління зі встановленими рівнями підпорядкованості (право втручання в дію будь-якої підсистеми має тільки підсистема вищого рівня); тісний інформаційний зв'язок між підсистемами

Сучасні нові системи централізованого управління та організацію диспетчерського управління рухом на високошвидкісних лініях, графіки руху поїздів і види пропускнуої спроможності на швидкісних і високошвидкісних магістралях, сучасні рішення в питаннях автоматизації управління рухом є найбільш необхідними для розвитку транспорту у всьому світі.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОЇ РОБОТИ РЕЙКОВИХ КІЛ В УСІХ РЕЖИМАХ

**Приходько Д. Д., керівник асист. Гололобова О. О.
Український державний університет науки і техніки**

Рейкове коло – це коло провідниками яких є рейки. Рейкові кола регулюють з метою одержання на колійному реле необхідної напруги, при якій забезпечується безперебійна робота кола у всіх режимах.

Для кожного типу рейкових кіл є норма, в якій в табличній формі представлені допустимі значення напруги на колійних реле і живлячих кінцях рейкових кіл перегонів і станцій.

Суть регулювання полягає в тому, що відповідно до схеми і регулювальної таблиці встановлюють необхідну напругу при номінальних обмежуючих опорах по кінцях і заданих коефіцієнтах трансформації погоджувальних трансформаторів і дросель-трансформаторів. Необхідно враховувати електричні параметри рейкового кола, довжину, фактичну напругу джерела живлення і баласту.

Норму напруги на колійному реле і живлячому кінці кожного рейкового кола визначають по нормі і встановлюють один раз (при введенні пристроїв в експлуатацію або при контрольних регулювальних перевірках). Якщо при вимірах напруга на колійному реле виявиться вищою за норму, її необхідно відрегулювати до норми. Якщо ж напруга на реле виявиться нижчою за норму, а напруга на живлячому трансформаторі відповідає верхній межі, необхідно ретельно перевірити стан рейкового кола: справність стикових з'єднувачів, стан баласту, ізолюючих стиків, інших елементів ізоляції, заземлень, перемичок, справність іскрових проміжків та інших елементів рейкового кола і зовнішніх пристроїв, що підключаються до нього.

В колах змінного струму з реле в залежності від довжини і баласту напруги на колійній обмотці встановлюються в межах від 14,2 до 46,2 В. У регулювальних таблицях для цих рейкових кіл вказують також фазовий кут між струмом колійного і напругою місцевого елементів. На ділянках з електротягою постійного струму в рейкових колах з дросель-трансформаторами межі зміни напруги на колійній обмотці значно менші, оскільки стабільність кола з дросель-трансформаторами значно вища і зміна опору ізоляції менший вплив на напругу колійної обмотки. В рейкових колах з дросель-трансформаторами і колійними реле напругу залежно від довжини і баласту встановлюють від 14 до 21 В, а в рейкових колах з одним дросель-трансформатором (на живлячому кінці) – від 14 до 25,7 В.

Необхідно мати на увазі, що напруга на релеіному кінці змінюється пропорційно до напруги на живлячому кінці. Якщо, наприклад, напругу на реле потрібно збільшити на 10%, то для цього необхідно збільшити на 10% напругу на живлячому кінці.

В процесі регулювання рейкового кола не допускається зменшувати опір обмежувальних резисторів нижче допустимих значень, а також змінювати коефіцієнти трансформації ізолюючих трансформаторів і дросель-трансформаторів, оптимальне значення яких визначено з врахуванням забезпечення всіх основних режимів роботи кола.

ВІДМІННОСТІ СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ВІД ЛІТІЙ-ІОННИХ

**Буряк С. Ю. керівник проф. Гаврилюк В. І.
Український державний університет науки і технологій**

З точки зору терміну служби літій-іонні акумулятори мають більший термін служби, ніж свинцево-кислотні. При правильному обслуговуванні середній гарантований термін служби базової свинцево-кислотної батареї становить близько 1500 циклів. Для порівняння, типовий термін служби літій-іонного акумулятора становить близько 5 років або не менше 2000 циклів зарядки. Слід зазначити, що літій-іонні акумулятори мають набагато більше за можливі цикли заряду-розряду при глибокому розряді.

Літій-іонні акумулятори мають ККД близько 95%, а свинцево-кислотні – 80-85%, тому літій-іонні батареї більш ефективні, а отже в літій-іонних батареях можна зберігати та використовувати більше енергії. До того ж свинцево-кислотні акумулятори набагато чутливіші до таких факторів, як глибина розряду, розрядний струм та температура.

Свинцево-кислотні акумулятори повинні розряджатися лише на 30% для того, щоб за кількістю циклів їх можна було порівнювати з літійовими акумуляторами з глибиною 75% розряду. Звідси випливає, що номінальна ємність свинцево-кислотних акумуляторів повинна бути приблизно в 2,5 рази більше, ніж у літійових акумуляторів, щоб забезпечити порівняний термін служби та кількість енергії, що зберігається. Свинцево-кислотні акумулятори віддають менше ємності зі збільшенням струму розряду.

Свинцево-кислотні акумулятори вимагають набагато більше сировини, ніж літій-іонні, для отримання однакової корисної ємності для зберігання енергії. Екологічні збитки при видобутку сировини для свинцево-кислотних акумуляторів набагато вищі; одержання свинцю також споживає багато енергії, що у свою чергу веде до пов'язаних із генерацією енергії викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище. До позитивних моментів можна віднести те, що більше 97% свинцю з відпрацьованих акумуляторів можна повторно використовувати.

Процес виробництва літійових акумуляторів також має деякі проблеми екології. Основні компоненти літійового акумулятора вимагають видобутку карбонату літію, міді, алюмінію та заліза. Індустрія вторинної переробки літій-іонних акумуляторів зараз тільки зароджується з метою використання нових акумуляторів більшої частини матеріалів.

Як свинцево-кислотні, так і літій-іонні акумулятори можуть увійти до «температурного розбігу», коли температура елемента швидко зростає і може статися викид електроліту, шкідливих газів і навіть займання. Таке явище є більш ймовірним для літій-іонних акумуляторів внаслідок того, що вони мають набагато більшу питому енергоємність.

Отже, завдяки своїй надійності та високій ефективності літій-іонні акумулятори перевершують свинцево-кислотні акумулятори. З цієї причини більшість оптових компаній вважають за краще використовувати літійові батареї будь-яким іншим.

Крім того, довговічність та надійність літійових батарей роблять їх ідеальним вибором для виробників. Так само варіанти батарей і новітні технології зробили цей елемент живлення більш ефективним.

ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Дунь Е. Л., Тихий В. І., керівник доц. Лагута В. В.

Український державний університет науки і технологій

Сьогодні дуже важливо мати інформацію про надійність електронного обладнання систем залізничної автоматики. Щоб мати уявлення про надійність електронного обладнання необхідно: мати інструкції, вимірювальні прилади та випробувальні стенди; проводити контроль якості матеріалів, напівфабрикатів і деталей, що поставляються; класифікувати дефекти та якісні характеристики виробів, що випускаються; проводити систематичний вибіркового контролю виробів за показниками якості; контролювати вид виробництва; спостерігати за нестандартними матеріалами, що використовуються при виготовленні; проводити спеціальні випробування без руйнування виробів, які випробуємо.

Для випуску якісного обладнання слід привести його до оцінки якості, в якій необхідно задати допустимий відсоток дефектів на один виріб, якщо він складний або декілька штук дефектних виробів на партію; визначити рівень середньої вихідної якості; визначити допустиму кількість зважених дефектів, що припадають на один виріб. Для того, щоб визначити критерії оцінки надійності необхідно: статистичні дані за деякі попередні періоди для розрахунку середніх значень параметрів якості та обґрунтування стандартизованих норм; дані, накопичені в процесі досліджень чи випробувань; знати значення параметрів, характеристик, технічні вимоги, які важливі для даного обладнання, в т.ч. дані аналізу витрат на забезпечення якості.

У динаміці процесу експлуатації виробу є 3 фази: налагодження, ефективна нормальна робота виробу та старіння (період ремонту). Відмова на кожному етапі експлуатації виробу описується за допомогою окремих законів розподілів випадкових величин. Для опису першої фази найбільш часто використовується γ -розподіл. Для другої фази – експоненціальний розподіл, для третьої фази - нормальний розподіл або суперпозиція нормального розподілу або експоненціального розподілу.

Планом вибіркового контролю виробу щодо терміну служби можна представити планом контролю безвідмовності, додавши зовнішнє навантаження і прийнявши як допущення, що після фази налагодження наступна фаза підпорядковується експоненціальному розподілу. При цьому можливі наступні варіанти організації випробувань з метою оцінки безвідмовності як середнього терміну служби виробу: випробування закінчуються після фіксації заздалегідь встановленого строку виявлення відмов (при цьому використовуються значення прийнятної і неприйнятної строків служби виробу для порівняння) та випробування закінчуються по закінченню заданого часу з заміною або без заміни елементів, що залишилися.

В даний час найбільш відпрацьованою є методика «відбракованих» випробувань, передбачена стандартом США MIL-STD-883. Даний стандарт є основою для розробки великого числа програм забезпечення надійності РЕА (радіоелектронної апаратури), що виготовляється різними фірмами США та інших країн. Указана методика випробувань може бути застосована частково або в повній мірі для випробування електронних систем залізничної автоматики.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЛЕ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

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

Український державний університет науки і технологій

Електромагнітні реле першого класу надійності використовуються в системах залізничної автоматики, що забезпечують безпеку руху поїздів на перегонах та станціях. Для виконання цих функцій реле залізничної автоматики повинні відповідати відповідним вимогам до реле першого класу надійності. Для цього, реле залізничної автоматики проходять періодичну перевірку та регулювання параметрів. При контролі параметрів реле залізничної автоматики, найбільш складним є вимірювання механічних параметрів, які виконуються вручну за допомогою набору точних щупів та грамометра часового типу Г-10-60. Аналіз статистики таких вимірювань показує, що недоліком даного способу контролю механічних параметрів реле є достатньо висока погрішність (до 40 %), яка обумовлена ручним способом вимірювань та суб'єктивністю при визначенні моменту відліку показань, а також погрішністю грамометра Г-10-60. Резерви підвищення точності перевірки механічних параметрів реле, а також скорочення часу на перевірку реле при використанні існуючої технології практично вичерпані, тому задача автоматизації процесів вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики є актуальною.

Метод автоматизованого вимірювання механічних параметрів реле першого класу надійності типу НМШ та РЕЛ ґрунтується на особливостях їх конструкції. В цих реле відпадання якоря здійснюється під дією власної ваги якоря, а не під дією зворотної пружини, як в інших типах реле. Автоматизований вимірювальний комплекс (АВК) включає в себе блок вводу аналогового сигналу в цифрову систему та блок контролю логічного стану контактів реле (одночасно можна контролювати до 16 контактів). За допомогою цих блоків забезпечується одночасна реєстрація часових діаграм стану усіх контактів, а також положення якоря реле від часу при вмиканні реле. Розроблений АВК підключається до комп'ютера через USB-порт, а для обробки отриманих даних використовуються програмно реалізовані алгоритми цифрової обробки сигналів та числові методи.

Алгоритм програмної обробки даних складається з наступних етапів:

- визначення ходу якоря при вмиканні реле $x(t)$ по оцифрованому аналоговому сигналу;
- визначення спільного ходу контактів шляхом співставлення залежності $x(t)$ і часової діаграми розмикання тилових та замикання фронтних контактів, отриманих за допомогою блока контролю логічного стану контактів реле;
- визначення електромагнітної сили притягнення якоря шляхом диференціювання залежності $x(t)$;
- визначення скритих ходів для тилових і фронтних контактів;
- визначення контактного тиску.

Даний метод автоматизованого вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики дозволяє розв'язати задачу автоматизації вимірювання механічних параметрів відповідно до експлуатаційно-технічних вимог до реле першого класу надійності. Похибка обчислення параметрів не перевищує 10 % для фронтних контактів і 5 % для тилових контактів, що дозволяє використовувати розроблений метод на практиці замість існуючої технології перевірки параметрів реле залізничної автоматики.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРУ ФАЗОВИХ СТРУМІВ СТРІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

Гололобов Є. С., керівник проф. Гаврилюк В. І.

Український державний університет науки і технологій

Метою роботи є дослідити струм і напругу автономного інвертора з прямокутними імпульсами керування і визначити їх гармонійний склад.

В даний час переважна більшість стрілок обладнана приводами з електродвигунами постійного струму, які мають суттєві недоліки. Заміна електродвигунів постійного струму на асинхронні двигуни змінного струму стримується відсутністю гарантованого живлення змінного струму на малих станціях. Перехід на трифазні асинхронні приводи потребує прокладку трифазних кабелів до приводів, що пов'язано з значними капіталовкладеннями. Рішенням цієї проблеми може бути використання в приводах перетворювача частоти, що дозволить застосувати в приводах трифазні двигуни з різними номінальними напругами, регулювати швидкість обертання валу двигуна в процесі переведення стрілки, зменшити пусковий струм на початку переводу і відбій вістряка стрілки в кінці переводу. При використанні низькочастотного струму живлення можна зменшити швидкість обертання валу двигуна, що дозволить спростити конструкцію СЕП, відмовившись від редуктора, а в подальшому і від фрикційного механізму. Але вирішення останньої задачі потребує використання більш потужних двигунів.

Використання в приводах автономних перетворювачів напруги постійного струму в змінний трифазний струм має деяку специфіку. Трифазні інвертори з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) мають більш складну систему управління силовими ключами і, відповідно, вищу ціну. Більш прості схеми перетворювачів з прямокутними імпульсами керування мають не синусоїдальний струм і напругу на електродвигуні. Гармоніки струму негативно впливають на роботу електродвигуна та на роботу системи сигналізації. Типова схема автономного інвертора напруги (АІН) з прямокутними імпульсами керування уявляє собою трифазну мостову схему на шести силових ключах. В розглянутому випадку в якості ключів використано IGBT транзистори, що мають певні переваги перед тиристорами і MOSFET транзисторами. Схема керування в цьому випадку уявляє собою три генератора прямокутних імпульсів, із зсувом по фазі один відносно іншого на третину періоду.

Модель розроблено в середовищі LTSpice. Навантаження на валу двигуна взято постійним. Залежність напруги і струму на виході АІН від часу не є синусоїдальними.

Напруга на обмотках АД двигуна має ступеневий вид. Але внаслідок індуктивної складової обмоток двигуна струм згладжується.

Дослідження спектру проведено за допомогою метода Фур'є перетворення в програмі LTSpice. В спектрах струмів на вході і на виході АІН присутні гармоніки в широкому діапазоні частот. Коефіцієнт нелінійних спотворень (THD) струму на вході дорівнює 67,45 %, а на виході для напруги 54,66 %, і для струму – 31,93 %.

Такі значення є великими для практичного застосування і вимагають використання фільтрів для зменшення негативного впливу гармонік.

В роботі проведено аналіз перетворювачів для керування стрілочним електроприводом змінного струму та досліджено струм і напругу автономного інвертора з прямокутними імпульсами керування, а також визначено їх гармонійний склад. За результатами дослідження видно що використання інвертора в схемі живлення електродвигуна змінного струму в стрілочному електроприводі можливе, але потрібне встановлення додаткових фільтрів для боротьби з завадами.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИВОДІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

Ляховченко Б. В., керівник доц. Лагута В. В.

Український державний університет науки і технологій

Класифікація електричних приводів стрілочного переводу необхідна при вирішенні задачі їх подальшого удосконалення для забезпечення безпеки руху поїздів.

Згідно з вимогами Правил технічної експлуатації залізниць стрілочні переводи повинні забезпечувати: щільне прилягання притиснутого вістряка до рамної рейки при крайніх положеннях стрілки; незамкнення стрілки при зазорі 4 мм і більше між притиснутим вістряком і рамною рейкою; відведення вістряка від рамної рейки на відстань 125 мм; механічне замикання вістряків стрілки для запобігання їх відходу при проході поїзду; захист від перевантажень двигуна і віджиму рамної рейки при попаданні стороннього предмету між вістряком і рамною рейкою; можливість переведення стрілки вручну.

Стрілочні приводи на залізницях, в залежності від області застосування, умовно поділяються на такі групи: для звичайних стрілочних переводів з марками хрестовин 1/11 і крутіше, широко поширених на станціях без високошвидкісного руху; для стрілочних переводів з пологими вістряками і рухомим серцевиком хрестовини високошвидкісних ділянок залізниць; для крутих стрілок сортувальних гірок.

По виду споживаної енергії приводи бувають електромеханічні, електромагнітні, електропневматичні, електрогідравлічні. Дія електропневматичних і електрогідравлічних стрілочних переводів засноване на застосуванні пневматичних і гідравлічних двигунів. По виду замикання розрізняють стрілочні приводи з зовнішнім і внутрішнім замиканням стрілочних вістряків.

За способом сприйняття розрізу стрілки, тобто її примусового переведення ребордами коліс рухомого складу при пошерстному русі, приводи діляться на врізні і неврізні.

За часом перекладу стрілочні приводи можна розділити на швидкодіючі (час переведення стрілки до 1 с), з нормальним часом перекладу (до 5 с), і повільно діючі (більше 5 с).

Здійснювати автоматичний контроль справності і діагностику ушкоджень електромотора дозволяє використання комп'ютерних технологій для виявлення несправностей в стрілочних електроприводах постійного струму. Для цієї мети використовується спеціальний інтерфейс, що дозволяє короткочасно перевести в період переведення стрілки електродвигун в режим генератора і зняти за допомогою аналого-цифрового перетворювача генераторну характеристику.

Сучасні стрілочні електроприводи повинні гарантовано забезпечувати показники безпеки руху поїздів і бути високонадійними. Тенденції досягнення високих швидкостей руху висувають більш жорсткі вимоги до надійності технічних засобів, що забезпечують безпеку руху поїздів по стрілочному переводу.

Для забезпечення високих швидкостей руху поїздів необхідний новий підхід до розробки стрілочного переводу і електроприводу. Реалізація даної задачі має на увазі створення єдиного технічного комплексу стрілочного переводу з можливістю діагностики його стану і оцінкою показників безпеки руху поїздів по стрілці. Виробництво такого технічного комплексу не можливо без застосування принципово нових технічних рішень побудови стрілочних переводів, електроприводів, гарнітури і систем контролю.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ З ШІМ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА МОДЕЛІ

Зуб І. Д., керівник проф. Гаврилюк В. І.

Український державний університет науки і технологій

Останніми десятиліттями у багатьох виконавчих пристроях широко використовуються асинхронні двигуни (АД), що обумовлено, зокрема розробкою потужних інверторів для їх живлення, що дозволяють здійснювати плавне регулювання частоти обертання ротора АД за заданою програмою. Регулювання частоти обертання валу двигуна здійснюється шляхом зміни частоти трифазної напруги, що подається від інвертора до двигуна. Механічні характеристики двигуна при цьому достатньо жорсткі та забезпечують стабільну роботу електричного приводу. У разі підтримки магнітного потоку двигуна незмінним регулювання його частоти обертання провадиться при постійному моменті. Для цього необхідно при зміні частоти в тому ж напрямку і в тій же кратності змінювати і величину напруги або використовувати інші відомі способи регулювання.

Основна схема трифазного інвертора уявляє собою три однофазних інвертора на 6-ти силових ключах, які управляються спеціальним пристроєм керування (контролером) за певним законом. При простішому законі керування фазні напруги мають вигляд прямокутних імпульсів, що зміщені один відносно одного на третину періоду. Для отримання синусоїдальної напруги використовують ШІМ регулятори.

Метою роботи є дослідження роботи автономного інвертора напруги з шім для живлення асинхронного двигуна на моделі. Модель була розроблена в пакеті моделювання Simulink/Matlab.

Широтно-імпульсна модуляція вихідної напруги інвертора здійснимо за синусоїдальним законом. Для цього використовується три синусоїдальні сигнали здвинуті по фазі один відносно іншого на третину періоду, частота яких може бути змінена схемою керування.

Для моделювання обрано трифазний АД з такими параметрами: номінальна потужність – 18,45 Вт, лінійна напруга 400 В, частота живлячого струму – 50 Гц, активний опір статорної обмотки – 0,5968 Ом; індуктивність – 0,000349 Гн, активний опір ротора – 0,6258 Ом; індуктивність – 0,005473 Гн, взаємна індуктивність між статором і ротором – 0,0354 Гн, фактор інерції – 0,05 кг м²; коефіцієнт тертя – 0,005879 Н м; число пар полюсів – 2. Механічний момент на валу при моделюванні задавали довільно.

Проведено моделювання роботи асинхронного двигуна при його живленні від інвертора з ШІМ в залежності від зміни навантаження на валу двигуна, а також при різних частотах живлячої напруги. При включенні інвертора фазні струми двигуна збільшуються, що відповідає пусковому струму, а потім стабілізуються за значенням.

При збільшенні механічного моменту на валу двигуна збільшується електромагнітний момент і струм двигуна, а швидкість обертання валу зменшується від номінальної 1500 об/хв до 1200 об/хв на 2-й секунді після включення напруги.

Як висновок роботи можна зазначити, що була розроблена модель автономного інвертора напруги з ШІМ для живлення асинхронного двигуна і досліджено його роботу. Адекватність розробленої моделі підтверджена порівнянням з результатами вимірювання на реальному приводі. Отримані в результаті моделювання дозволяють проаналізувати струм двигуна, електромагнітний момент і швидкість обертання валу двигуна в залежності від навантаження на валу двигуна.

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ РЕЙКОВИХ КІЛ НА ПЕРЕГОНІ
Приходько Д. Д., Крупін О. О., керівник доц. Профатилів В. І.
Український державний університет науки і технологій

Одним з найважливіших елементів пристроїв залізничної автоматики в Україні є рейкові кола (РК), які використовуються в якості датчиків присутності потягу на ділянці контролю і які безпосередньо впливають на безпеку руху поїздів на перегонах та станціях. Рейкові кола відрізняються складністю в експлуатації, вимагають значних експлуатаційних витрат та складними і небезпечними умовами праці. Наприклад, при ремонті рейкових кіл не менш 60-80 % часу йде на пошук і визначення несправності, тому розробка автоматизованих методів дистанційної діагностики РК є актуальною науковою і технічною задачею.

Розроблена система дистанційної діагностики призначена для 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, його 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 50 Гц та 25 Гц, рейкове коло представляють у вигляді дводротової електричної лінії з розподіленими параметрами, а для представлення схемам заміщення елементів релейного та живлячого кінця, використовуються чотириполюсники. Так як частотний діапазон роботи РК обмежений областю низьких частот, то схема РК заміщається пасивним симетричним чотириполюсником з розподіленими параметрами, що описуються матрицям передачі. Для розрахунку режимів роботи РК, аналізу та перевірки критеріїв надійності цих режимів вимірюється значення струму й напруги на релейному та живлячому кінці РК за допомогою аналого-цифрового перетворювача, що вбудований в ПІС-мікроконтролер, який встановлюється на кожній сигнальній установці РК. Потім данні передаються на станцію (де встановлений АРМ електромеханіка) для розрахунку струмів та напруг на початку та в кінці РК і визначення коефіцієнтів чотириполюсника та вторинних параметрів рейкового кола.

Експериментальна перевірка точності розрахунку параметрів РК була виконана за допомогою математичного пакету Matlab. Вона показала, що процентне відхилення розрахункових та експериментальних даних не перевищує 10-15 %, що цілком допустимо для використання розробленої системи дистанційної діагностики РК на перегоні для експлуатації на залізничному транспорті в Україні. Впровадження даної системи діагностики дасть можливість оперативно виявляти відмови, зменшити час пошуку та усунення несправності, контролювати параметри РК в автоматичному режимі при мінімальній участі експлуатаційного персоналу, знизити час знаходження людей на перегоні, що підвищить безпеку праці та поліпшить умови роботи електромеханіка, а також виконати перехід з планово-запобіжного методу обслуговування РК до методу обслуговування «по стану», що дозволить значно знизити експлуатаційні витрати.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Костенко К. Л., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Одними із найбільших недоліків літій-іонних акумуляторів є чутливість до кінцевого рівня заряду, нагрівання та короткого замикання, які можуть впливати на життєвий цикл та робочі показники акумулятора.

На скорочення терміну експлуатації акумулятора впливає повний заряд та розряд. Не можна зберігати батареї при повному заряді, так як це не лише зменшить розрядну ємність, а й знизить робочу напругу. Літій-іонні акумулятори зберігають при 60% заряду, що дозволяє застосовувати його у будь-який момент, а також не позначиться на життєвому циклі батареї.

Ще одним вагомим недоліком літій-іонних акумуляторів є чутливість до перезарядів і перерозрядки, через що вони повинні мати у своїй конструкції обмежувачі заряду і розряду. Зі зростанням струму розряду розрядна ємність акумулятора знижується незначно, але зменшується робоча напруга. Такий же ефект спостерігається при розряді при температурі нижче 10 °С.

Найбільшого ж впливу на життєвий цикл літій-іонних акумуляторів завдає саме нагрівання. Однією із вимог в експлуатації батареї є те, що температура місця, де зберігається та використовується пристрій, повинна бути від -5 до +25 °С. При зберіганні чи використанні акумулятора при температурі 50 °С деградація ємності йде практично в 6 разів швидше.

Також не варто зберігати чи використовувати акумулятори при температурі менше 0 С – це може призвести до різкого зниження ємності. Найбільш морозостійкі батареї продовжують працювати і при температурах до -40°С, однак їх ємність при цьому зменшується приблизно до 12%. Пов'язано це з тим, що речовина електроліту або просто замерзає, або сильно падає її провідність по іонам літію. Наука у вдосконаленні літій-іонних акумуляторів не стоїть на місці. Наразі китайські вчені розробили матеріал електроліту для цих батарей, що дозволяє батареї працювати при мінусових температурах аж до -70 °С. Тому така розробка збільшує термін експлуатації акумулятору.

Важливий показник, який вказує на кількість часу роботи батареї – це ємність акумулятора. Ємність, як і заряд, дуже залежить від сили струму. Чим більше сила струму розряду на акумуляторі, тим швидше він відає енергію і розряджається. При цьому, головною причиною саме нагрівання акумуляторів стає використання дуже великих струмів. Через що пристрій починає «кипіти» – утворення в його електроліті вуглецю. Це може призвести до роздування батареї, чи, навіть, вибуху. Після чого така літій-іонна батарея не придатна для використання. Крім того, у конструкції акумулятора наявний термозапобіжник, який при нагріванні батареї до 90 °С від'єднує ланку від її навантаження, забезпечуючи таким чином її термозахист.

Таким чином, значного впливу на життєвий цикл літій-іонних акумуляторів завдають не тільки умови експлуатації та режими зарядки та розрядки, а саме температура, що у разі її зниження чи збільшення може істотно зменшити термін використання батареї, її ємність або навіть стати причиною її виходу з ладу.

ПОВЕДІНКА ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ В УМОВАХ ПЕРЕЗАРЯДЖЕННЯ

Гаркуша Е. В., керівник асист. Гололобова О. О.

Український державний університет науки і технологій

Завдяки високій питомій енергії та низькому саморозряду літій-іонні акумулятори часто використовують в якості джерел живлення різних електричних пристроїв. Усі виготовлені в наш час батареї літій-іонних акумуляторів обов'язково мають електронні системи контролю та управління, які захищають від перезарядження, перерозряду та короткого замикання. Ці пристрої мають досить високий рівень надійності, але навіть при відмові акумулятора не повинні становити загрозу для споживача.

Одним з найважливіших тестів з безпеки літій-іонних акумуляторів є перевірка на стійкість до перезаряду. При проведенні випробування розряджений акумулятор вмикається на заряд номінальним струмом до загальної набраної ємності, що перевищує номінальну у 2,5 рази. Величина напруги при цьому не обмежується. Під час випробування акумулятор не повинен вибухнути, спалахнути або розгерметизуватися з виділенням диму.

Активний матеріал розрядженого позитивного електроду літій-іонного акумулятора має склад LiCoO_2 . Нормально зарядженому стану відповідає $\text{Li}_{0,45}\text{CoO}_2$ – $\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2$. При подальшому заряді вміст літію продовжує зменшуватися, так поступово невідвратно починає змінюватися кристалічна решітка. Це призводить до зростання зарядної напруги.

Температура корпусу акумулятора, що відповідає температурі навколишнього середовища до напруги на акумуляторі нижче 4,6 В, під час подальшого перезаряду зростає і в режимі 0,2С поступово стабілізується на більш високому рівні. У призматичних акумуляторів при перезаряді понад 4,6 В спостерігалася деформація корпусу через зростання тиску всередині акумулятора. Розгерметизація акумуляторів при струмі 0,2С не спостерігалася. При перезаряді струмом 0,5С призматичного акумулятора з номінальною ємністю 1,5 А·год спостерігалася деформація корпусу після досягнення напруги 4,5 В. Після надання йому вдвічі більшої ємності напруга різко зросла. Температура корпусу перевищила 100 °С, відбулася розгерметизація акумулятора і менше ніж за хвилину – запалення парів електроліту. Незбалансованість тепловиділення з відведенням тепла у зовнішнє середовище призвела до так званого теплового розгону (автокаталітичної екзотермічної реакції всередині акумулятора), який і став причиною розгерметизації та займання акумулятора.

Дослідження літій-іонних акумуляторів з позитивним електродом на основі LiCoO_2 показало їхню стійкість до перезаряду в номінальному режимі. Акумулятори безпечні та зберігають герметичність при струмі 0,2С ємності, що перевищує номінальну в 2,5 рази. При перезаряді більшим струмом (0,5С) акумулятори зберігають герметичність, поки основним процесом на позитивному електроді є його делітізація, але в наступний період перезаряду, коли починає переважати екзотермічний процес окислення електроліту з утворенням газоподібних продуктів, стійкість акумуляторів залежить від умов встановлення рівноваги між теплом, що виділяється і відводиться.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ У МАЙБУТНЬОМУ

Білостоцька Д. О., керівник доц. Буряк С. Ю.

Український державний університет науки і техніки

Моделювання – це спосіб дослідження будь-яких явищ, процесів або об'єктів шляхом побудови й аналізу їх моделей.

Моделювання можна визначити як метод опосередкованого пізнання, при якому досліджуваний об'єкт-оригінал знаходиться в деякій відповідності з іншим об'єктом-моделлю. Моделювання являє собою процес заміни однієї системи (об'єкта-оригіналу або процесу) іншою системою з метою отримання інформації про цей об'єкт-оригінал шляхом проведення експериментів з отриманою моделлю. Складність моделювання як процесу полягає у відповідному виборі такої сукупності моделей, які замінюють реальний об'єкт у потрібному відношенні.

Комп'ютерні моделі є дискретними, результати моделювання представляються в матричному та векторному вигляді, тобто у вигляді масивів-таблиць.

Системи автоматичної ідентифікації рухомого складу (САІ РС) призначені для автоматичного зчитування інформації і фіксації проїзду рухомих одиниць (локомотивів, вантажних і пасажирських вагонів, вагонів-механізмів) через заздалегідь обрані пункти зчитування.

Автоматична ідентифікація та діагностування замінює ручне і візуальне натурне списування рухомого складу, забезпечує якісне поліпшення відомостей про рухомі об'єкти в частині достовірності інформації та оперативності її доставки користувачам на всіх рівнях управління. САІ РС функціонують в реальному масштабі часу і дозволяють організувати і вести оперативно достовірну контрольовану базу даних на рівні інформаційно-обчислювальних центрів (ІОЦ) доріг і галузі в цілому, а засоби діагностування дозволяють пришвидшити ремонт та знаходження відмов чи несправностей.

Перевагами імітаційного або комп'ютерного моделювання є висока адекватність між фізичною суттю описуваного процесу і його моделлю, можливість описати складну систему на досить високому рівні деталізації, значно більше областей дослідження, ніж аналітичне моделювання, відсутність обмежень відображення в моделі залежностей між параметрами моделі, можливість оцінки функціонування системи не тільки в стаціонарних станах, але і в перехідних режимах (процесах), одержання значної кількості даних про досліджуваний об'єкт (закон розподілу випадкових величин, числові значення абсолютні та відносні, і багато іншого).

Недоліками імітаційного моделювання є вища вартість і довший час розробки моделі в порівнянні з аналітичною, складність оцінювання ступеню точності моделі, її адекватності досліджуваному процесу, відносно високі вимоги до кваліфікації розробника для написання програмної реалізації моделі.

Моделювання, яке полягає в отриманні за допомогою комп'ютера статистичних даних про процеси, які відбуваються в модельованій системі, з наступною обробкою їх методами математичної статистики є найбільш високоточним та надає найбільший обсяг даних інформації про діагностуванні об'єкти.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КОНВЕРТОРА НАПРУГИ ДЛЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Проценко Л. О., керівник проф. Гаврилюк В. І.

Український державний університет науки і технологій

Сонячні електростанції є одним з основних напрямків розвитку і впровадження відновлюваних джерел електричної енергії. Сонячні електростанції містять у складі як мінімум два перетворювача, один з яких призначений для перетворення напруги з виходу фотоелектричної панелі (ФП) у напругу необхідного рівня для заряджання акумулятора. Другий перетворювач призначений для перетворення енергії постійного струму в змінний струм промислової частоти для внутрішніх потреб і, при наявності надлишкової енергії для її продажу зовнішнім споживачам.

Метою даної роботи є дослідження роботи конвертора напруги для сонячної електростанції на комп'ютерній моделі. Для дослідження обрано без трансформаторну схему перетворювача. Моделювання проведено в пакеті Matlab/Simulink.

В якості ФП обрано типову панель SolarTech UniversalHJTВ-W-325 що має такі параметри: кількість елементів в панелі – 60; максимальна потужність панелі - 329,5 Вт; напруга розімкненого кола - 44,07 В; струм короткого замикання - 9,71 А; напруга при максимальній потужності – 37,92 В; струм при максимальній потужності – 8,69 А. Для накопичення енергії обрано стандартний акумулятор напругою 12 В.

Відповідно для перетворення вибрано схему перетворювача постійної напруги (ППН), що зменшує напругу до напруги заряду акумулятора ~15 В.

Перетворювач постійної напруги (ППН), що знижує напругу, обрано за стандартною схемою “Buck” перетворювача. Для регулювання напруги на виході ППН змінюють тривалість включеного стану транзистора. Регулювання напруги, у якому частота подачі імпульсів на навантаження стала, але змінюється їх тривалість, називається широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). ППН, в яких застосовується такий спосіб регулювання, називають широтно-імпульсними перетворювачами (ШІП). Таким чином, при ШІМ частота і період проходження імпульсів постійні. Можливі й інші способи регулювання, при яких регулювання середнього значення напруги на виході проводиться зміною частоти імпульсів постійної тривалості (частотно-імпульсна модуляція) або одночасним зміною частоти і тривалості імпульсів (частотно-широтно-імпульсна модуляція). Найчастіше застосовується ШІМ. Тому далі розглядається лише ШІМ. Модель складається з випрямляча на чотирьох діодах і понижуючого ППН. Для управління IGBT транзистором використовується схема керування. Для розрахунку ППН необхідно визначитися зі значенням напруги, що генерує панель в залежності від сонячного випромінювання. В моделі задано залежність сонячного опромінювання від часу і залежність температури ФП від часу.

В результаті моделювання отримано вид характеристик ФП, а саме, - характер збільшення напруги і струму ФП при підвищенні сонячного опромінювання. Підвищення температури приводить до незначного збільшення струму і напруги.

Як висновок роботи, можна навести, що розроблена комп'ютерна модель і проведено моделювання роботи сонячної електростанції. Отримано залежності струму, напруги на батареї і стану заряду батареї в процесі функціонування.

**INVESTIGATION OF REDUCING ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE
GENERATED BY ASYNCHRONOUS DRIVES OF SWITCH MACHINES**
**Regis Nibaruta (University of Twente, Enschede, Netherlands), Muhammad Jaseel Ka
(University of Nottingham, Great Britain), supervisor, professor Volodymyr Havryliuk**

Ukrainian State University of Science and Technologies.

Electric drives with asynchronous motors and power converters have found widespread use in railway transport in recent decades to control the operation of actuators, in particular turnouts, automatic barriers at crossings, etc. Increasing the switching frequencies of power converters leads to an increase in electromagnetic interference (EMI) affecting the external power supply network, the asynchronous motor, as well as nearby signaling and communication devices. In particular, the recent replacement of DC drives in railway switch drives with asynchronous drives requires the use of a single-phase DC or AC converter to three-phase AC.

In addition, a rational mode of switching is possible when using asynchronous drives with the frequency and current value of a three-phase inverter regulated according to a certain law. For this purpose, controlled inverters with pulse width modulation are used. Thus, asynchronous turnout drives are a source of electromagnetic interference in a wide frequency range, affecting the operation of signaling systems, in particular, track circuits on railways.

The purpose of this work is to consider the issue of reducing electromagnetic interference generated by asynchronous drives of switch machines that can affect railway signaling systems.

Power supply systems for railway automation actuators consist of cable power supply lines, power converters, electric drives and control devices that control the correct execution of technological operations.

Protection against electromagnetic interference must be carried out in all elements of this chain. One way to reduce conducted noise is to ensure that the noise source itself produces less noise. On the other hand, noise can also be reduced along the noise path through filtering and other means.

Electromagnetic interference frequency ranges are 10 Hz to 10 kHz, 10 kHz to 30 MHz for conduction, and 30 MHz to 1 GHz for radiation [3]. Traditionally, total EMI conducted noise consists of two modes: common mode interference (CM) is electromagnetic interference present in the line and neutral relative to the protective earth; and differential (transverse) mode (DM) noise is electromagnetic interference noise present at the phase reference line relative to the neutral.

In order for signaling and communication systems to operate safely, EMI from electrical drives must meet the stringent EMC standards developed by the International Electrotechnical Commission (IEC), International Special Committee on Radioelectric Interference (CISPR). Restrictions on EMI are given in EN 50121, EN55022, etc.

The literature has proposed many methods of protection against electromagnetic interference created by power converters, methods for selecting their parameters, and computer and analytical models of them. These filters can be a separate unit located separately, or they can be integrated into the power converter itself. This leads to a further division into external EMI filters and internal filters. External EMI filters can be divided into passive and active filter types.

External passive filters on discrete LAN elements are widely used to attenuate common-mode and differential noise generated by power converters. The work examines simple analytical expressions that allow one to evaluate the attenuation of EMI by passive

filters and provides a computer model of the filter in the control system of the electric switch drive.

ЗАСТОСУВАННЯ ДВОПОЛЮСНИКІВ В СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ. СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД

Білоконенко Г. В., керівник доц. Сердюк Т. М.

Український державний університет науки і технологій

Залізничний транспорт подолав великий шлях довжиною в декілька століть розпочинаючи від примітивних своїх форм, закінчуючи надшвидкісними поїздами які вже є буденністю для нас сьогодні. Те, що потяги не втратили своєї актуальності за такий, досить довгий проміжок часу, свідчить про значну важливість та необхідність цього виду транспорту в нашому сучасному житті.

Але, все це було б неможливим без значної модернізації та впровадження сучасних технологій у залізничну інфраструктуру, а сучасну залізничну інфраструктуру неможливо уявити без систем автоматики яка відповідає за значну кількість функцій, та забезпечує безпеку та ефективність у процесах перевезень залізничним транспортом. Однією з важливих елементів цих систем і є двополюсники. У більшості, в системах залізничної автоматики, двополюсники застосовуються для контролю положення коліс залізничних вагонів. Вони розташовуються на рейках та забезпечують надійну взаємодію та контроль між колесами та рейками.

Окрім цього, двополюсники допомагають визначати положення вагонів на коліях, що важливо для регулювання руху по залізниці. З їх допомогою системи автоматики можуть визначати, чи є вагони на певній ділянці колії та у разі потреби вживати необхідні заходи. Також, двополюсники застосовуються для обліку та ідентифікації вагонів, тому що, кожен з них, має унікальний набір двополюсників, що дозволяє системам автоматики ідентифікувати конкретні вагони. Це корисно для обліку вантажів та контролю їхнього переміщення. Важливою частиною залізничних перевезень є забезпечення безпеки руху та керування поїздів і у цьому також можуть допомогти двополюсники. Завдяки їм, системи залізничної автоматики можуть використовувати дані з двополюсників для виявлення несправностей у вагонах або колесах. Це дозволяє оперативно аналізувати отриману інформацію та швидко виробляти технічні рішення для обслуговування та усунення недоліків, що допомагає запобігати аваріям. Інша сфера застосування – фільтри рейкових кіл і системи автоматичної локомотивної сигналізації.

Важливим інструментом і, скоріше за все, вже надовго нашим супутником у сучасному світі є штучний інтелект, тому, безумовно, слід використовувати технології навчання штучного інтелекту для застосування з двополюсниками у залізничній автоматичній. Застосування такої технології допоможе пришвидшити та систематизувати аналіз даних які ми отримуємо за допомогою двополюсників. Штучний інтелект зможе швидше та ефективніше обробляти велику кількість даних, що надходять за короткий проміжок часу, виявляти проблеми та недоліки і допомагати приймати оперативні рішення що дозволять більш ефективно приймати важливі рішення та планувати дії для усунення недоліків. Все це полегшить та пришвидшить планування та керування рухом залізничного транспорту.

Необхідним для розвитку систем автоматики у майбутньому є створення та інтеграція систем за допомогою Інтернет речей (IoT), цей процес дозволить об'єднати велику кількість залізничних систем та надасть можливість віддаленого керування та моніторингу інформації що надходить за допомогою двополюсників у реальному часі, що спростить процес керування як такий. Окрім цього, за допомогою IoT можна буде

досягти інтеграції інших сенсорів та об'єднання отримуваної інформації одразу з декількох різних типів джерел таких як відеокамери та радари, наприклад, разом, все це дозволить підвищити якість контролю та покращити рівень безпеки під час залізничних перевезень.

ВИКОРИСТАННЯ РОБОТЕХНІКИ В СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

**Костенко К. Л., керівник доц. Сердюк Т. М.
Український державний університет науки і технологій**

Сьогодні не можливо уявити сучасний світ без машин та автоматизованих пристроїв, які оточують людей скрізь: у транспорті, побуті та на виробництві. Прагнення людства замінити людину у важкій роботі, породжувало нові ідеї у створенні новітніх технологій.

Робототехніка виникла на основі кібернетики та механіки, а далі вона породжує нові напрямки розвитку. Сучасні роботи – це високотехнологічні механізми, які виконують складні та прості функції, такі як сервісні, виробничі, навчальні, транспортні. Прикладом для створення різних маніпуляцій та рухів у роботів, стали фізичні та інтелектуальні можливості людини. Функціональна схема робота включає в себе виконавчу і маніпуляційну систему і систему руху. Виконавча система складається з механічної системи та системи приводів. Механічна система маніпулятора – це кінематичне коло, яке складається з рухомих ланок з кутовим або поступальним переміщенням і закінчується робочим органом у вигляді пристрою або якого-небудь інструменту. Робот також містить механічну систему руху і сенсорні системи, пристрій керування.

Основною системою у функціональній схемі робота вважається привід. Він включає в себе двигун та пристрій керування, механізми для передачі та перетворення руху (редуктори, перетворювачі обертального руху в поступальний та навпаки), гальма та муфту. До приводів пред'являють досить жорсткі специфічні вимоги: перехідні процеси не повинні бути коливальними; мінімальні розміри; надійність; вартість; зручність використання; швидкість поступального руху від часток до декількох м/с. У роботах використовують практично всі відомі типи приводів: електричні, пневматичні та гідравлічні; з поступальним та обертальним рухом; регульовані (за швидкістю та положенням) і нерегульовані; замкнуті (зі зворотним зв'язком) та розімкнуті; дискретної та безперервної дії (шагові).

Введення та розвиток робототехніки на залізниці дасть змогу замінити людину на важкій та небезпечній роботі, зменшить час пошуку несправностей у різних пристроях залізниці, а також дасть змогу виправлення найдених несправностей. Робота Укрзалізниці залежить від надійності функціонування пристроїв системи залізничної автоматики та зв'язку. Однією із головних проблем в системах залізничної автоматики та зв'язку є пошкодження кабельних ліній. Методи виявлення та полегшення їх потребують багато часу і є енергозатратними.

Автоматизувати акустичний і індукційний методи пошуку несправностей можна за допомогою спеціальних роботів, які у своїй конструкції поєднують загальну приймальну схему з усіма необхідними датчиками і пристроями. Акустичний метод показує місця ушкодження кабелю на основі оцінки звукового сигналу: іскровий розряд на місцях розриву (потріскування). Індукційний метод визначає пробої ізоляції жил між собою або на «землю», обриви з одночасним пробоем ізоляції між жилами або на «землю», місце знаходження сполучних муфт, глибини залягання кабелів.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ БЮДЖЕТНИХ ДОХОДІВ НА ПОТРЕБИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Вискарка М. Ю., керівник доц. Михайлова Т. Ф.

Український державний університет науки і технологій

Поглиблене дослідження впливу власних доходів районного місцевого бюджету на величину витрат на утримання охорони здоров'я потребує застосування економетричних моделей. Під ними розуміють рівняння регресії, яке встановлює кількісне співвідношення між результативними факторами і чинниками, що обумовлюють їх зміну. Аналіз факторів за допомогою економетричних методів включає: з'ясування чинників впливу на їх розмір; формування масиву статистичної інформації; знаходження регресійних залежностей та ін.

На основі даних про власні доходи та витрати на утримання охорони здоров'я у 2016-2021 роках побудуємо лінійну регресійну модель, яка встановлює залежність між цими показниками:

$$d_i = a_0 + a_1 p_i + l_i, \quad (1)$$

де a_0 – постійна складова надходжень d_i (початок відліку); a_1 – коефіцієнт регресії.

Найуніверсальнішим способом оцінювання параметрів регресії є метод найменших квадратів. Виконавши розрахунки за цим методом отримаємо, що $a_0 = 2560,059$; $a_1 = 0,218$.

Середньоквадратична помилка регресії дорівнює $s = 294,4$ тис.у.г.о., а відносно середньо вибіркового значення надходжень 3812,40 тис.у.г.о. Це становить $s = 7,7\%$. Ці величини характеризують точність апроксимації фактичних даних рівнянням, де $a_0 = 2560,059$; $a_1 = 0,218$.

Після визначення невідомих параметрів регресійної моделі оцінюють щільність зв'язку між залежною величиною y і незалежною x . Одним із критеріїв, який кількісно оцінює цей вплив факторної ознаки на результативну є коефіцієнт кореляції (в межах від 0 до ± 1). Якщо його значення додатне, то це свідчить про прямий зв'язок між показниками, якщо від'ємне – зворотній. Коефіцієнт кореляції для даної моделі становить 0,9291. Це говорить про те, що зв'язок між факторами прямий і високий.

Коефіцієнт детермінації для даної моделі дорівнює: $R^2 = 0,86322$. Тобто модель на 86,32% пояснює відміни величин витрат на утримання охорони здоров'я. Для впевненості перевіримо адекватність лінійної моделі за F–критерієм Фішера. Для цього за таблицями F–розподілу Фішера для 95%-ого рівня значимості та при ступенях вільності відповідно 1 і $n-2=6-2=4$ знайдемо критичне значення: $F_{0,95;1;4} = 7,71$. Розраховане значення F–критерію Фішера дорівнює $F=25,54$. Можна зробити висновок про адекватність моделі за F–критерієм Фішера.

Перевіримо значимість коефіцієнтів регресії a_1, a_0 , які оцінено за допомогою аналізу їх відношення до свого стандартного відхилення $S_{a_1}=0,0433$, $S_{a_0}=276,7332$. За підрахунками $t_1 = 5,024$, $t_0 = 9,251$, а отже за критерієм Стьюдента критичне значення дорівнює $t_{кр}=2,78$, тобто $t_1 > t_{кр}$, що свідчить про значимість параметра a_1 , $t_0 = 9,251 > t_{кр}$, що також свідчить про значимість параметра a_0 . Можна вважати, що із зростанням величини власних податків і зборів на одну одиницю сума витрат на утримання охорони здоров'я збільшиться на 0,218 одиниці при інших рівних умовах.

Середнє значення коефіцієнту еластичності $K_{pi}^e=0,31$, що показує, що відсоток витрат на утримання охорони здоров'я збільшується на 0,31%, якщо власні доходи зростуть на 1 відсоток. Отже, виконаний економетричний розрахунок та його аналіз показує, що на величину витрат на утримання охорони здоров'я прямолінійно і суттєво впливає величина власних доходів місцевого бюджету.

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИКИ ТА ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ В КРИПТОАНАЛІЗІ

Бичкова Д. М., керівник доц. Мона А. Г.

Український державний університет науки і технологій

Криптографія – це наука та практика, спрямована на захист інформації від несанкціонованого доступу, і має різні використання в нашому повсякденному житті, починаючи від забезпечення приватності електронної пошти та завершуючи здійсненням фінансових операцій в Інтернеті. Криптоаналіз, з іншого боку, це процес аналізу та розкриття шифрів, кодів або зашифрованих повідомлень. Сучасні криптографічні системи, які застосовуються для захисту конфіденційності та цілісності інформації, виходять за межі складності та базуються на математичних принципах. Проте, використання статистики та теорії ймовірності може бути результативним методом криптоаналізу, спрямованим на виявлення вразливостей у криптографічних системах.

Існує кілька способів використання статистики у криптоаналізі. Перший з них – це аналіз частот, який використовує статистичні дані для визначення частоти входження символів або бітів у зашифрований текст. У багатьох мовах і наборах даних існують певні статистичні розподіли для символів та бітів. Зловмисники можуть використовувати ці статистичні дані для розгадування ключа шифрування. Другий підхід – це використання спеціальних статистичних тестів. Ці тести призначені для виявлення аномалій у зашифрованому тексті. Наприклад, тест на рівномірний розподіл бітів або тест Колмогорова-Смірнова може допомогти виявити незвичайні закономірності, які можуть свідчити про вразливості шифру.

Теорія ймовірності може бути використана для аналізу випадкових ключів, які використовуються в криптографії. Зламник може використовувати статистичні методи для визначення слабких ключів або аналізу закономірностей у ключових послідовностях. Також існує криптоаналіз за допомогою теорії інформації. Теорія інформації, яка також базується на теорії ймовірності, може бути використана для визначення інформаційної складності шифру. Зламник може використовувати інформаційний підхід для знаходження оптимальних атак на криптографічну систему.

Сучасні методи криптоаналізу, які ґрунтуються на статистиці та теорії ймовірності, зазвичай потребують значних обчислювальних ресурсів, складних алгоритмів і великих обсягів даних для ефективного використання. У цій галузі зламники і дослідники неперервно працюють над розробкою нових методів та інструментів для виявлення слабкостей в криптографічних системах.

Використання статистики та теорії ймовірності в криптоаналізі відіграє важливу роль у виявленні слабкостей у криптографічних системах і методах шифрування. Аналіз даних, обчислення ймовірностей та розробка математичних методів становлять ключову складову у розгадуванні шифрів та підвищенні рівня захисту інформації. Подальший розвиток цих методів має потенціал покращити безпеку конфіденційної інформації в сучасному світі. Знання цих методів може бути корисним для розробників

криптографічних систем у зусиллях з підвищення їх безпеки та захисту інформації від можливих атак.

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

ПІДСЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕРМІЧНА ОБРОБКА»

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФЕКТІВ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС, ЩО УТВОРИЛИСЬ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**Марцинішин В. В., керівники старш. досл. Кононенко Г. А.¹, проф.
Дейнеко Л. М.²**

¹Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАНУ

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна

Експертні дослідження виконують на зразках (пробах), відібраних від забракованої або зруйнованої металопродукції відповідно до листа-замовлення зацікавлених підприємств та організацій (замовників), а також за поданням арбітражних та інших правоохоронних органів. Вони виконуються галузевими науково-дослідними інститутами, головними у виробництві або експлуатації цього виду металопродукції, або, за погодженням сторін, іншими компетентними організаціями. В разі виникнення розбіжностей між замовником і виробником щодо вибору організації-експерта, зразки забракованої продукції передають для експертного дослідження у відповідний базовий науково-дослідний інститут, який відповідає за виробництво цього виду металопродукції. Згідно з головною організацією, яка виконує експертні дослідження арбітражних проб бандажів і коліс є Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова Національної академії наук України (ІЧМ) у м. Дніпро.

Для дослідження залізничного колеса, на поверхні кочення якого утворились дефекти після експлуатації в роботі застосовували методи неруйнівного контролю, металографічний аналіз, визначення механічних властивостей, хімічний аналіз. Аналіз макроструктури досліджуваних елементів (ободу і диску) колеса показав відсутність дефектів металургійного походження: флокенів, розшарувань, загорнених корок та корок, що потонули, неметалевих включень, залишків усадних раковин та інших порушень цілісності металу. Макроструктура темплетів елементів досліджуваного колеса має щільну і однорідну будову. Мікроструктура у зразках ободу колеса поблизу дефектів на поверхні кочення характеризується наявністю тріщин, ділянок «білого шару». Траєкторія розвитку тріщин, явно виражена текстурованість (деформація) структури металу в осередку руйнування в напрямку дії тангенціальних напружень свідчать про втомну природу утворення тріщин на поверхні кочення.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРНОГО СТАНУ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОЛІСНОЇ СТАЛІ

КП-Т ЗА ДСТУ ГОСТ 10791:2006

Беспалько О. Р., керівник проф. Узлов К. І.

Український державний університет науки та технологій

В сучасних умовах ринкової економіки найважливішими факторами успішної діяльності металургійних та машинобудівних підприємств, що випускають продукцію залізничного призначення, є підвищення її якості та здатність конкурувати на національному і міжнародному рівнях. Залізниця є базовою галуззю економіки

України. На них припадає 88% вантажообігу та майже 50% пасажирообігу на відміну від країн ЄС, де частка залізниць становить близько 8%. Масові руйнування, причинені війною, залізничної інфраструктури та рухомому складу у післявоєнний час мають бути відновлені. Ще до війни Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України пріоритетом в оновленні рухомого складу встановлене забезпечення залізниць України рухомим складом переважно «нового покоління». Це дозволить покращити техніко – економічні показники діяльності залізничного транспорту, поліпшити безпеку та зручність перевезень, підвищити конкурентоспроможність залізниць України. Зокрема, передбачені такі завдання: екіпажна частина рухомого складу повинна забезпечувати пробіг колісних пар до 1 млн. км., поверхня кочення колеса повинна мати твердість не менше 320 НВ. Сучасні нормативні вимоги до суцільнокатаних коліс рухомого складу залізниць передумовляють використання високовуглецевих сталей (до 0,63мас.%С для сталі «Марки 2» за ДСТУ ГОСТ 10791:2006), які при реалізації прийнятих у виробництві технологічних процесів набувають структуру типової доевтектоїдної ферито-перлітної сталі. Такий структурний стан забезпечує твердість виробу КР2 ≥ 255 НВ у сполученні з тимчасовим опором руйнуванню 910 - 1110 Н/мм² та ударною в'язкістю ободу та диску ≥ 20 Дж/см².

В роботі проаналізовані у порівнянні термодинамічні діаграми розпаду аустеніту при безперервному охолодженні сталей коліс КР-2 та КР-Т. Показано, що сполучення мікролегування високовуглецевих сталей з розробкою ефективних технологічних режимів термозміцнення, які сприяють реалізації позитивного впливу мікролегуючої домішки на стабільність аустеніту при аустенізації та на його стійкість при переохолодженні, а також на сукупність процесів фазових перетворень, дозволяє реалізувати технологічний процес, який надійно забезпечує досягнення преференційних характеристик виробу. Представлена температурно-часова діаграма технологічного процесу термічного зміцнення залізничних коліс, який забезпечує формування ефективного структурного стану матеріалу виробу і, як наслідок, раціонального рівня механічних властивостей.

Тобто, за результатами досліджень наявної роботи встановлено, що, при ефективному використанні раціонального режиму термозміцнення мікролегованої сталі марки «Т», матеріал виробу «КР-Т» надійно набуває структурного стану ободів коліс голчастого фериту (бейніту). Це впевнено забезпечує передбачену твердість ≥ 320 НВ у сполученні з показниками тимчасового опору руйнуванню ≥ 1020 Н/мм² та ударною в'язкістю ≥ 18 Дж/см² за вимогами ДСТУ ГОСТ 10791:2006.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМО-ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРЕСУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ЗАГОТОВОК ІЗ ДАКТИЛЬОВАНОГО БІЛОГО ЧАВУНУ

Бублик О. В., керівник проф. Миронова Т. М.

Український державний університет науки та технологій

В роботі досліджено вплив температурного режиму і способу, а також швидкості пресування на структурні зміни та властивостей трубної заготовки, а також режиму прошивки на якість гільз.

Для пресування використовували сортовий прокат із дактильованого чавуну. Успішно здійснювати прокатування в промислових умовах чавунних виливків стало можливим при підвищенні пластичності за рахунок використання карбідних перетворень в евтектичному цементиті, легованому ванадієм економнолегованого чавуну (дактильованого чавуну). Одержаний чавунний прокат має підвищену

пластичність та міцність. Його властивості дозволили навіть виготовити грубні заготовки.

Прошивка суцільних заготовок білого деформованого чавуну \varnothing 50 мм і завдовжки 200 і 250 мм проводилася на лабораторних станах ПНТЗ і ВНПІ у валках з насічками при температурі 900-1050°C. Зовнішній огляд гільз показав, що при температурі понад 1000°C на поверхні утворюються тріщини, спостерігається розшарування стінок по товщині (рисунок 2.8). Причиною руйнування гільз при високих температурах випробувань є локальне підплавлення евтектики внаслідок деформаційного розігрівання. Мікроскопічні дослідження виявляють інтенсивну сфероїдизацію та коалесценцію евтектичних карбідів, а також «погрубшення» евтектичних колоній

Досліджено вплив різних режимів пресування на зміни середніх тисків при деформуванні та структурні перетворення в експериментальному чавуні. Оптимальними умовами пресування визначено низьку швидкість пресування (70 мм/с), максимальну температуру 1050°C і застосування при цьому індукційного нагріву. Прошивання чавунної заготовки найбільш оптимальним є в інтервалі температур 900...950°C, бо підвищення температури при цій схемі навантаження викликає стрімке збільшення розмірів карбідів і навіть їх оплавлення.

Пресування і прошивка викликають інтенсивне зміцнення білого чавуну, головним чином, за рахунок гарячого наклепу аустеніту. В якості термічної обробки, що поновлює пластичні властивості, рекомендовано двоступінчастий відпал з витримками при температурах 880...860 °C, потім 680...700 °C впродовж 3...5 годин.

ВПЛИВ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕВТЕКТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ НА ПЛАСТИЧНІСТЬ ЕКОНОМНОЛЕГОВАНИХ ЧАВУНІВ

Цокур М. Р., керівник проф. Миронова Т. М.

Український державний університет науки та технологій

Проводили дослідження впливу структури легованих і нелегованих білих чавунів на їх поведінку при пластичному деформуванні при гарячому крученні та стисканні.

Незалежно від легування, з підвищенням ступеню евтектичності пластичність чавуну знижується, особливо це характерно для чавунів, що в структурі мають тільки одну евтектичну складову, а саме, ледебурит. Максимальна пластичність, незалежно від вмісту вуглецю спостерігається при температурах 1050-1080 °C. Показано, що цементитні кристали мають деякий запас пластичності, здатні фрагментуватися, що дозволяє їм деформуватися.

При руйнуванні чавуну тріщини виникають на міжфазних межах цементиту з аустенітом і, поєднуючись, розповсюджуються по перетину зразка.

При легування ванадієм в кількості до 3...4%, коли зберігається наявність ледебуриту, але вже на базі легованого цементиту $(Fe,V)_3$, в процесі відпалу та гарячого деформування спостерігається карбідне перетворення: $(Fe,V)_3C \rightarrow VC + A + Fe_3C$.

Дане карбідне перетворення впливає на здатність цементиту деформуватись і суттєво підвищує пластичність чавуну, та також сприяє підвищенню рівня максимальної пластичності та поширенню температурного інтервалу, що їй відповідає, в область більш низьких температур. При деформуванні відбувається розділення карбідних кристалів по межах, що утворюються між карбідами ванадію і цементитом. Крім того, виділення карбідів VC заважає зародженню тріщин і зупиняє їх розповсюдження в цементиті або на міжфазній поверхні.

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ З ВИСОКОМІЦНОЇ ХРОМИСТОЇ СТАЛІ

Книш Н. С., керівник проф. Погребна Н. Е.

Український державний університет науки та технологій

Мета роботи – дослідити вплив температури на структуру і схильність до ламкого руйнування металу, вивчити впливу режимів гарячого скручування на схильність зразків зі сталі 04X25T ламкому руйнуванню, виявити які процеси розміщення та рекристалізації забезпечують найбільший опір ламкому руйнуванню зразків із сталі 04X25T.

Метод дослідження та апаратура – дослідження структури сталі здійснювались методом фазового аналізу, хімічним аналізом а також за допомогою метода світової кількісної та якісної мікроскопії. Дослідження проводилися на оптичному мікроскопі «Neophot-21».

Встановлено що досліджувані заготівлі 085 мм зі сталі 04X25T мають найбільшу пластичність у інтервалі температур 1000-1100°C. Разом з тим, максимальне число скручувань у зазначеному інтервалі температур у металу катаних заготовок трохи вище, ніж у кутих, що, очевидно, обумовлюється меншою різнозернистістю металу катаної заготовки при зазначених температурах. Тому технологічна пластичність при гарячій деформації катаного металу трохи вище кутого.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕЙНІТНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СТАЛІ ПІСЛЯ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ

Кремена Д. М., керівник проф. Погребна Н. Е.

Український державний університет науки та технологій

Мета роботи - вивчення процесів зміцнення, вибір параметрів ВТМО сталі бейнітного класу 14X2ГМР. Вивчення впливу цих параметрів на мікроструктуру і аустенітне зерно сталі 14X2ГМР.

Методи дослідження та апаратура – експериментальні дослідження з використанням оптичного мікроскопа «Neophot-21», іспити на розтягнення, іспити на ударну в'язкість.

Аналіз результатів механічних випробувань показав, що зміцнення по різних режимам термомеханічної обробки досліджуваних низьколегованих будівельних сталей забезпечує підвищення всього комплексу механічних властивостей, як в порівнянні з вихідним (гарячекатаним) станом, так і в порівнянні з контрольною обробкою.

Оптимальне підвищення всього комплексу службових властивостей досліджуваної бейнітної сталі 14X2ГМР досягнуто в результаті термомеханічного зміцнення в міжкритичному інтервалі температур (регламентованої деформації на 60% за три проходи при 800 °C) і прискореного охолодження, що пов'язано з формуванням в досліджуваній сталі змішаних ферито-мартенситної і ферито-бейніто-мартенситної структури.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ТА ТЕРМОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Повзло Д. В., керівник проф. Погребна Н. Е.

Український державний університет науки та технологій

З метою дослідження загальних характеристик формування морфологічних особливостей структури металопрокату після чистової прокатки були відібрані зразки з листів сталі 10Г2ФБ товщиною 40 мм після контрольованої прокатки. Зразки відбирали

з листів від двох партій металу, які були прокатані за штатними технологіями, але суттєво відрізнялись за значеннями ударної в'язкості.

Як свідчить аналіз отриманих результатів механічних випробувань, при майже однакових показниках міцності та пластичності у листах партії 2 спостерігається значне зниження характеристик ударної в'язкості.

Зразки для структурних досліджень були вирізані з листів партій 1 та партії 2 на трьох рівнях: *a* - поверхневий шар, *b* – товщина 10мм або 1/4 товщини, *c* - товщина 20 мм або середина листа. Зразки були відібрані таким чином для того, щоб проаналізувати ступінь неоднорідності структур по всій товщині у двох листах сталі 10Г2ФБ та визначити залежність кінетики руйнування зразків від параметрів структури металу.

Низьковуглецева мікролегована сталь 10Г2ФБ після контрольованої прокатки має ферито-перлітну структуру по всьому перерізу обох досліджуваних листів. Однак зниження швидкості охолодження від поверхні до середини товстих листів призводить до збільшення міжпластинчастої відстані та геометричних розмірів перлітних колоній ближче до центру.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЛАНЦЮГОВОГО КОНВЕЄРУ НА ПрАТ «ДМЗ»

Щирич Б. В., керівник проф. Перчун Г. І.

Український державний університет науки та технологій

Напруги, що виникають при роботі ланцюгового конвеєру призводять до значного зношування деталей у зоні контакту із втулкою. Крім того, деталь у зоні контакту зазнає навантаження, перпендикулярні поздовжньої вісі, тобто на зріз, зсув та вигин. Для надання необхідних властивостей у термічному відділенні деталі ланцюгового конвеєру піддають термічній обробці. Для виробництва ланцюгів на підприємстві використовується сталь 20, яка у стані постачання – гарячекатаний або нормалізований прокат - має ферито-перлітну структуру. При доборі матеріалу і режиму термічної обробки для більшості деталей немає необхідності надавати їм однакові властивості по всьому перетину, виходячи з вимог, які пред'являються лише до поверхневих шарів. Найбільша міцність поверхневих шарів при досить в'язкій серцевині й плавному переході між ними - найбільш раціональний розподіл властивостей. Тому оптимальним режимом підвищення довговічності осей є поверхнєве зміцнення. Пропонується наступний варіант технологічного процесу зміцнення вісей ланцюгового конвеєра: цементація за існуючою технологією ПрАТ ДМЗ (цементація у газовому карбюраторі при температурі 920-940 °С); охолодження після цементації – на повітрі; високострумєневе загартування із нагріванням на глибину 4 мм (швидкість нагрівання 450 °С/с, температура нагрівання 960 °С, спреєрне охолодження водою; самовідпуск (до температур відпуску 200-240°С), охолодження на повітрі. Для стабільного повторення результатів самовідпуску необхідно дотримувати наступних умов: 1) процес індукційного нагрівання повинен бути досить точно стабілізований, що необхідно для одержання належної повторюваності глибини і структури загартованого шару і для, для чого високочастотні установки укомплектовані стабілізуючим обладнанням; 2) процеси індукційного нагрівання й охолодження при загартуванні повинні бути автоматизовані, що здійснюється за допомогою схем з реле часу; 3) подача води повинна здійснюватися краном автоматичної дії, що працює від реле часу (припустимий розкид значень витримки становить $\pm 0,1$ с); 3) вода для загартування повинна мати температуру в межах 15-35°С (ця вимога легко виконується при застосуванні водяних систем для загартування із замкненою циркуляцією). Таким чином, застосування самовідпуску при поверхнєвому загартуванні дозволяє отримати

наступні переваги: загартування без відпуску в печі й створення оптимальних умов для виконання термічної обробки в єдиному технологічному потоці з повною автоматизацією процесу; забезпечити відсутність гартівних тріщин на деталях, що обробляються.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРУЖИН В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЇХ РОЗМІРУ І МАРКИ СТАЛІ

Шатило М. С., керівник проф. Перчун Г. І.

Український державний університет науки та технологій

Пружини та ресори зазвичай працюють в умовах багаторазових повторних навантажень. Такі деталі повинні мати високі пружні властивості і витримувати при експлуатації велику кількість повторних навантажень без поломок і без осаду. Останнє означає, що при знятті навантаження пружина повинна повністю відновлювати свої початкові розміри та форму. Пружини невеликих розмірів навиваються з твердого холоднотягнутого дроту діаметром до 6-8 мм. Дріт виготовляється з вуглецевої сталі та зміцнюється шляхом особливої термічної обробки – патентування. По суті, це поєднання ізотермічного гарту з холодним волочінням. Після такого гарту дріт набуває структури сорбіту і потім протягується послідовно через кілька отворів (фільтер). В результаті дріт поступово утонюється до потрібних розмірів. Зменшення діаметра дроту відбувається шляхом пластичної деформації, що супроводжується наклепом. Завдяки цьому дріт набуває високих пружних властивостей і міцності. Після навивки пружин з такого дроту термічна обробка потрібна тільки для зняття напруги, що виникла при навивці. З цією метою проводиться відпуск при температурі 200-250 °С з витримкою протягом 20 хв.

Для виготовлення пружин невеликих та середніх розмірів поряд з патентованим дротом використовується дріт, отриманий методом деформаційного зміцнення. Він полягає в тому, що дріт зі сталей 45, 65Г піддають спочатку нормалізації, а потім холодному волочінню. З такого дроту навивкою виготовляють пружини, а потім нагрівають їх до температури 280-300 °С і витримують протягом 20-40 хв. У цьому відбувається процес деформаційного старіння, під час якого відбувається необхідне зміцнення дроту.

Технологічний процес виготовлення пружин великих розмірів включає наступні операції: гарячу навивку; розведення витків на заданий крок; загартування; відпуск; шліфування торців; очищення. При механізованому виробництві пружин можна поєднати нагрівання під навивку та загартування. Навивка пружин середніх та великих розмірів проводиться із прутків у гарячому стані. Після цього проводиться термічна обробка. Для пружин з вуглецевих сталей марок 65, 75, 85 з підвищеним вмістом марганцю (0,5 – 0,8%), а частіше легованих сталей, наприклад, марок 65Г, 60С2, 50ХГ, 50ХФА, 60С2ХФА, 60С2 найбільш високого значення межі пружності забезпечує термічна обробка, яка полягає в загартуванні з 800 - 850 °С в маслі або воді з подальшим відпуском при 350 – 500 °С (залежно від марки сталі) для отримання структури трооститу. Пружини, призначені до роботи за умов динамічного навантаження, відпускають при температурах на 50...100°С вище зазначених, тому що визначальне при цьому є не тільки значення межі пружності, а й рівень пластичності та опір крихкому руйнуванню.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ДРОТУ З
ВИСОКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ В УМОВАХ ПОТОЧНОГО АГРЕГАТУ
НА ПрАТ «Дніпрометиз»**

Звірик П. М., керівник проф. Перчун Г. І.

Український державний університет науки та технологій

У метизній промисловості в даний час одним з актуальних питань є підвищення конкурентоспроможності продукції, що випускається. Реалізувати поставлене завдання можливо підвищенням якості продукції та зниженням її собівартості. Високоміцний дріт основне своє застосування знайшов при виготовленні канатів, пружин та арматури для попередньо напруженого залізобетону. Ці вироби є відповідальними деталями складних машин та конструкцій, тому до них пред'являються високі вимоги щодо якості. Термообробці з подальшою підготовкою поверхні піддається сталева вуглецева катанка діаметрами 5,50 мм; 6,00 мм; 6,50 мм; 8,00 мм; 9,00 мм та волочений дріт. Лінія патентування складається з наступного обладнання: розмотуючий пристрій; газова нагрівальна піч; ванна ізотермічного розпаду (розплав свинцю); ванна охолодження та промивання «гейзерного» типу; ванна травлення: ванна бурування із зовнішнім здувом; вентиляований пристрій сушіння; намотувальний пристрій зі стаціонарною платформою для якоря WVS 650/14. Кожна лінія патентування обладнана багатонитковим пристроєм для розмотування дроту з котушок/якорів. Залежно від типу агрегату розмотування може здійснюватися одночасно в 28, 30 або 36 ниток. Патентування провадиться з метою отримання мікроструктур (згідно ГОСТ 8233, шкала №1) патентованої заготовки по маркам: 45-55 % - сорбіт або сорбіт з уривками феритної сітки, допускаються ділянки вільного фериту; 60-85 - сорбіт або сорбіт з уривками феритної сітки, допускаються ділянки дрібно-пластинчастого перліту. У заготовці, що патентується, з вмістом вуглецю до 0,80 %, допускається наявність ділянок голчастого фериту. Дана структура забезпечує високий ступінь деформації металу при подальшому волочінні та отримання необхідного комплексу механічних властивостей готового дроту. Процес патентування полягає у нагріванні дроту вище критичної точки A_{c3} в межах від 830 °С до 960 °С, витримці при цій температурі з подальшим різким охолодженням у розплав свинцю для ізотермічного розпаду аустеніту. Однорідність механічних властивостей по всій довжині дроту досягається за умови дотримання сталості температурного режиму роботи нагрівальної печі, печіванні ізотермічного розпаду та сталості швидкості протягування дроту через лінію. Постійність режиму вважається не порушеним, якщо протягом усього часу патентування даної партії дроту технологічні параметри, а саме швидкість патентування, температура технологічних ванн, концентрації розчинів були в межах, зазначених у режимних картах з урахуванням виду оброблюваного металу.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ
КРАНОВИХ КОЛІС ЗІ СТАЛІ 65Г**

Веремчук І. І., керівник проф. Перчун Г. І.

Український державний університет науки та технологій

Кранові колеса – це складова частина кранової техніки, яка в процесі експлуатації витримує величезне навантаження. Виробництво коліс здійснюється згідно вимог державного стандарту, який регламентує обов'язкове зміцнення поверхні кочення й реборд кранового колеса до визначеної твердості. На підприємстві ПрАТ «Дніпроважмаш» кранові колеса підлягають попередній та фінішній термічній обробці. Режимми попередньої термообробки залежать від технології виробництва заготовок

кранових коліс. Метою попередньої термічної обробки (відпалу) кувань і виливків є зняття внутрішніх напружень, пом'якшення сталі перед механічною обробкою, вирівнювання розміру зерна і підготовка структури сталі до остаточної термічної обробки. На остаточну термічну обробку колеса надходять після механічної обробки із припуском по отвору й ободу. Для зміцнення поверхні кранові колеса діаметром більш 500 мм піддають сорбітизації. Після нагріву до 840-860⁰С і витримки у печі з колеса по одному знімаються краном і встановлюються в сорбітизаційну машину на обертовий приводний ролик. Рівень води у машині розраховується таким чином, щоб забезпечити занурення всієї реборди й половини висоти обода колеса в процесі охолодження, коли колесо обертається. Після такої обробки рівень твердості поверхні кочення й реборди кранового колеса складає 320-390НВ. Глибина загартування робочої поверхні залежить від діаметру кранового колеса й становить від 10 до 40 мм. В результаті сорбітизації значно збільшується термін служби коліс, досягається плавний перехід від загартованого шару металу до незагартованого, що значно спрощує операцію чистової токарської обробки посадкового отвору в маточині, а також заважає виникненню тріщин у незагартованій маточині колеса в процесі експлуатації. Кранові колеса діаметром менше 500 мм, що не мають у маточині різьбових отворів, піддають об'ємному загартуванню від температури 830-850⁰С з охолодженням у маслі, після чого підлягають відпуску при температурі 420⁰С з витримкою 2-2,5 години. Твердість коліс по ободу й ребордам після такої обробки складає 280-350 НВ, що відповідає вимогам діючого стандарту.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМУ НАПЛАВКИ ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗАСИПНОГО АПАРАТУ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ В УМОВАХ ПрАТ «ДНІПРОВАЖМАШ»

Тітух Р. С., керівник проф. Перчун Г. І.

Український державний університет науки та технологій

Підвищений тиск колошникових газів доменних печей викликає швидкий знос контактної поверхні великого конуса і чаші засипного апарату. Термін служби великого конуса на металургійних заводах не перевищує 10-12 місяців, а заміна апарату вимагає зупинки виробництва чавуну на 4-6 діб, тому проблема підвищення стійкості контактної поверхні чаші і конуса засипних апаратів залишається актуальною і нині.

На машинобудівному підприємстві ПрАТ "Дніпроважмаш" проводилися випробування нової порошкової наплавлювальної стрічки марки ПЛАН-Т180, розробленої фахівцями Інституту електрозварювання ім. Е.О.Патона. До хімічного складу матеріалу стрічки входять вуглець (4,85%), хром (33,4%), молібден (1%), алюміній (0,33%) та інші елементи. Робота проводилася на засипному апараті діаметром 3600мм. У зв'язку з підвищеною зносостійкістю стрічки порошкової самозахисної наплавної марки ПЛАН-Т180 на конусі була зменшена товщина наплавлення захисної поверхні наступним чином: на ділянці захисту в місці зсипання шихти - з 8 мм до 4 мм; на поверхні захисту - з 10 мм до 9 мм; на ділянці бою шихти - з 18 мм до 14 мм. У зв'язку зі зменшенням товщини наплавленого шару з'явилась можливість виключення однієї проміжної термічної обробки конуса після наплавлення 1-го шару. В порівнянні з порошковою стрічкою марки ПЛАН-101 при наплавленні стрічки марки ПЛАН-Т180 було забезпечене стабільне горіння дуги, якісне формування шва, зменшене розбризкування, а також відокремлення шлакової кірки без додаткового механічного впливу. Внесення зміни в технологічний процес дозволило зменшити цикл виробництва деталей, витрату ресурсів та підвищити якість наплавки захисної стрічки контактної поверхні засипного апарату.

ДРЕСИРУВАННЯ ГАРЯЧЕКАТАНОГО ЛИСТОВОГО ПРОКАТУ ІЗ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Вертинський Д. В., керівник доц. Котова Т. В.

Український державний університет науки та технологій

Застосування дресування на заключній стадії обробки тонких штаб і листів дозволить випускати гарячекатаний прокат з показниками якості, які відповідають вимогам стандартів до холоднокатаного листа. Застосування малих обтискувань при дресуванні дозволяє здійснити наклеп поверхневого шару металу і зберегти недеформованими внутрішні шари. В результаті вдається запобігти утворенню ліній зсуву при штампуванні та забезпечити оптимальне поєднання механічних характеристик прокату. Дресування травлених листів забезпечує їм більш гладку поверхню. Перевагами дресування є підвищення здатності матеріалу до глибокої витяжки, зменшення відношення σ_T/σ_B і витрат енергії при штампуванні.

Метою роботи є встановлення впливу дресування за різними технологічними схемами виробництва на структуру і механічні властивості гарячекатаного тонколистового прокату із низьковуглецевої сталі 08пс.

Встановлено, що механічні властивості металу, обробленого за різними технологічними схемами, повністю відповідають вимогам ДСТУ 2834-94 як до гарячекатаного, так і до холоднокатаного прокату. Відпал травленого тонкого листа із сталі 08пс суттєво покращує його пластичність в зрівнянні з гарячекатаним станом та сприяє формуванню рівномірної структури металу відповідно до ДСТУ 2834-94. Вибір параметрів та оптимізація процесу дресування дозволять попередити зниження пластичності матеріалу, покращити механічні властивості гарячекатаної тонколистової низьковуглецевої сталі та підвищити якість дресированих штаб та листів. Отримання гарячекатаного тонколистового прокату з показниками якості на рівні вимог до холоднокатаного металу дозволить використовувати гарячекатаний прокат замість холоднокатаного, що забезпечить зростання продуктивності праці, зниження витратного коефіцієнту металу та економію електроенергії та природного газу.

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ 01ЮТА, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ ГЛИБОКОЇ ВИТЯЖКИ

Волинчук В. О., керівник доц. Котова Т. В.

Український державний університет науки та технологій

IF-сталь застосовується в автомобіле- та машинобудуванні для виробництва деталей із тонкого холоднокатаного листа методами штамповки і глибокої витяжки. Головною особливістю IF-сталей є введення до їх складу титану та/чи ніобію, які зв'язують вуглець та азот і є елементами впровадження. Завдяки цьому холоднокатана листова сталь набуває витяжних властивостей, що дозволяють штампувати з неї виробу складної форми.

Аналіз даних літератури показав, що сприятлива мікроструктура та найкраща штампованість досягаються при тепловому прокатуванні IF-сталей в феритній області температур. Отримана мікроструктура забезпечить металу найкращу штампованість (розмір зерна фериту не більше 62 мкм, нерівномірність зерна – у межах трьох суміжних номерів зернистості). Температура кінця прокатки впливає на кінцеву величину та однорідність феритного зерна. В сталях, призначених для глибокої витяжки, як відомо, встановлено оптимальне значення відношення σ_T/σ_B .

Деформація при низьких температурах не погіршує загальну екологічну обстановку та сприяє вирішенню проблеми енергозбереження, тому дослідження

структури і властивостей сталі 01ЮТА після теплої прокатки та оцінка її здатності до глибокої витяжки, є актуальними.

Дані металографічних досліджень зразків сталі 01ЮТА свідчать, що за умови закінчення прокатки в феритній області температур при охолодженні на повітрі та з піччю формується відносно рівномірна структура в поверхневих та центральних зонах зразків. Дослідження механічних властивостей сталі 01ЮТА показали, що двопрохідна прокатка при обох варіантах охолодження забезпечує металу добру здатність до глибокої витяжки ($\sigma_b = 270\text{--}290$ МПа; $\sigma_T = 140\text{--}185$ МПа; $\sigma_T/\sigma_b \sim 0,55\text{--}0,7$; $\delta = 38\text{--}51\%$; HRF 60–63). Таким чином, визначення температури початку та кінця прокатки, а також швидкості охолодження в післядеформаційний період дозволяють встановити раціональні параметри обробки тонколистового прокату для забезпечення необхідного рівня властивостей та здатності металу до витяжки.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРОЮ І ВЛАСТИВОСТЯМИ УЛЬТРАНИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Гультяєв А. С., керівник доц. Котова Т. В.

Український державний університет науки та технологій

Способи впливу на процеси структуроутворення сплавів удосконалюються, їх роль в комплексному структурно-хімічному підході до проблеми управління властивостями матеріалів зростають. Однак, визначення оптимального хімічного складу та потенційних можливостей сталей і сплавів як конструкційних матеріалів є актуальною задачею. В дійсний час ця проблема має особливе значення у зв'язку із необхідністю отримання якісної металопродукції та збереження енергоресурсів. Таким чином, визначення оптимального складу та режимів деформаційної обробки для забезпечення формування сприятливої структури та високого комплексу властивостей прокату з ультранизьковуглецевих сталей є актуальним.

В роботі за допомогою методу фізико-хімічного моделювання отримано концентраційні інтервали елементів для оптимізації складу ультранизьковуглецевих сталей типу 01ЮТ і забезпечення необхідного комплексу властивостей прокату. Досліджено вплив деформаційних режимів прокатки в феритному інтервалі температур на формування структури і властивості ультранизьковуглецевої сталі.

На практиці прокатку листа із низьковуглецевої сталі через великі теплові втрати закінчують в області двофазної структури аустеніту і фериту, що призводить до утворення різнозернистої структури металу, що погіршує властивості листової сталі та її здатність до витяжки. Керувати структурою гарячекатаної сталі можна, змінюючи температурні умови кінця прокатки та режими охолодження металу. Запобігти несприятливих температурних умов, що характерні для традиційної технології гарячої прокатки, дозволяє прокатка металу в області однофазної феритної структури, тобто нижче температури A_{r1} . Сприятлива мікроструктура та найкраща штампованість досягаються при деформації в феритній області температур сталей із вмістом вуглецю менше, ніж 0,02%.

Концентраційний інтервал елементів, встановлений за розрахунковими даними для сталей типу 01ЮТ, забезпечить отримання рівномірної структури, необхідний рівень властивостей сталей та їх здатність до глибокої витяжки. Отримані дані дають можливість керувати процесами структуроутворення та встановити раціональні технологічні режими обробки тонколистового прокату з ультранизьковуглецевих сталей.

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ПРОКАТКИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ТОНКОЛИСТОВОЇ СТАЛІ 08ПС

Завгородній О. М., керівник доц. Котова Т. В.

Український державний університет науки та технологій

Підвищення якості та надійності деталей і конструкцій в поєднанні зі зниженням їх енерго- та металоємності є актуальною задачею. Відомо, що одним з найбільш важливих показників якості листового прокату, призначеного для холодної штамповки, є рівномірність структури по товщині листа. Різнозерниста структура викликає брак при штампуванні деталей, особливо в гарячекатаних листах товщиною менше, ніж 2 мм.

Аналіз літературних джерел показав, що проблема формування різнозернистої структури вирішується шляхом регулювання температурно-деформаційних параметрів виробництва тонколистового прокату, що дозволяє забезпечити отримання оптимальних характеристик кінцевої структури та необхідного рівня механічних властивостей металу згідно з ДСТУ 2834-94. Таким чином, встановлення впливу різних деформаційних режимів обробки на структуру і властивості низьковуглецевої сталі є актуальними.

В роботі досліджено зразки сталі 08пс товщиною 2 мм, деформовані за два проходи в аустенітній та ферито-перлітній областях температур з охолодженням на повітрі.

Визначено, що по перерізу листа формується нерівномірна структура. Змішана структура з крупними зернами на поверхні чи в центральній зоні листа, які нерівномірно деформуються при наступному холодному прокатуванні, може призвести до виникнення тріщин по окрайкам листа. Вірогідно, формування різнозернистої структури по перерізу листа відбувається внаслідок розвитку процесів вторинної рекристалізації. В результаті комплекс механічних властивостей зразків сталі 08пс, деформованих в аустенітній та ферито-перлітній областях температур, не відповідає вимогам ДСТУ 2834-94: $\sigma_B = 450$ МПа; $\sigma_T = 375$ МПа; $\delta = 23\%$; HRB 85.

Результати досліджень можна використати для регулювання температурно-деформаційних параметрів виробництва тонколистового прокату для отримання оптимальних характеристик кінцевої структури та більш високого рівня властивостей металу при подальшому штампуванні.

MATHEMATICAL MODELING OF THE HARDENING PROCESS OF DIE CUBES 510X480X480 MADE OF 5XHM STEEL IN THE «TERMOLAB» PROGRAM

Lapa A. O., chief assoc. prof. Romanova N. S.

Ukrainian State University of Science and Technology

Taking into account the simple shape of the die forging, the calculation of the dynamics of temperature fields during hardening was carried out on the basis of an object in the form of a plate corresponding to the maximum width of the forging. The program provides for dividing the plate cross-section into 19 layers with displaying the cooling curve of each layer in the form of a graph in temperature-time coordinates, specifying the thermophysical properties of the material averaged over a given calculation temperature range, selecting a quenching medium and the duration of the calculation. The calculation results are shown in graphs 1 and 2.

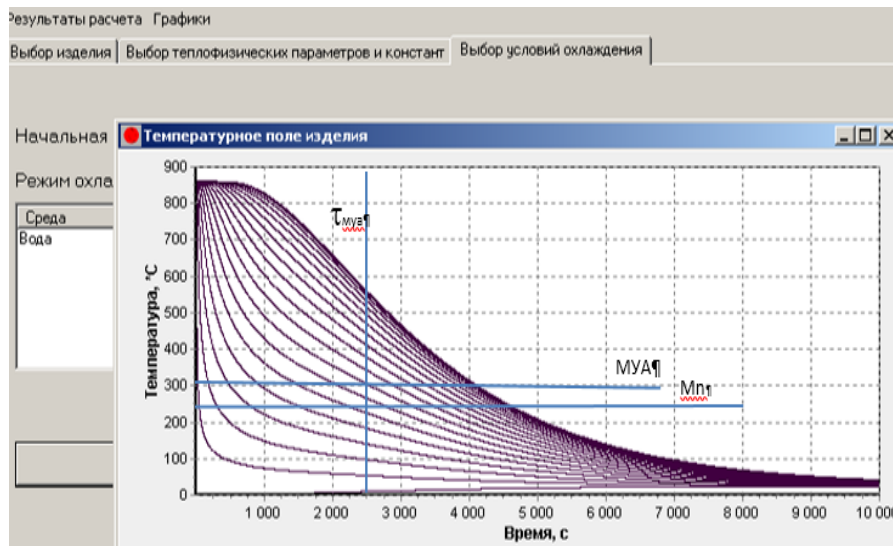


Figure 1. Dynamics of changes in the temperature field of the cross-section of a die forging during quenching in water. The temperature field is presented in the form of cooling curves of 19 forging sections to different depths with a step of 1.25 mm.

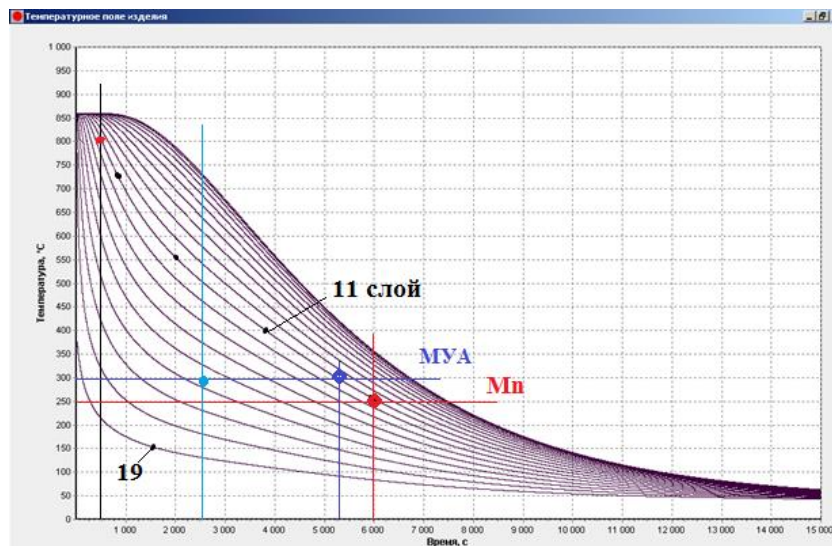


Figure 2. Dynamics of changes in the temperature field of the cross-section of a die forging during oil quenching. The temperature field is presented in the form of cooling curves of 19 forging sections to different depths with a step of 13 mm.

MODERN PISTON ALLOYS FOR HEAVY-LOADED INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**Cheberiyachko D. V., chiefs assoc. prof. Romanova N. S, senior lect. Karpova T. P.
Ukrainian State University of Science and Technology**

Increasingly stringent requirements for piston materials stimulate the development of heat-resistant materials and alloys. In countries with a high level of development of the automotive industry (such as the USA, Germany, France, Italy), programs have been developed at the state level to create new materials for the automotive industry [1].

An analysis of patent and licensing work and scientific literature showed that work on the creation of new piston alloys is carried out mainly in four areas:

- development of alloys based on the Al-Si-Cu-Mg system (i.e., work continues within the framework of the traditional system for cast piston high-strength alloys);

-alloys are being developed based on the Al-Si-transition metals system (Fe, Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, V, Co);

- alloys based on the Al-Si-Cu-Mg system are being studied + transition metals (Fe, Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, V, Co).

Intensive development of alloys based on composite materials is underway (strengthening fibers from Al₂O₃, Si₃N₄, Mo₂S, TiB₂, SiC, C, etc. in a matrix based on aluminum alloys, as well as in a matrix based on graphite or carbon). These materials offer a number of advantages in terms of strength, resistance to thermal shock, significantly lower coefficient of thermal expansion (c.t.e.), lower specific gravity and better tribological properties.

High-silicon aluminum alloys based on the Al-Si diagram with an alloying composition of Cu, Ni, Mg, Mn and Ti are used for the production of pistons for heavy-duty KAMAZ diesel engines. These alloys, due to their chemical composition and structure, are characterized by increased heat resistance, high wear resistance and have a small difference in thermal expansion between the material of the pistons and the cylinder liner. To characterize the thermal expansion of materials, the concept of thermal coefficient of linear expansion α is used.

LIST OF REFERENCES USED

1. Kevorkijan M. Development of aluminium based composites for automotive applications//Metalurgija -1998. –Vol.37, №2.-P.67-74 (1)

MATHEMATICAL MODELING OF THE TEMPERATURE FIELD OF HEAT TREATMENT PRODUCTS

Sladkovsky D. S., chiefs assoc. prof. Romanova N. S., senior lect. Kokashinskaya G. V. Ukrainian State University of Science and Technology

There are two laws at the basis of modeling the processes of heat treatment of small layers. This is the Newton-Richmann law, determining the heat flow of heat transfer when the environment is in contact with the metal surface

$Q = \alpha \cdot |T_f - T_w| \cdot F$, where Q is the heat flow, W; α – heat transfer coefficient, W/(m²·K); T_f and T_w – the temperature of the fluid and the metal surface respectively; F is the metal surface area heat exchange with the environment and the Fourier law of thermal conductivity in the differential form, which determines the change in the temperature field of the metal during its heat treatment :

$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$, where a is the coefficient of thermal conductivity, m²/s, which is calculated according to the following formula $a = \frac{\lambda}{\rho c}$, where c is the specific mass heat capacity, J/(kg·grad); - specific volumetric heat capacity, J/(m³·grad); ρ – density, kg/m³; λ is the coefficient of thermal conductivity W/(m·grad);

Taking into account that the temperature field is one-dimensional, it is possible to use the analytical solution of the one-dimensional differential equation of heat conduction with boundary conditions of the 3rd kind to calculate the temperature distribution in metal during its heat treatment. This solution is a function of the temperature distribution depending on the time τ and the coordinate x: T= f(τ , r). When switching to the criterion form, this temperature dependence will have the following form [1, p.226]

$$\vartheta = \frac{T(r,\tau) - T_0}{T_c - T_0} = 1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n - \mu_n \cos \mu_n}{\mu_n - \sin \mu_n} \cdot \frac{\sin(\mu_n r / R)}{\mu_n r / R} e^{-\mu_n^2 F_0},$$

where $F_0 = \frac{\alpha \tau}{R^2}$ - the Fourier criterion, T₀ – is the initial temperature of metal surface, μ_n - are the roots of the transcendental equation for example of sphere $tg \mu_n = -\frac{\mu_n}{Bi - 1}$, which is solved graphically. The algorithm for calculating the temperature

field for a sphere discussed above can be implemented with a given degree of accuracy in the MathCad programe.

LIST OF REFERENCES USED

1. Lykov A.V. Theory of thermal conductivity, "Higher School", 1967. – 599 p

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ, ФАЗОВИЙ СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКО ХРОМИСТОГО ЧАВУНУ У ЛИТОМУ СТАНІ

**Лахтюк В. В., Малий В. С., керівники доц. Аюпова Т. А., к.т.н. Кравченко Г. В.
Український державний університет науки і технологій**

Досліджували високохромистий чавун для композитних валків прокатних з 21,0-21,4% Cr, отриманих методом електрошлакової наплавки, а також економнолегований чавун 280X19ГНМ.

Визначено структуру наплавленого шару композитних валків, отриманих методом ЕПН, у литому стані, визначено кількісне співвідношення структурних складових у білому чавуні із вмістом хрому 21,0-21,4%. Показано, що:

- наплавлена зона має структуру доевтектичного чугуну, що складається з продуктів розпаду аустеніту та евтектики на базі карбіду Cr_7C_3 ;
- мікроструктура наплавленого шару характеризується яскраво вираженою текстурою евтектичних карбідів, малою кількістю залишкового аустеніту та неоднорідністю продуктів розпаду аустеніту;
- спостерігається суттєва структурна неоднорідність по перерізу наплавленої зони, а також є дефекти, що відіграють роль концентраторів напруги;
- матриця досліджуваного чавуну в литому стані складається з трооститу, бейнітних агрегатів та пакетного мартенситу.

Методами мікротвердості та рентгеноструктурного аналізу встановлено фазовий склад чавуну із вмістом хрому 21,0-21,4%. Показано, що:

- за перерізом наплавленого шару в напрямку від осі до поверхні валка твердість зростає, що ймовірно обумовлено збільшенням кількості евтектичної складової та підвищенням мікротвердості продуктів розпаду аустеніту;
- мікротвердість продуктів розпаду аустеніту зростає за перерізом наплавленого шару від перехідної зони (зони сплавлення) до поверхні валка, в той же час мікротвердість евтектичної складової спочатку зростає в напрямку від зони сплавлення, а потім знижується до поверхні. Такий нерівномірний розподіл мікротвердості перерізу наплавленого шару підтверджує структурну і хімічну неоднорідність;
- у литій структурі досліджуваного чавуну присутній ферит з різним ступенем досконалості кристалічних ґрат (α -фаза евтектоїду, α -фаза бейніту і мартенсит), деяка кількість залишкового аустеніту і карбіди типу Me_7C_3

Отримано розподіл легуючих елементів між фазами та структурними складовими чавуну із вмістом хрому 21,0-21,4% у литому стані. Показано, що формується дендритна ліквація за рахунок нерівномірного розподілу Mo і Cr, що призводить до неоднорідності структури продуктів розпаду аустеніту. Ni і Si в евтектичному карбіді не розчиняються і збагачують дендрити перетвореного аустеніту.

Побудовано ізотермічну діаграму розпаду переохолодженого аустеніту чавуну з вмістом хрому 21,0-21,4%. Встановлено критичні температури A_{c1} , A_{cm} , M_n . Визначено температурно-часові параметри області евтектоїдного та бейнітного перетворення, встановлена область стійкого існування аустеніту між високотемпературним та проміжним перетвореннями. Показано, що переохолоджений аустеніт як в області евтектоїдного, так і проміжного перетворення характеризується

високою стійкістю, проте інкубаційний період проміжного перетворення дещо більше високотемпературного евтектоїдного перетворення. Область формування «нижнього» бейніту поєднана із мартенситним перетворенням.

Отримані дані про закономірності структуроутворення, розподіл легуючих елементів між фазами і структурними складовими, фазовому складі і кінетиці розпаду переохолодженого аустеніту в чавуні, що містить 21,0-21,4% Сг, є базовими для розробки режимів ізотермічної обробки, що забезпечує формування та його підвищену зносостійкість.

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ СИСТЕМИ Al-Cu-Mg

**Яворський Д. В., керівники доц. Аюпова Т. А., доц. Носко О. А.
Український державний університет науки і технологій**

У фундаментальній літературі накопичений великий фактичний матеріал з різноманітних прийомів модифікування, вибору оптимального складу модифікатора, способу його дії. Однак механізм модифікування алюмінієвих сплавів досі залишається дискусійним. Незважаючи на те, що одним з найбільш ефективних модифікаторів тривалої дії ливарних сплавів систем Al-Si, Al-Si-Cu та ін. є стронцій, його вплив на структуру і властивості алюмінієвих сплавів, що деформуються, практично не вивчений.

У зв'язку з цим, представляє значний інтерес вивчення впливу модифікування Sr на структуру та властивості сплавів, що деформуються, системи Al-Cu-Si-Mg.

Вивчено структуроутворення та фазовий склад сплаву системи Al-Cu-Si-Mg (типу АК6) при різних швидкостях охолодження. Методами кольорового травлення, мікрорентгеноспектрального фазового рентгеноструктурного аналізу проведено ідентифікацію інтерметалідних фаз у дослідженому сплаві. Дані щодо фазового складу сплаву АК6 свідчать про його багатофазність і про те, що аналіз фазових рівноваг і перетворень у сплавах цієї системи слід проводити у відповідності до багатокомпонентних діаграм стану Al-Cu-Si, Al-Cu-Si-Mg, Al-Cu-Si-Mg-Mn(Fe)

Вперше показано, що оптимальна концентрація Sr у сплаві АК6 становить 0.05-0.1%, суцільна сітка інтерметалідів руйнується, вони рівномірно розподілені за об'ємом виливки, спостерігається зменшення кількості інтерметалідних фаз в сплаві.

На основі аналізу багатокомпонентних діаграм станів термічного аналізу встановлено, що структура досліджуваних сплавів системи Al-Cu-Si-Mg формується в результаті цілого ряду евтектичних, перитектичних та комбінованих перитектико-евтектичних перетворень, які мають в залежності від умов охолодження певний ступінь завершеності.

В модифікованих сплавах послідовність фазових перетворень, характерна для немодифікованого сплаву, зберігається, змінюються лише їх температурні інтервали, внаслідок чого фазовий склад та кількісні співвідношення інтерметалідів змінюються в процесі модифікування. Потрійних евтектик участю стронцію в не виявлено.

Модифікація стронцієм не викликає змін у поведінці сплаву АК6 у процесі пластичної деформації. Збільшення ступеня деформації веде до вирівнювання концентраційної неоднорідності α -Al твердого розчину; у той час, як у вихідному сплаві деформація призводить до посилення неоднорідності α -Al твердого розчину, про що свідчить розмитість і мала інтенсивність дифракційних максимумів.

Пластична деформація призводить до підвищення мікротвердості α -Al твердого розчину приблизно в 2 рази, причому в модифікованому сплаві вона нижче, що, безсумнівно, позитивно позначиться на характеристиках пластичності матеріалу.

Оптимізовано енергозберігаючий режим термообробки сплаву АК6, що містить Sr і деформованого при 400°C пресуванням: гомогенізація при 490°C протягом 0.5 години, загартування у воду. старіння при 160 ° C протягом 6 годин. При термічній обробці

досліджуваного сплаву відбувається формування дрібних округлих кристалів інтерметалідних фаз (насамперед, що містять мідь), подрібнення і більш рівномірний розподіл залізovмісних інтерметалідів в об'ємі сплаву. Ймовірно, що малі добавки стронцію уповільнюють стадію зонного старіння в сплаві АК6.

Модифікування, істотно не змінюючи межі міцності сплаву в термообробленому стані призводить до підвищення пластичності приблизно на 20% порівняно зі сплавом АК6 вихідного складу.

ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ШТАМПІВ ГАРЯЧОГО ДЕФОРМУВАННЯ ЗІ СТАЛІ 5ХНМ

Іваненко А. Г., керівники к.т.с. Кімстач Т. В.^{1,2}, м.н.с. Сафронова О. А.²

¹Український державний університет науки і технологій

²Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАНУ

Проблема підвищення якості, надійності і довговічності інструменту для гарячої деформації металу актуальна у зв'язку з вдосконаленням конструкції ковальсько-пресового обладнання за для необхідності досягнення більших зусиль обжимання і швидкостей деформації. Пріоритетною задачею металознавства та теорії та технології термічної обробки на сучасному етапі є розробка нових високоефективних режимів зміцнення, що дозволяють підвищити рівень фізико-механічних і експлуатаційних властивостей інструменту.

Найбільш поширений технологічний процес остаточної термічної обробки штампів для гарячого деформування складається з загартування у маслі та відпуску.

Враховуючи недоліки масла, як гартівного середовища, а також у зв'язку з тим, що при охолодженні в маслі можуть виникати гартівні напруги і деформація інструменту в роботі запропоновано проводити ізотермічне гартування штампів в гарячих середовищах при 275-325 °С у суміші 45%NaNO₃+55%KNO₃.

Застосування ізотермічного гартування призводить до значного скорочення тривалості циклу термічної обробки, економії електроенергії, зменшення викривлення та підвищення стійкості штампів зі сталі 5ХНМ.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПРУЖИН ПЛУНЖЕРНОГО НАСОСУ ЗІ СТАЛІ 60С2А

Брюк А. О., керівники к.т.н. Кімстач Т. В.^{1,2}, м.н.с. Сафронова О. А.²

¹Український державний університет науки і технологій

²Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАНУ

У процесі експлуатації пружини піддаються багаторазовим знакозмінним навантаженням і після зняття навантаження повинні повністю відновлювати свої початкові розміри. У зв'язку з такими умовами роботи метал, що застосовується для виготовлення пружин, повинен мати, крім необхідної міцності в умовах статичних, динамічних або циклічних навантажень, досить хорошу пластичність, високі границі пружності та витривалості та високу релаксаційну стійкість.

Для отримання високого комплексу механічних властивостей пружини плунжерного насоса, виготовлених зі сталі 60С2А, піддають термічній обробці в якості якої найчастіше застосовують загартування в маслі і середній відпуск. Термічну обробку зазвичай проводять у камерних печах періодичної дії.

Для удосконалення режиму термічної обробки, підвищення якості і надійності роботи пружин зі сталі 60С2А в роботі пропонується перехід від термічної обробки в

камерних печах на вакуумну термічну обробку, яка забезпечує збереження чистої, світлої і незабрудненої поверхні деталей та запобігання знеуглецювання.

Режим вакуумної термічної обробки являє собою: нагрівання під загартування у вакуумній печі до температури $860 \pm 10^\circ\text{C}$, з витримкою 7-10 хвилин, охолодження в азоті, до температури -10°C , і подальший відпуск при температурі $430-460^\circ\text{C}$. При охолодженні в азоті відбувається повне перетворення залишкового аустеніту у мартенсит при цьому підвищуються міцність та границя витривалості.

Розроблений режим термічної обробки пружин плунжерного насосу у вакуумній печі є вигідний з погляду технологічності процесу термообробки, охорони праці, техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ІНСТРУМЕНТУ ЗІ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ

Шкиль Д. Ю., керівники к.т.н. Кімстач Т. В.^{1,2}, м.н.с. Сафронова О. А.²

¹Український державний університет науки і технологій Інституту чорної

²металургії ім. З. І. Некрасова НАНУ

На підставі аналізу режимів термічної обробки фрез зі сталі Р6М5 розглянуто можливість удосконалення процесу, що дозволить підвищити механічні і експлуатаційні властивості і забезпечити надійну і довговічну роботу інструменту.

При термічній обробці сталі правильний вибір гартівних середовищ впливає на якість виробів. В даний час для гартування фрез найчастіше в якості гартівного середовища застосовують масло. Враховуючи недоліки масла, як гартівного середовища, а також у зв'язку з тим, що при охолодженні в маслі можуть виникати гартівні напруги і деформація інструменту, в роботі запропоновано проводити ступінчасте загартування фрез в гарячих середовищах при $600-675^\circ\text{C}$ у суміші хлористих солей. Ступінчасте гартування в порівнянні з загартуванням в маслі значно знижує внутрішні напруги і зменшує брак по тріщинах і деформації. Для проведення ступінчастого загартування в роботі запропоновано використовувати соляну піч-ванну СВС-3,5.8.4/6,5.

Для підвищення: твердості і зносостійкості; втомної міцності; опору корозії, теплостійкості в роботі запропоновано третій відпуск поєднати з азотуванням в тліючому розряді в суміші трьох газів ($75\% \text{N}_2 + 20\% \text{Ar} + 5\% \text{CH}_4$). В результаті такої термічної обробки, крім розпаду залишкового аустеніту, досягається значне підвищення якості інструменту і збільшення терміну його експлуатації. Також перевагою азотуванням в тліючому розряді є значне скорочення загального часу процесу, велика економічність процесу, підвищення коефіцієнту використання електроенергії, скорочення витрат насичуючих газів. Для проведення азотування рекомендовано використовувати установку для іонної хіміко-термічної обробки НВШ-9,18 / БИ2.

Запропоновані в роботі заходи є економічно ефективні і дозволяють знизити витрати на виробництво за рахунок підвищення стійкості інструменту.

РОЛЬ ТЕРМОДИНАМІЧНОГО ФАКТОРУ В ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СФЕРОЇДИЗАЦІЇ ЦЕМЕНТИТУ

Хохлов М. І., керівники асист. Соболенко М. О.

Український державний університет науки і технологій

Перспективним для інтенсифікації процесу сфероїдизації є застосування нагрівання заготівлі «внутрішнім» теплоносієм. В цьому питанні дослідження впливу термодинамічного та кінетичного факторів є актуальним завданням.

Дослідження впливу термодинамічного фактора на швидкість процесу сфероїдизації проводили з використанням рівнянь, наведених у роботі [1]. Швидкість процесу сфероїдизації:

$$V_{сф} = A \cdot \nu \cdot \frac{\Delta g_{ТДС}}{\Delta x} \cdot T\Phi \cdot \exp\left(-\frac{\Delta G_{ак}^D}{RT}\right) \quad (1),$$

де A – коефіцієнт,

ν - частотний фактор,

$\frac{\Delta g_{ТДС}}{\Delta x}$ - градієнт вільної енергії між відповідними структурними складовими,

$\Delta G_{ак}^D$ – енергія активації дифузії компонента, що визначає швидкість процесу,

R – універсальна газова постійна,

T – температура процесу,

$T\Phi$ - термодинамічний фактор.

Виконано порівняння можливого впливу термодинамічного фактору залежно від вихідного структурного стану сталі перед сфероїдизацією на швидкість (тривалість) цього процесу за однакової температури [однакове значення $\exp(-\frac{\Delta G_{ТДС}^D}{RT})$]. Якщо при зміні зазначеного вище структурного стану швидкість процесу змінюється в n разів, то таку зміну можна приписати відповідній зміні значення $T\Phi$ (вважаючи, що величина $\frac{\Delta g_{ТДС}}{\Delta x}$ залишається постійною).

Отримано вираз, що дозволяє визначити, у скільки разів має збільшуватися значення $\Delta G_{ТДС}$, щоб величина $T\Phi$ у рівнянні (1) збільшилася в K раз:

$$n = \frac{RT}{\Delta G_{ТДС}^0} \left[-\ln \left(K \cdot \exp\left(-\frac{\Delta G_{ТДС}^0}{RT}\right) - K + 1 \right) \right] \quad (2),$$

де: n – вихідна зміна початкового значення $\Delta G_{ТДС}$,

$\Delta G_{ТДС}^0$ – значення термодинамічної рушійної сили для вихідного структурного стану.

Розрахунок за рівнянням (2) показав, що для отримання значення $K \approx 2$, величина $\Delta G_{ТДС}$ повинна зрости приблизно в 5 разів.

Висновок: Спостережувальне експериментальне зростання швидкості сфероїдизації при структурному переході суттєво збільшує вклад у значення термодинамічної рушійної сили сфероїдизації форми частинок (ступеня їхньої нерівновісності, кількісно вираженої коефіцієнтом форми).

Література:

1. Гуль Ю.П., Цуран В.Н. Влияние коэффициента формы частиц избыточной фазы в гетерофазных сплавах на термодинамический стимул процесса сфероидизации частиц.// Стародубовские чтения. Сб. науч. трудов. Дн-вск, ПГАСА, 2006.- с.78-83.

ФТОРПОЛІМЕРИ ДЛЯ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ СУЧАСНИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Ковба А. О., Пікула І. І., керівник проф. Кабат О. С.

Український державний хіміко-технологічний університет

Сучасні машини і механізми вимагають надзвичайно точних та ефективних рішень в галузі матеріалознавства, які можуть забезпечити високий рівень їх надійності та довговічності [1]. Одним із ключових аспектів, який впливає на функціональність та тривалість служби вузлів машин і механізмів, є тертя. У цьому контексті, роль матеріалів, з яких виготовлені деталі вузлів тертя, стає дость важливою.

Одним із способів модернізації вузлів тертя є заміна матеріалів, які труться на нові із кращим рівнем властивостей. В якості таких матеріалів можна порекомендувати фторполімери.

Вони відомі своєю унікальною комбінацією властивостей, включаючи низький коефіцієнт тертя, високу хімічну та температурну стійкість. Використання фторполімерів для вузлів тертя відкриває нові можливості у поліпшенні продуктивності машин та забезпеченні їх тривалої служби [2,3].

В лабораторних умовах були проведені дослідження на зносостійкість фторполімерів, шляхом проведення випробувань на машині тертя під різним тиском без використання змащування. Встановлено, що вироби із фторполімерів політетрафторетилену, полівініліденфториду та кополімеру тетрафторетилену з етиленом зберігають високий рівень надійності та довговічності при навантаженнях до 2,0 МПа, що дозволяє їх використовувати у практично всіх відомих вузлах тертя машин і механізмів.

Список використаної літератури:

1. Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд. Каталог інноваційних пропозицій цільової комплексної програми наукових досліджень «Ресурс». Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2018. – 65 с.

2. Oleh Kabat, Volodymyr Sytar, Oleksii Derkach, Kostyantyn Sukhyu POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS OF TRIBOTECHNICAL PURPOSE WITH A HIGH LEVEL OF PHYSICAL, MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES CHEMISTRY & CHEMICAL TECHNOLOGY 2021 Vol. 15, No. 4, pp. 543–550

3. Kobets A. S., Derkach O. D., Kabat O. S., Volovyk I. A., Kovalenko V. L., Kotok V. A. Verbitskiy V. V. INVESTIGATION FRICTION AND WEAR OF CONSTRUCTIONAL PLASTICS BASED ON AROMATIC POLYAMIDE VOL. 15, NO. 10, MAY 2020 Journal of Engineering and Applied Sciences

ПІДСЕКЦІЯ «ПОКРИТТЯ, КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАХИСТ МЕТАЛІВ»

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ ФОСФАТУВАННЯ СТАЛІ ДЛЯ ШТАМПУВАННЯ

Андрусенко І. М., керівник доц. Носко О. А.

Український державний університет науки і технологій

Підвищення якості металопродукції є однією з найважливіших задач важкої промисловості України. Одним з найефективніших шляхів вирішення цієї задачі є використання різноманітних металевих і неметалевих, зокрема, фосфатних покриттів, та збільшення долі його застосування. Фосфатні покриття порівняно з металопокриттями мають низку переваг, основною з яких є сполучення високих захисних, антифрикційних та протизадирних властивостей з простою і низькою собівартістю процесу їх отримання. Фосфатна плівка є гарною основою, що покращує захисні властивості та продовжує строк служби лакофарбових покриттів.

Досліджено різні схеми активації поверхні перед нанесенням фосфатних покриттів. На підставі проведених досліджень кристалічної структури, фазового складу, зовнішнього вигляду та антифрикційних властивостей запропоновані схеми обробки заготовок перед штампуванням: - фосфатування КФ-7 без попередньої активації поверхні; - знежирювання КМ-3, фосфатування КФ-7 з обов'язковою попередньою активацією поверхні в АФ-1 або АФ-4; - знежирювання сольовою сумішшю, фосфатування КЦФ-1 з попередньою активацією поверхні в АФ-1 або АФ-4.

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ ПІСЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗА РІЗНИМИ РЕЖИМАМИ

**Онуфрієнко М. М., керівники доц. Носко О. А., доц. Аюпова Т. А.
Український державний університет науки і технологій**

Сплави на основі титану, що відрізняється високою корозійною стійкістю, використовуються в найважливіх сферах промисловості: автомобіле- та літакобудування, суднобудуванні, приладобудуванні та медицині. Сплави на основі титану мають дещо знижену корозійну стійкість порівняно з чистим металом, але набагато перевершують його за механічними та експлуатаційними властивостями. Одними з вагомих методів підвищення корозійної стійкості титанових сплавів є модифікування та термічна обробка.

Досліджували вплив термічної обробки за різними режимами на структуру та властивості сплаву VT23. Показано, що мікроструктура двофазного сплаву VT23 в гарячекатаному вихідному стані характеризується двома твердими розчинами α - і β - титану. Анізотропія структури залежно від напрямку прокатки є незначною. Для сплаву VT23 при термообробці важлива рівномірність нагріву по перетину зразка, при цьому відбувається більш повний розпад метастабільних фаз, кількість β -фази збільшується і структурна анізотропія по перетину залежно від напрямку прокатки усувається. За 20 днів випробувань в морській воді на тарілчастих пружинах зі сплаву VT23 корозійних змін не відбулося.

Показано, що сплав VT23 має стабільну структуру по перетину залежно від напрямку прокатки і високу корозійну стійкість в морській воді під напругою.

ВПЛИВ МІКРОЛЕГУВАННЯ НА КОРОЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВУ АК7Ч Поляков Б. А., керівник Аюпова Т. А., Носко О. А. Український державний університет науки і технологій

При дії на структуроутворення силумінів та формування комплексу їх властивостей добре зарекомендувало себе модифікування різними елементами. У зв'язку з цим цікавить вплив легування комплексом титан-бор-стронцій на структуроутворення та формування властивостей, зокрема, корозійних, доєвтектичних силумінів. Відомий позитивний вплив на структуру та властивості термочасової обробки розплаву. Однак даних про вплив ТЧО розплаву силумінів, у комплексі з модифікуванням комплексом титан-бор-стронцій, відсутні. У зв'язку з цим встановлення закономірностей спільного впливу комплексного модифікатора Ti-B-Sr, ТЧО розплаву та ТО у твердому стані на структуру, фазовий склад та властивості сплаву АК7ч з підвищеним рівнем механічних та корозійних властивостей є актуальним завданням.

Доевтектичні силуміни типу АК7ч (система Al-Si-Mg-Fe-Mn) вихідного складу та містять комплекс Ti-B-Sr, піддавали ТЧО розплаву при різних температурах. Вивчали мікроструктуру, фазовий склад, механічні властивості за стандартними методиками. Випробування на загальну корозію проводили за ГОСТ 9.017 - 74 (метод І) на плоских зразках 50×50×3 мм (три зразка). Випробування на схильність до міжкристалітної корозії проводили за ГОСТ 9.021-74 методом 1, по три зразка на варіант.

Встановили, що:

- при випробуванні на загальну корозію найінтенсивніша і найбільша за швидкістю корозія спостерігається у вихідному сплаві, закристалізованому з температури 720°C у литому та термообробленому стані. Значно знижується швидкість корозії із застосуванням ТЧО при 800°C – на 84,3% у литому та на 91,5% у термообробленому стані. Аналогічно зниження швидкості корозії спостерігається під

час модифікації. Найкращі результати демонструє затвердіння з температури 800°C: мінімальна швидкість корозії спостерігається для зразків литого модифікованого сплаву. ТО у твердому стані погіршує корозійну стійкість зразків – приблизно на 67%.

- результати випробувань сплавів АК7ч і АК7ч(Ti-B-Sr) в 0,1М розчині NaCl свідчать про те, що із зразків, підданих ТЧО при 720°C, найкращу корозійну стійкість має зразок модифікованого сплаву в литому стані, трохи менш стійким показав зразок вихідного сплаву після термічної обробки за режимом Т6. Зразки вихідного сплаву в литому та термообробленому стані показали гіршу опірність корозії розчину NaCl, при цьому найменш стійким виявився зразок у литому стані.

- випробування в кислотному середовищі показали подібні результати. Зразки, піддані ТЧО при 720°C, у модифікованому стані мають більшу корозійну стійкість, ніж немодифіковані. При цьому найстійкішим показав себе зразок у литому стані та менш стійким - зразок після термічної обробки у твердому стані за режимом Т6. Найменшу корозійну стійкість має зразок вихідного сплаву в литому стані та дещо кращу - після ТО у твердому стані.

- результати електрохімічних досліджень показують, що до найбільшого розчинення схильний литий базовий сплав АК7ч, причому швидкість корозії не залежить від температури ТЧО розплаву. Застосування ТО в твердому стані призводить до збільшення корозійної стійкості базового сплаву з ТЧО розплаву при 720°C і більшого розчинення поверхні зразка базового сплаву з ТЧО розплаву при 800°C і ТО за режимом Т6, порівняно зі сплавом у вихідному стані.

Модифікування підвищує корозійну стійкість металу вдвічі.

Таким чином, спостерігається підвищення корозійної стійкості сплаву АК7ч (Ti-B-Sr) у порівнянні з базовим сплавом при ТЧО 720±10°C - на 40...43%; при ТЧО 720 ± 10 ° С + Т6 сплаву - на 8 ... 10%; при ТЧО 800±10°З 12...14%; при ТЧО 800 ± 10 ° С + Т6 на 56 ... 59%.

МОРФОЛОГІЯ ТА ДИСПЕРСНІСТЬ ЧАСТИНОК НІКЕЛЕВОГО ПОРОШКУ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОМУ ОСАДЖЕННІ

**Сагайдачний І. О., керівники доц. Аюпова Т. А., Головачов А. М., Кушнір Ю. О.
Український державний університет науки і технологій**

Нікелеві порошки набули широкого застосування в різних галузях промисловості. В даний час порошок нікелю в промисловості виробляють декількома способами, зокрема, карбонільним, автоклавним, відновленням сполук та електролізом водних розчинів.

Області застосування порошків нікелю залежать від їх характеристик, найважливішими є дисперсність, форма і структура частинок. На властивості порошку значною мірою впливає спосіб їх виробництва, а також режими подальшої обробки. Бажано отримувати порошки із заданими стабільними властивостями безпосередньо в процесі виробництва, оскільки коригування їх характеристик на стадії переробки деталі подовжує технологічний цикл і пов'язана з додатковими втратами вихідного продукту.

У зв'язку з цим найбільш ефективним способом виробництва порошку нікелю є електроліз водних розчинів. Він дозволяє ефективно впливати на властивості дисперсного осаду шляхом варіювання технологічними режимами електрокристалізації.

Механізми впливу окремих параметрів електролізу на процеси структуроутворення та властивості нікелевого порошку добре вивчені. Значний інтерес представляє кількісна оцінка впливу параметрів електролізу, а також спільної дії різних факторів,

наявність чи відсутність синергізму. Вирішення цих питань дозволить оптимізувати режим електролізу та прогнозувати властивості електролітичного порошку нікелю.

Мета досліджень – оптимізація параметрів електролізу для отримання електролітичного порошку нікелю з регульованою морфологією та розміром частинок. Завдання досліджень – оцінити ступінь впливу параметрів електроосадження та вивчити ефективність спільного впливу різних факторів електролізу на процеси структуроутворення та властивості синтезованого порошку нікелю.

Процес електролітичного осадження дисперсного нікелю вели з використанням розчинного нікелевого анода і мідного катода. Склад електроліту, г/л: $20 \text{ NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 10 \text{ NaCl} + 20(\text{HN}_4)_2\text{SO}_4$; форма електродів – пластина; час електролізу – 1 год. Експериментальні дослідження проводили відповідно до плану повного факторного експерименту (ПФЕ) 23.

Встановлено, що:

- зниження швидкості циркуляції сприяє значному зменшенню розмірів частинок нікелю, в той же час при високих значеннях катодної щільності струму дисперсність частинок порошку нікелю значно підвищується.

- ступінь впливу швидкості циркуляції електроліту на розмір частинок нікелю на порядок вищий, ніж катодної щільності струму, проте, незважаючи на різний характер впливу цих факторів на функцію відгуку між ними, спостерігається синергетичний ефект.

- підвищення температури призводить до збільшення середнього розміру частинок. При високих температурах синтезуються великі частки нікелю (понад 150 мкм) із згладженими гілками дендритів.

Спостерігається синергетичний ефект одночасного впливу на розмір та морфологію частинок температури та швидкості циркуляції електроліту. При одночасному збільшенні температури та швидкості циркуляції електроліту наявне помітніше укрупнення частинок порошку нікелю, ніж при підвищенні значення одного з цих факторів і фіксованому значенні іншого.

Застосування синтезованої математичної моделі дозволяє враховувати синергетичний ефект від впливу різних факторів на характеристики електролітичного осаду та, тим самим, ефективно регулювати параметри електролізу та синтезувати електролітичні порошки нікелю із заданими структурними, фізичними та функціональними властивостями.

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИКОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІГМЕНТІВ В СИСТЕМІ Fe-Al-Mg-O

Бардуков О. О., Керівник проф. Фролова Л. А.

Український державний університет науки і технологій

Перспективними пігментами пасивуючого типу, крім фосфатних, є інші матеріали – оксигідроксиди, ферити, молібдати, станати, борати, вольфраматни, які отримують за традиційними технологіями. Проте ці методи зазвичай пов'язані зі значними витратами енергії, великою тривалістю синтезу, необхідністю подрібнення спеків до дрібнодисперсного стану. Зростає інтерес дослідників до методу співосадження, який дозволяє варіювати катіонним та аніонним складом пігментів. Крім того, перед розробниками лакофарбових матеріалів стоїть задача заміни токсичних протикорозійних хром-, кадмій- та плюмбумвмісних пігментів, що входять до складу більшості сучасних ґрунтовок інгібуючого типу. Альтернативою таким лакофарбовим матеріалам є наповнювачі оксидного типу, які є антикорозійними пігментами, в тому числі оксигідроксиди, ферити магнію, алюмінати кобальту, ферити цинку, ферити міді,

алюмінати магнію, алюмінати цинку тощо. Забарвлення пігментів, їх антикорозійні властивості залежать від іонів хромофорів, які входять до складу структури отримуваних сполук.

Технологія співосадження має ряд переваг у порівнянні із традиційними та дозволяє радикально здешевити отримання оксидних матеріалів. Такий процес, заснований на використанні внутрішньої хімічної енергії системи, дає змогу проводити синтез за зменшених температурі, тривалості синтезу та енергетичних витратах. Простота обладнання, можливість синтезу значної кількості продукту необхідного фазового та гранулометричного складу, екологічна чистота процесу також вказують на доцільність використання даного методу. Останнім часом робились спроби одержання пігментів методом співосадження, але систематичних досліджень кінцевих продуктів не проводилось. Отримані продукти в більшості випадків формувались у вигляді погано відтворюваних за складом продуктів. У зв'язку з цим цікавим стає синтез в такому режимі, який дозволив би отримувати пігменти з хорошими колірними характеристиками в дрібнодисперсному стані, і виключив трудомістку стадію подрібнення. Вивчення умов утворення пігментів зі структурою оксигідроксидів, впливу їх складу на колірність та антикорозійні властивості.

Вивчення закономірностей формування антикорозійних властивостей, розробка складів для одержання пігментів з використанням методу співосадження і наступною термообробкою.

За допомогою експериментальних і теоретичних досліджень встановлено вплив природи катіонів хромофорів на колірний тон, чистоту кольору, антикорозійні властивості пігментів в системі Fe-Al-Mg-O, що дозволяє проводити цілеспрямований синтез пігментів бежевої, червоної та жовтої колірної гама з високими антикорозійними властивостями. Основні технологічні властивості пігментів визначаються аніонним і катіонним складом. Антикорозійні властивості оксигідроксидних пігментів більшою мірою визначаються наявністю іонів гіроксіла, що утворюються внаслідок дисоціації. Найбільший ефект спостерігається в разі використання сполук металів, константи дисоціації яких значно відрізняються. Захисний ефект в основному визначається уповільненням анодного процесу. При цьому аніони, які містять атоми алюмінію, прискорюють корозійні процеси.

ВИВЧЕННЯ КОРОЗІЙНОГО РУЙНУВАННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ТА МЕХАНІЗМУ ЗАХИСНОЇ ДІЇ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ

Тітов О. О., керівники доц. Біла О. В., Ковзик А. М.

Український державний університет науки і технологій

Завданням даної роботи є аналіз існуючих технологічних прийомів захисту від різних типів корозії елементів металоконструкцій устаткування харчової промисловості з метою розробки комплексу заходів, які дозволять забезпечити довгострокову безвідмовну експлуатацію обладнання.

Функція плівки фарби полягає в тому, щоб виключити потрапляння на поверхню металу води і кисню, які провокують іржавіння. Однак плівки фарби і лаку зовсім не настільки непроникні для води і кисню, як це зазвичай вважають. Дані з різних джерел показують, що швидкості, з якими вода і кисень можуть проходити через плівку фарби або лаку (вважаючи, що вони витрачаються на метали зараз же в міру їх надходження), достатні для протікання процесу іржавіння з такою ж швидкістю, з якою він протікає на нефарбованій поверхні стали, вміщеній в промисловій атмосфері. Деякі дослідники вважають сумнівним, що досліди, відомі дані дійсно характеризують проникність лакофарбової плівки в тому вигляді, в якому вона знаходиться на металі. Однак,

можливо, що плівки фарби настільки проникні для води і кисню, що вони не можуть загальмувати корозію, запобігаючи потрапляння води і кисню до поверхні металу.

Мета фарбування полягає в запобіганні початку корозійного процесу, а не в уповільненні корозії. Можливо, що виробники захисних ЛФП менше зацікавлені в питанні швидкості корозії, ніж в питанні ймовірності корозії. Якщо з цим можна погодитися, то можна вважати за доцільне застосовувати плівку фарби, проникну для кисню, оскільки кисень знижує ймовірність корозії. Як тільки іржавіння на пофарбованій поверхні почалося, його зупинка стає практично невідворотною. Якщо, проте, проникність для кисню можна вважати сприятливим фактором, то проникності для води, навпаки, є несприятливим. Фарба, яка може поглинути багато води, мабуть, швидше за забезпечує умови для виникнення корозії, ніж та, яка поглинає мало води, оскільки вода може сприяти подачі кисню. Незалежно від того, чи є це основною причиною чи ні, але ті типи пігментів, які зменшують водопоглинення, значно збільшують термін життя фарби.

У деяких випадках потрібні спеціальні антикорозійні фарби. Наприклад, в тих випадках, коли фарба містить хроматний пігмент, що володіє помітною розчинністю, то вода, яка проникає через шар фарби, стає неактивною, так як хромати - ефективні інгібітори. В інших випадках, інгібітор може утворитися за рахунок реакції що відбувається всередині плівки фарби. У масляних фарбах, пігментованих свинцевими або цинковими пігментами (оксиди або основні солі) утворюються свинцеві або цинкові мила, і, хоча вони самі по собі не є інгібіторами, але вони утворюють інгібуючі сполуки при своєму розпаді. Однак відомо, що фарба, що містить тільки інертні пігменти і не здатна захищати метал вищевказаними двома шляхами, може, тим не менш, значно віддаляти початок корозії досліджуваного металу і, можливо, уповільнювати її.

ЗАХИСТ УСТАТКУВАННЯ І СПОРУДЖЕНЬ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ВІД КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ

Шиханцова Н. В., керівник доц. Біла О. В.

Український державний університет науки і технологій

У сільськогосподарському машинобудуванні лакофарбові покриття (ЛКП) становлять 85–90 % загального обсягу захисних робіт. Технічні вимоги до ЛКП машин землеробства, системи покриттів для їх окремих деталей та складальних одиниць наведені у ГОСТ 5282-82. Ці ж вимоги для тракторів, двигунів та самохідних шасі, призначених для роботи в районах з помірним кліматом, викладено у ГОСТ 6572-82. Товщина захисного шару для одношарового покриття має бути не менше 15 мкм, двошарового – 35 мкм, тришарового – 55 мкм, чотиришарового – 65 мкм.

Тому проблематика захисту від корозії обладнання та споруд сільського господарства на даний час є дуже актуальним завданням сучасного господарювання.

Об'єктом розробки даної випускної кваліфікаційної роботи бакалавра є технологія захисту устаткування, будівель та механізмів сільського господарства від різних видів корозії.

Встановлено, що основним видом корозії, який оказує найбільший вплив на швидкість руйнування об'єктів сільського господарства, є атмосферна корозія, а найбільш ефективним методом захисту від неї – це нанесення спеціальних типів покриттів. В роботі виконано аналіз існуючих основних видів, призначення, засобів та технологій захисту від корозії устаткування сільського господарства. Визначено основні захисні покриттів, що використовують для захисту металоконструкцій, основні види та причини браку при їх нанесенні та способи їх усунення.

Також у роботі визначені найбільш ефективні види, призначення, засоби та технології захисту від корозії споруджень та будівель сільського господарства, обґрунтовано способи контролю якості заходів по захисту від корозії устаткування та споруджень сільського господарства. Визначено методи контролю якості покриттів, узагальнені питання захисту навколишнього середовища.

АНАЛІЗ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА НІКЕЛЬОВАНОЇ МЕБЛЕВОЇ ФУРНІТУРИ НА ОСНОВІ ПОРОШКУ ЗАЛІЗА

Бондаренко А. Ю., керівник старш. викл. Кушнір Ю. О.

Український державний університет науки і технологій

При широкому впровадженні в промисловість конструкційних виробів, що виготовляються із залізного порошку, особливу увагу необхідно приділити питанню захисту їх від корозійного руйнування. Звичайні компактні вироби, виготовлені з сталей різних марок, добре захищаються від корозії за допомогою хімічних, гальванічних і лакофарбових покриттів. Процес нанесення різних видів покриттів на компактні матеріали досить добре вивчений і висвітлений в спеціальній літературі.

Найбільш поширені види виробів, що виготовляються методами порошкової металургії - несучі конструкційні деталі досить складної форми, які зазвичай виготовляються з вуглецевих і легованих сталей, сірого і ковкого чавунів, кольорових металів і сплавів. Типовими конструкційними деталями на основі порошкового заліза є шестерні, кулачки, накладки, шайби, ковпачки, заглушки, трійники, втулки, храповики, зірочки, важелі, накладні і спеціальні гайки, кришки, фланці, корпуси підшипників і інші, простий і складної конфігурації, тобто сотні і тисячі найменувань різноманітних виробів, які застосовуються в різних галузях машинобудування і приладобудування. Багато з цих деталей повинні протистояти корозійному руйнуванню і, отже, повинні бути захищені від корозії. Захистити від корозії такі вироби за допомогою гальванічних або хімічних покриттів, нанесених з водних розчинів із застосуванням режимів, які використовують для компактних матеріалів, неможливо, тому що спечені вироби мають таку характерну особливість, як пористість. У конструкційних матеріалів на основі порошкового заліза пористість досягає 16-18 %. Виняток становлять матеріали, що мають максимальну щільність, близьку до щільності компактних матеріалів, або тільки закриту пористість, і одержувані методами гарячого пресування, просоченням рідкими металами та іншими методами.

При нанесенні покриттів з водних розчинів або шляхом прямого хімічного відновлення (хімічні покриття), або при накладенні певної різниці потенціалів (гальванічні покриття) пори спеченого виробу як система капілярів вбирають в себе агресивні хімічні розчини. Останні залишаються всередині виробу після отримання на поверхні щільної металевої плівки і сприяють виникненню внутрішньої корозії, що рано чи пізно призводить до повного руйнування виробів. Тому при нанесенні покриттів на спечені матеріали необхідно звернути увагу на захист від корозії не тільки зовнішньої, але й внутрішньої поверхні виробів.

У роботі розроблені основні напрямки, що дозволяють частково або повністю усунути шкідливий вплив пористості:

- 1) нанесення покриттів на попередньо спресовані виріб і подальше спікання;
- 2) зміна режимів електролізу і складів електролітів з метою збільшення часу електроосадження металу;
- 3) механічна обробка пористих виробів перед нанесенням покриттів;
- 4) просочення пористих виробів перед нанесенням покриттів різними речовинами, що перешкоджають проникненню в пори агресивних розчинів.

АНАЛІЗ РОЗРОБКИ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ТРУБОПРОВОДІВ

Капуста Е. О., керівник доц. Голуб І. В.

Український державний університет науки і технологій

Безаварійне функціонування магістральних трубопроводів є одним з важливих питань бо воно залежить від багатьох чинників а саме технологічної культури їхнього проектування, будівництва та експлуатації, якості виготовлення труб та інше. Аварії при експлуатації магістральних трубопроводів поділяються на етапи: першій (початковому періоді) аварії виникають через неправильне укладання їх в траншеї, особливо на пересіченій, пагорбкуватій і гірській місцевості, через брак у зварних з'єднаннях, неякісне нанесення та механічні пошкодження ізоляційного покриття, інтенсивну корозію трубопроводів у місцях пошкодження ізоляції, викликаних блукаючими в землі електричними струмами; другий якій відбувається з причини ґрунтової корозії причому, чим довше трубопроводи експлуатуються, тим більш ймовірною стає небезпека виникнення корозійних пошкоджень і аварій.

Проблема корозії металів постає однією з найважливіших проблем. Процес корозії металів відбувається безперервно і завдає величезних збитків, оскільки: – призводить до аварійних ситуацій, наслідками яких є втрата продукції, зниження її якості та забруднення навколишнього середовища; – підвищує експлуатаційні та ремонтні витрати.

Магістральні трубопроводи, прокладені в землі, що містить вологу з розчиненими в ній різними солями, кислотами і лугами, знаходяться в корозійному середовищі. Для захисту від корозії тіло труби покривають ізоляцією. Ізоляційні покриття підземних трубопроводів для забезпечення свого основного призначення повинні володіти такими властивостями: 1) суцільністю і високими ізолюючими характеристиками; 2) адгезією до металевої поверхні; 3) механічною міцністю і пружноеластичністю; 4) опором удару і напругам ґрунтів; 5) низькою вологопроникністю і малою величиною вологовбирання; 6) здатністю протистояти проникненню корозійно-активних іонів, а також осмосу й електроосмосу; 7) високою хімічною стійкістю та біостійкістю; 8) термостійкістю та стійкістю до сонячного опромінення; 9) стабільністю техніко-експлуатаційних характеристик у часі; 10) простотою технології виробництва й нанесення у заводських і польових умовах. Матеріали, що входять до складу покриттів, повинні бути недефіцитними, а самі покриття недорогими і довговічними. Часто, через невисоку якість покриттів або недоліки в технології їх використання та нанесення, не забезпечується необхідна надійність роботи. Вибір того або іншого захисного покриття для ремонту повинен бути обґрунтований не завжди можливо вибирати оптимальні варіанти протикорозійного захисту, при яких загальні витрати на засоби захисту і її експлуатацію були б мінімальними. Методи прогнозування старіння ізоляційних покриттів, як і рекомендації щодо прогнозування ефективності їх захисної дії, дозволяють розраховувати експлуатаційні витрати в динаміці по роках, пов'язані із зниженням захисних властивостей покриття і збільшенням витрат електроенергії для електрозахисту. Можливість прогнозування зміни ефективності захисної дії покриттів в часі, аналіз чинників, що визначають одноразові і експлуатаційні витрати на протикорозійний захист є основою для визначення економічної ефективності різних видів і конструкцій ізоляційних покриттів при комплексному захисті.

У зв'язку з цим, проблема захисту металу від корозії є надзвичайно актуальною сьогодні. Тому метою роботи є проведення аналізу доцільності застосування новітнього протикорозійного ізоляційного покриття для захисту магістральних трубопроводів, що

дозволить в майбутньому зменшити втрати на захист від корозії: – витрати на електрохімічний захист; – витрати на протикорозійні покриття; – витрати на ремонтно-відновлювальні роботи.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРИЧНОГО РОЗРЯДУ НА ПОВЕРХНЕВУ ТВЕРДІСТЬ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

**Москалюк В. С., керівник проф. Вакуленко І. О.
Український державний університет науки і технологій**

За електричної іскрової обробки, для більшості металевих матеріалів спостерігається руйнування поверхневих прошарків матеріалу анода, а на поверхні катода утворюється нашарування з різною структурою і фізико-хімічними властивостями.

Метою роботи була оцінка впливу електричної іскрової обробки на стан поверхневого нашарування вуглецевої сталі.

Для анода і катода була використана однакова вуглецева сталь фрагменту ободу залізничного колеса з вмістом вуглецю 0,63% після нормалізації. Структурні дослідження проводилися з використанням світлової мікроскопії. В якості характеристики міцності використана мікротвердість, яку вимірювали на приладі ПМТ-3, при навантаженні на індентор 10г. Електричну іскрову обробку поверхні вуглецевої сталі виконували з використанням устаткування типу ЕФІ-25М.

В порівнянні з вихідним станом сталі після нормалізації, на визначеній глибині від поверхневого покриття після іскрової обробки, визначається формування додаткових нашарувань металу, з якісно різними ознаками внутрішньої будови. За аналізом структури першого шару покриття, визначена відсутність фазових складових і меж розподілу. Таке металеве покриття може бути віднесеним до однофазного стану, з товщиною 0,15-0,18мм. Далі, поява якісних змін в структурі покриття слід вважати за межу, що відокремлює початок другої ділянки. Такою ознакою слід вважати появу частинок другої фази в структурі металевого покриття. До особливостей структури другого нашарування відноситься прогресуюче збільшення кількості частинок і нерівномірність їх розподілу в матриці по товщині покриття.

За аналізом характеру зміни мікротвердості було визначено зниження міцності металу пропорційно збільшенню товщини покриття. На першій ділянці, на відстані від поверхні порядку 0,02мм, мікротвердість складає значення в інтервалі 14-15 GPa. Збільшення відстані супроводжується відповідним зниженням мікротвердості аж до 6-7 GPa на межі з другим прошарком. Далі, до межі з основним металом, мікротвердість неухильно знижується, досягаючи значень 2,5-3 GPa на відстані 0,25мм. За аналізом отриманих результатів досліджень визначено, що формування багатшарового поверхневого покриття, при електричній іскровій обробці, супроводжується обов'язковим виникненням градієнта структур по його товщині. За умов однакового матеріалу аноду і катода, поверхневі нашарування металу формуються в однофазному стані. Другий прошарок покриття, у вигляді глобулярних структур, представляє перехідну зону до металу зі структурою похідного стану. Сформовані прошарки покриття зі структурами з глобулярною формою цементиту за зовнішніми ознаками подібні тим, що спостерігаються після визначених витримок поблизу субкритичних температур нагріву. В металі покриття, пропорційно збільшенню кількості частинок карбідної фази, спостерігається прогресуюче зниження мікротвердості. На підставі цього слід вважати, що за досягненим рівнем ефект поверхневого зміцнення від іскрового розряду може бути ототожненим більшості термічних та хіміко-термічних обробок поверхні вуглецевих сталей.

РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ ТРИВАЛОСТІ ОБІГРІВУ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ З АДАМІТОВОЇ СТАЛІ 170ХНМ

Рибачук А. Д., керівник проф. Хричиков В. Є.
Український державний університет науки і технологій

Прокатні валки з адамітової сталі 170ХНМ працюють у важко навантажених чорнових клітках заготівельних і сортопрокатних станів гарячої прокатки. По стійкості литі сталеві валки перевершують ковани в 2-4 рази, а за вартістю дешевше кованих в 1,5- 2,0 рази. Обігрів надливу таких виливків роблять за допомогою електродугового-електрошлакового обігріву. Він є ефективним засобом покращення теплової роботи надливу і скорочує витрати металу.

Для визначення режимів тривалості обігріву виконували експерименти по визначенню кінетики усадки, а також застосували інженерну методику розрахунку Б.Б. Гуляєва. Виведені формули для розрахунку першого і другого етапу електрошлакового обігріву для різних діаметрів бочки прокатного валка зі сталі 170ХНМ. Встановлено загальний час обігріву надливу.

Таким чином, визначені режими обігріву для різних діаметрів бочки прокатного валка зі сталі 170ХНМ дозволять встановити тривалість першого і другого етапів обігріву, а також зменшити витрати електроенергії.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВУГЛЕЦЮ НА ТРИВАЛІСТЬ ТВЕРДІННЯ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ

Біліченко В. С., керівник проф. Хричиков В. Є.
Український державний університет науки і технологій

Для визначення впливу вуглецю на тривалість твердіння чавунних виливків використовували експериментальні криві твердіння циліндричних виливків зі сплавів Fe- C в кокілі, які приведені у роботах Б.Б. Гуляєва, О.Н. Магницького, Л.М. Постнова та ін. Застосування безрозмірних координат виду x/R и τ/R^2 при аналізі експериментальних досліджень дозволяє у першому наближенні розраховувати твердіння чавунних виливків у чавунних виливницях і кокілі. Використання критерію Б.Б. Гуляєва (τ/R^2) дозволяє змінювати розмір вилівка у широких межах.

За результатами розрахунків побудовані графіки впливу вмісту вуглецю на тривалість твердіння циліндричних виливків і виливків у формі куля з різними діаметрами. Користуючись графіками можливо швидко розрахувати загальну тривалість твердіння чавунних виливків, що охолоджуються у кокілі або виливниці. Зроблено розрахунки тривалості твердіння для різних хімічних складів чавунів системи Fe-C. Встановлено максимальна і мінімальна тривалість твердіння.

ВПЛИВ ОБІГРІВУ ДЗЕРКАЛА МЕТАЛУ НАДЛИВУ НА ТВЕРДІННЯ ВЕРХНЬОЇ ШИЙКИ І НАДЛИВУ ЧАВУННОГО ПРОКАТНОГО ВАЛКА

Захарчук В. О., керівник проф. Хричиков В. Є.
Український державний університет науки і технологій

Електрошлаковий обігрів залишається найбільш технологічним і ефективним методом отримання масивних виливків без усадкових дефектів. При електрошлаковому і комбінованому електродуговому-електрошлаковому обігріві

надливу виділення тепла відбувається в шлаковій ванні при проходженні через неї електричного струму.

Проведено математичне моделювання обігріву надливу потужністю $Q=15$ кВт, $Q=10$ кВт і $Q=5$ кВт. Підведення тепла $Q=15$ кВт до дзеркала металу надливу протягом 175 хв забезпечує послідовне твердіння валка, живлення усадки бочки і верхньої шийки, а при підведенні тепла $Q=5$ кВт в верхній шийці утворюється тепловий вузол. Це свідчить про формування усадкової раковини в осьовій зоні валка, що може привести до його поламання.

Побудовано графік впливу щільності теплового потоку на температуру по висоті надливу і верхньої шийки. Встановлено доцільність ступеневого обігріву з поступовим зменшенням потужності обігріву.

Встановлено, що тривалість твердіння виливка після відключення електрошлакового обігріву збільшується на 25%. Інерційність процесу живлення усадки і теплопередачі обумовлена низькою теплопровідністю шлакової ванни, що зменшує втрати тепла у довкілля і збільшує тривалість твердіння металевий ванни.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ ХОЛОДНОТВЕРДІЮЧИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ОБІГРІВУ ФАСОННИХ СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ

Параконний С. В., керівник проф. Меньяло О. В.
Український державний університет науки і технологій

Для забезпечення послідовного твердіння виливків і зменшення непродуктивних втрат металу на надливи фасонних сталевих виливків застосовують утеплення надливів теплоізоляційними матеріалами або обігрів екзотермічними сумішами. При затвердінні виливка одночасно відбувається твердіння металу надливу, збільшуються втрати металу. Тому утеплення надливу підвищує техніко-економічні показники виробництва виливків зі сталі.

У роботі було розроблено склади екзотермічних холоднотвердіючих сумішей з використанням недефіцитних і недорогих матеріалів. В якості сполучного було обрано рідке скло, пального - алюмінієвий порошок, окислювача – залізна окалина, залізна руда та ін. Ефективність дослідних складів визначали виходячи з живучості та міцності суміші на стиск.

Визначено технологічні властивості суміші і встановлено, що з підвищенням вмісту в суміші алюмінієвого порошку і залізної окалини живучість суміші збільшується. Зниження вмісту сполучною композиції веде до різкого зменшення міцності дослідних зразків.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ХУДОЖНЬОГО ВИЛИВКА «МИСЛИВСЬКИЙ ПЕС»

Гаєвський В. Г., керівник проф. Меньяло О. В.
Український державний університет науки і технологій

Точне лиття за моделями, що витоплюються - це найбільш точний і ефективний спосіб отримання художніх виробів. У роботі було розроблено і удосконалено технологію виготовлення художнього виливка «Мисливський пес» методом виливання за моделям, що витоплюються. Розглянуті і проаналізовані види різних матеріалів, використаних при цьому способі отримання художніх виробів.

Технологія методом лиття за моделям, що витоплюються складається з багатьох етапів. Наведено процес виготовлення еластичної форми з гіпсовими оболонками, а

також процеси виготовлення воскового модельного блоку, формовки, прожарювання оболонки та заливання форми.

Визначено основні дефекти і методи їх усунення при отриманні художнього виробу таким способом лиття. У результаті розробки відбулося усунення деяких дефектів і це дозволить удосконалити процес виготовлення художнього виливка «Мисливський пес».

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА З ЛАТУНІ «СТАКАН ДЛЯ ПРИЛАДДЯ»

Єлісєєв Д. М., керівник проф. Мєняйло О. В.

Український державний університет науки і технологій

Метод лиття за виплавлюваними моделями (ЛВМ), завдяки перевагам в порівнянні з іншими способами виготовлення виливків, набув значного поширення в машинобудуванні та приладобудуванні. Промислове застосування методу ЛВМ забезпечує отримання з будь-яких ливарних сплавів складних за формою виливків масою від кількох грамів до десятків кілограмів зі стінками, товщина яких у ряді випадків менше 1 мм.

Одна з головних причин появи дефектів при литті є перегрів металу, що відбувається через складність вимірювання температури безпосередньо всередині розплаву. Зменшення швидкості зростання кристалів та утворення крупнозернистої структури металів, що в результаті призводить до утворення тріщин.

У роботі для виготовлення виливка з латуні «Стакан для приладдя» для прискорення процесів кристалізації металу виливки та ліквідації зосередженої усадки металу, що призводить до утяжин на поверхні виливка було застосовано наномодифікатори. Це удосконалення дозволило виключити такий вид браку як тріщини та отримати дрібнодисперсну структуру.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЛИТТЯ ІКОНКИ «БОЖА МАТЕРЬ»

Рігерт В. С., керівник проф. Мєняйло О. В.

Український державний університет науки і технологій

Ювелірне лиття - один з найдавніших і найпоширеніших видів обробки металів та сплавів. В даний час поява нових технологій лиття за виплавлюваними моделями, нових матеріалів і ливарних установок, дозволяють полегшити працю ювелірів-ливарників.

У роботі розроблено технологію виготовлення ювелірного виробу «Божья матерь». Було отримано еластичну прес-форму з гіпсовою оболонкою, воскові моделі та інше. Після охолодження воскових моделей їх збирали воскове дерево-«ялинку».

На основі існуючої технології і матеріалів виготовлення ювелірного виробу вибрано раціональний склад металу і формувальних матеріалів. За розробленою технологією отримано виливок іконки «Божья матерь», проведено її шліфування і карбування.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ СПЛАВУ НА ОСНОВІ КОБАЛЬТУ ДЛЯ БЮГЕЛЬНОГО ПРОТЕЗУ

Насонов Д. М., керівник проф. Іванова Л. Х.

Український державний університет науки і технологій

Стоматологічні сплави на основі кобальту містять значну кількість (23 ... 29%, за масою) Cr – основного легувального елемента, тому такі кобальтові сплави називають ще й кобальтохромовими сплавами (КХС). В стоматологічному протезуванні КХС – це один з найвимогливіших. На сьогоднішній день тільки з КХС можливо виготовити цільнолитий зубний протез будь-якої конструкції. Стоматологічні КХС, що використовуються в протезуванні, не повинні містити більш, ніж 29% Cr для попередження появи в сплавах крихкої альфа-фази та різкого зниження їх ливарних властивостей. При литті виробів для ортопедичної стоматології залишається литниково-живильна система: литники та надливи, які використовуються повторно в об'ємі лише 10%. Решта литників та надливів не використовується, йде на утилізацію. Обмеження у повторному використанні пов'язано з тим, що під час плавлення і лиття виникають оксиди кобальту і хрому, які здійснюють негативну дію на механічні властивості сплавів. В той самий час конструкції литників та надливів сприяють збиранню оксидів у литниковій системі. Проблеми повторного використання кобальтохромового сплаву присвячені одиничні наукові роботи, тому ця тема через те, що не повністю вивчена і на сьогодні залишається актуальною.

ВПЛИВ ВМІСТУ НІКЕЛЮ НА ТВЕРДІСТЬ РОБОЧОГО ШАРУ ДВОШАРОВИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

Яровий О. В., керівник проф. Іванова Л. Х.

Український державний університет науки і технологій

Провідний вплив на мікроструктуру робочого шару чавунів двошарових валків надає вміст нікелю, що визначає характер продуктів перетворення аустеніту. Як графітоутворювальний елемент нікель сприяє виділенню вуглецю у вигляді графіту як при кристалізації, так і при охолодженні чавуну. В останньому випадку вуглець виділяється у вигляді графіту відпалу та має компактну форму. Поява графіту у структурі робочого шару двошарових валків веде до зниження його твердості. Однак вплив нікелю проявляється, головним чином, у його впливі на структуру металевої матриці. Внаслідок порівняно високого вмісту нікелю в металі робочого шару валків ЛПХНд-70 аустеніт переохолоджується до області бейнітного та мартенситного перетворення. Будова продуктів перетворення аустеніту істотно впливає на твердість робочого шару валків. Необхідно відзначити, що ступінь впливу нікелю на твердість робочого шару змінюється в залежності від його вмісту в металі, що пов'язано з переходом від перлітної структури до бейнітної і мартенситної. Максимальну твердість має робочий шар, коли основна частина аустеніту перетворюється на мартенсит. Подальше збільшення вмісту нікелю викликає зниження твердості робочого шару валків внаслідок появи в їх структурі відносно м'якого аустеніту, збільшення кількості графіту відпалу та порівняно м'яких продуктів перетворення аустеніту, що оточують графіт. Статистична обробка даних зміни твердості залежно від вмісту нікелю показала достовірний кореляційний зв'язок між цими параметрами: $r = + 0,311$; $H_{ш} = 51,3 + 5,9 Ni$.

ВИКОРИСТАННЯ ПОНАДАТМОСФЕРНОГО ТИСКУ В НАДЛИВІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ КРУПНОГО СТАЛЕВОГО ВИЛИВКА

Адамчук М. С., керівник проф. Селівьорстов В. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Відомо, що при виробництві сталевих литва вихід годного складає ~50 - 60% від маси металу, що заливається. Це обумовлено, насамперед, необхідністю компенсації усадки і розміщення надливів над тепловими вузлами виливка. Крім того, у зв'язку з високою вартістю матеріалів і енергоносіїв, проблема зменшення непродуктивних втрат металу, зокрема на живлячу систему при виробництві крупних сталевих виливків є однією з актуальних проблем ливарного виробництва. Використовуються різні технологічні методи зменшення непродуктивних втрат металу на надлив. Одним з таких способів є використання надливів під газовим тиском. Суть процесу полягає в тому, що в порожнині усадкової раковини в надливі створюють тиск, який забезпечує переміщення розплаву у виливок. Тиск, що створюється в порожнині надливу (0,3 - 0,5 МПа), сприяє поліпшенню живлення виливка і забезпечує економію рідкого сплаву на надлив. Ця технологія дозволяє значно зменшити брак по усадкових раковинах і рихлості. Застосування надливів під газовим тиском дозволяє збільшити вихід придатного до 75 - 87%. Крім того, застосування тиску підвищує механічні властивості металу виливків. Визначені технологічні параметри виготовлення виливка «Плита підштампова» масою 16380кг з конструкцією форми надливу зі стрижнем газового тиску та з використанням цехової системи стисненого повітря. За результатами проведеного аналізу встановлений склад речовин, що можуть бути використані в якості заряду стрижня газового тиску, проведена оцінка їх фізико-технологічних властивостей. При використанні крейдо-графітової суміші в якості газоутворюючої речовини для надливу цього масивного сталевих виливка з високою тривалістю твердіння (~ 138 годин), відбувається практично повна дисоціація заряду. Окрім того, суміш кабонату кальцію з графітом є найбільш дешевою газотворною речовиною. Тому використання суміші $\text{CaCO}_3 + \text{C}$, в даному випадку, є найбільш доцільним. Проведений розрахунок необхідної кількості газотворної речовини. Маса мело-графітової суміші склала 207 г. Створюваний тиск в порожнині надливу - 3 атм. (~ 0,3 МПа).

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ КЕРАМІЧНИХ ФОРМ

Зеленський К. А., керівник проф. Селівьорстов В. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Метод лиття по витоплюваних моделях (ЛВМ) завдяки перевагам в порівнянні з іншими способами виготовлення виливків набув значного поширення в машинобудуванні і приладобудуванні. Проте, залежно від складності деталей і вимог, що пред'являються до них, в ливарних цехах відбраковується від 20 до 50 і більше % виливків, 60-70% технологічних операцій виконується вручну і вимагають дуже високої кваліфікації виконавців, не більше 15 % технологічних параметрів, що впливають на якість виливків, контрольовані технічними засобами і лише одиниці з них автоматично керовані. Особливо для виливків спеціального призначення в цеху ЛВМ ВО ПМЗ саме цими проблемами визначається до 95% всього браку литва. В аналогічній ситуації знаходяться практично всі вітчизняні підприємства, що випускають подібну продукцію з використанням традиційної технології ЛВМ. Тому проведення досліджень, направлених на вдосконалення технологічних процесів

формування, прогартування, заливки, є актуальним завданням. Найбільш «вузькими» місцями в литті по витоплюваним моделям є процеси формування, прогартування, заливки форм і охолодження виливків. Відомо, що вплив способу формовки на охолодження керамічних форм після прогартування є значущим фактором для отримання сприятливих умов заливки та безпосереднього формування виливка. Найбільш тривала стабільність температури форми спостерігається при способах формування керамічних форм в зернистий опорний наповнювач і термостат. Причому, змінюючи товщину або матеріал теплоізоляційного шару термостату, можна регулювати тривалість термостатування керамічної форми в широких межах, і таким чином управляти процесами формування виливка і його якістю. Тому був проведений аналіз даних досліджень, проведених бюро ливарної технології ВО ПМЗ і фахівцями кафедри ливарного виробництва УДУНТ, в завдання яких, зокрема, входила розробка способу формування керамічних оболонок, що забезпечує скорочення циклу прогартування і збільшення тривалості витримки прогартованих форм на повітрі до заливки без втрати температури керамічних оболонок, а також дослідження режимів охолодження керамічних форм залежно від способу їх формовки. Шляхом математичної обробки експериментальних даних встановлені залежності тривалості збереження температури форми від товщини теплоізоляційного шару термостату і швидкості нагріву керамічних оболонок в термостатах від початкової температури в прогартувальній печі. Проаналізовані дані щодо впливу керамічної кришки на чаші ливника на тривалість охолодження керамічної оболонки, які показують, що в результаті охолодження керамічної оболонки в термостаті без кришки на чаші ливника протягом 140 с і більше, внутрішні напруги в оболонці призводять до руйнування її і уходу металу при заливці форм. Встановлено, що при формуванні в термостаті достатня тривалість прогартування керамічних оболонок при 950 - 980 0С становить близько 1 години.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТАННЯ ТИСКУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЛИТИХ ЗАГОТОВОК

Шпуй А. С., керівник проф. Селівьорстов В. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Відомо, що розробка і моделювання нових технологічних процесів виробництва виливків і злитків із застосуванням зовнішніх дій на твердіючий розплав є актуальним завданням для технологів і дослідників. В результаті аналізу літературних джерел за даною тематикою щодо існуючих технологій виробництва литої заготовки із застосуванням тиску можна зробити висновок про те, що використання газодинамічної дії на розплав у ливарній формі, є одним з ефективних способів отримання якісного виливка або злитка. Визначені вихідні дані для здійснення моделювання процесу твердіння виливка із сталі 35Л та Х12Ф1 циліндричної форми в кокілі з урахуванням даних експериментальних досліджень цього процесу термоелектричним методом. В результаті теплового розрахунку, проведеного за допомогою системи комп'ютерного моделювання ливарних процесів (СКМ ЛП) «Полігон» встановлено, що тривалість твердіння осьової зони даного виливка із сталі Х12Ф1 складає більше 500 секунд (для сталі 35Л більше 80 секунд), що дозволяє здійснити процес герметизації системи виливок - пристрій для введення газу і газодинамічний вплив на твердіючий метал у ливарній формі. Результати теплового розрахунку процесу твердіння виливка на етапі герметизації металу у ливарній формі показують, що вже через 250 з після закінчення заливки на поверхні робочої порожнини кокілю формується шар затверділого сплаву завтовшки до 20 мм. Цього часу цілком достатньо для проведення підготовчих

технологічних операцій і здійснення газодинамічного впливу з показниками початкового тиску в діапазоні 1-2 МПа. Встановлено, що для сплавів, що мають великий інтервал кристалізації рекомендується застосовувати менш масивні холодильники, а ніж для сплавів, що мають менший інтервал кристалізації. Встановлена адекватність проведеного теплового розрахунку в модулі «Фур'є» СКМ ЛП «Полігон», що була перевірена шляхом порівняння температурних полів виливка, одержаних розрахунковим способом і експериментально.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦІЛЬНОЛИТОЇ КОРОНКИ **Мелешко Д. В., керівник доц. Білий О. П.** **Український державний університет науки і технологій**

Цільноліті коронки в стоматології використовуються для відновлення пошкоджених чи втрачених зубів, забезпечуючи не тільки функціональність, але й естетичний вигляд. Технологія їх виготовлення постійно вдосконалюється.

Основні етапи виготовлення цільнолітих коронок:

Відбиток зуба. Перший етап – відбиток зуба, який вимагає високої точності та якісного матеріалу. Цей відбиток дозволяє створити точну модель зуба.

Розробка віртуального моделювання. На основі отриманого відбитка створюється віртуальна 3D-модель, яка буде використовуватися для подальших обчислень та розрахунків.

Підготовка CAD/CAM даних. Застосовуються сучасні технології комп'ютерного моделювання та обробки даних для створення точного дизайну коронки.

Виготовлення коронки за допомогою CAM. За допомогою комп'ютерного управління створюється модель коронки, яка потім виготовляється на спеціальному обладнанні з високоякісного матеріалу.

Підготовка до встановлення: Отриману цільноліту коронку піддають фінальній обробці та підготовці для встановлення на зуб.

Дослідження в процесі виготовлення:

Матеріали. Важливим аспектом є вибір відповідного матеріалу для коронки. Дослідження спрямовані на визначення оптимальних матеріалів, які б поєднували міцність, естетичність та біологічну сумісність.

Точність. Дослідження вивчають точність виготовлення, адаптацію коронки до зуба, що дозволяє забезпечити мінімальний дискомфорт для пацієнта.

Методи виготовлення. Порівняння традиційних методів виготовлення коронок із сучасними CAD/CAM технологіями для визначення переваг та недоліків кожного методу.

Дослідження технології виготовлення цільнолітих коронок сприяють постійному вдосконаленню методів та матеріалів, що використовуються в стоматології. Це дозволяє забезпечувати пацієнтів вищою якістю лікування, швидше відновлення зубів та покращений естетичний результат.

У підсумку, дослідження технології виготовлення цільнолітих коронок є важливою частиною сучасної стоматології, яка сприяє підвищенню рівня лікування та задоволенню потреб пацієнтів у відновленні здоров'я та естетичного вигляду зубів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ НЕЗНІМНИХ ПРОТЕЗІВ

Дуда В. О., керівник доц. Білий О. П.

Український державний університет науки і технологій

Незнімні протези стали важливим аспектом сучасної стоматології, які значно полегшують життя пацієнтів, позбавлених одного або кількох зубів. Процес їх виготовлення є складним і вимагає високої прецизії та майстерності зубного техника.

Незнімні протези є постійними конструкціями, які монтуються на залишках зубів або на імплантатах. Вони виготовляються індивідуально для кожного пацієнта і мають точний контур, що дозволяє забезпечити комфорт та естетичний вигляд.

Процес лиття незнімних протезів включає наступні етапи:

Відбиток зубів. Зубний техник виготовляє точний відбиток пацієнта, що включає в себе всю необхідну інформацію про розташування і форму зубів.

Модельні форми. На основі відбитка створюється модель зубного ряду пацієнта. Ця модель служить основою для подальших робіт.

Робота з металом. Виготовлення металевої бази, яка буде підтримувати протез.

Лиття та відбиток. Процес лиття проводиться за допомогою спеціальних матеріалів, які забезпечують високу точність та міцність протезу.

Фінішна обробка: Протез піддається фінішній обробці для покращення естетики та комфорту пацієнта.

Дослідження процесу лиття незнімних протезів є важливим для вдосконалення якості цих конструкцій. Воно включає в себе вивчення нових матеріалів, методів виробництва та технологій, що дозволяють створювати більш точні, міцні та комфортні протези.

Дослідження також допомагає виробникам протезів розробляти інноваційні підходи до виготовлення, які зменшують час виробництва і покращують якість оболонкових конструкцій. Це важливо для задоволення потреб пацієнтів і підвищення рівня стоматологічної допомоги.

У підсумку, дослідження процесу лиття незнімних протезів є необхідним елементом сучасної стоматології, що сприяє вдосконаленню методів виробництва і забезпечує пацієнтів високоякісними та комфортними рішеннями для відновлення їхнього здоров'я та самопочуття.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРЯЧОЛАМКОСТІ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ МІДІ

Барильченко А. В., керівник доц. Білий О. П.

Український державний університет науки і технологій

Мідні сплави, завдяки своїм унікальним властивостям, займають важливе місце в сучасній промисловості та технології. Однією з ключових характеристик цих матеріалів є їхня гарячоламкість, тобто здатність витримувати механічне навантаження при підвищених температурах без руйнування.

Гарячоламкість мідних сплавів є важливою у багатьох галузях, включаючи авіацію, електроніку, енергетику та інші. У високотемпературних умовах, які часто існують у цих галузях, важливо мати матеріали, що не втрачають міцність і стійкість. Гарячоламкість визначає можливість сплаву працювати при високих температурах без небезпеки відмови.

Гарячоламкість мідних сплавів залежить від кількох факторів:

Склад сплаву. Додавання різних елементів може підвищувати або зменшувати гарячоламкість. Деякі домішки можуть зміцнювати сплав, тоді як інші можуть зменшувати його стійкість при високих температурах.

Температура. Гарячолоамкість зазвичай зменшується зі збільшенням температури. Високі температури можуть призводити до росту зерен і руйнування матеріалу.

Мікроструктура. Розмір та розподіл зерен у сплаві впливають на його гарячолоамкість. Дрібнозернисті матеріали зазвичай мають кращу стійкість при високих температурах.

Для дослідження гарячолоамкості мідних сплавів використовуються різноманітні методи, включаючи механічне тестування, аналіз мікроструктури та термічний аналіз. Основна мета досліджень – визначити оптимальні умови та склад для досягнення найкращої гарячолоамкості.

Покращення гарячолоамкості може бути досягнуто шляхом оптимізації складу сплаву, застосування термічних обробок та вдосконалення виробництва. Розробка нових матеріалів та технологій є важливим напрямком досліджень для забезпечення майбутнього прогресу в галузях, які вимагають матеріали з високою гарячолоамкістю.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБІВ ОБРОБКИ ОБОЛОНКОВИХ ФОРМ НА ЇХ МІЦНІСТЬ ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЛИТТЯ

Белгородський Р. К., керівник доц. Білий О. П.

Український державний університет науки і технологій

Процес прецизійного лиття вимагає високого рівня точності та стабільності оболонкових форм. Одним із ключових аспектів є міцність цих форм, оскільки вони піддаються впливу великих температур та механічних навантажень.

Оболонкові форми використовуються для створення виробів зі складною геометрією та високою точністю. Однак вони повинні витримувати навантаження, термічний стрес і хімічну дію розплавленого металу під час лиття. Міцність оболонкових форм є вирішальним чинником для досягнення успішного процесу прецизійного лиття.

Дослідницькі роботи показують, що способи обробки можуть значно впливати на міцність оболонкових форм. Основні методи обробки включають:

1. Термічна обробка. Процеси нагріву та охолодження можуть впливати на структуру матеріалу оболонкових форм. Оптимальна термічна обробка може зміцнювати матеріал і підвищувати його міцність.

2. Обробка поверхні. Обробка поверхні може покращити адгезію оболонкової форми з розплавленим металом і запобігти зносу.

3. Вибір матеріалу. Використання високоміцних матеріалів для виготовлення оболонкових форм може покращити їхню стійкість та міцність.

4. Конструкція форми. Оптимальна конструкція форми, включаючи товщину та геометрію, може впливати на її міцність та довговічність.

Дослідження впливу різних методів обробки оболонкових форм на їхню міцність дозволяє визначити оптимальні параметри для конкретних застосувань прецизійного лиття. Зроблені висновки можуть сприяти покращенню процесів виробництва та забезпечити високу якість виготовлених виробів.

У практичному виробництві оптимізація міцності оболонкових форм допомагає підвищити ефективність процесу прецизійного лиття, зменшити витрати та підвищити якість виробів. Таким чином, дослідження в цій галузі відіграє важливу роль у розвитку сучасної виробничої технології.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ МОДИФІКУВАННЯ АЛЮМІНІЄВОГО ЛИВАРНОГО СПЛАВУ АК9 ПРЕПАРАТАМИ, ЯКІ МІСТЯТЬ СІРКУ ТА СТРОНЦІЙ

Ємець Є. В., керівник доц. Доценко Ю. В.

Український державний університет науки і технології

Найважливішими технічними операціями при виробництві якісного алюмінієвого лиття є рафінування і модифікування. В даний час на перше місце вийшли комплексні перепаиви, які дозволяють сполучати очищення розплаву від газів, неметалічних включень і одержання заданої структури металу. Зокрема, слід зазначити позитивну дію препаратів, що містять сірку на структурні складові, фізико-механічні і технологічні властивості силумінів.

Сірка та сполучення, що її містять введені в розплав, перетерплюють термічну дисоціацію, перехід у газоподібний стан з утворенням великої кількості високодисперсних пухирців рафінуючих газів (у т.ч. газоподібної сірки). Рафінування розплаву протікає як за рахунок адсорбційно-флотаційних процесів при спливанні пухирців рафінуючого газу, так і за рахунок хімічного зв'язування водню, що знаходиться в розплаві. Розрахунки показують, що обробка 500 кг алюмінієвого розплаву добавкою 0,05 % сірки викликає утворення газоподібного продукту, обсяг якого в 1,5...2,0 рази перевищує обсяг аргону, що продувається через розплав тієї ж маси протягом 7...10 хв. Таким чином, сірка і її з'єднання є ефективними рафінуючими присадками в алюмінієвих сплавах.

Загальновизнаним є і дія сірки, що модифікує, на включення первинного кремнію в заевтектичних силумінах. По ефективності модифікування даних сплавів сірка уступає тільки добавкам фосфору.

На XXXI і XXXIII міжнародних конгресах ливарників були опубліковані доповіді індійських досліджень по модифікуванню евтектичних і заевтектичних силумінів малими добавками сірки. Автори доповідей констатували, що, крім дії, що модифікує, на заевтектичні силуміни, сірка збільшує і рідкотекучість сплавів системи Al-Si на 20-30%.

Дослідженнями встановлена можливість зміни пластинчастої форми включень залізовмісних фаз в алюмінієвих сплавах на рівноосну під дією сірки при дотриманні масового відношення Mn:Fe>0,5. Це відкриває перспективи більш широкого використання вторинних силумінів для виливків відповідального призначення, оскільки по своїм властивостям у даному випадку вони не уступають первинним аналогам.

Тому вивчення механізму впливу сірки і препаратів на її основі на механічні, ливарні властивості, а також на структуроутворення сплавів системи Al-Si є актуальною задачею.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ВИНИКНЕННЯ ПРИГАРУ НА ВИЛИВКАХ ВИГОТОВЛЕНИХ ЗІ СТАЛІ

Зубов О. Г., 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.

Однак не всякий пригар викликає необхідність боротьби з ним. Часто кірка пригару, яка утворилася легко відокремлюється від виливки при наступному охолодженні. Це так званий пригар, який легко відділити. Іноді боротьба із пригаром зводиться не до попередження утворення пригару, а до одержання пригару, який легко відділити замість того, який важко відділити.

Такі дефекти, як «просічка» й «металізація» являють собою різновиди хімічного, термічного й механічного пригарів. Тому способи запобігання зазначених дефектів є загальними зі способами запобігання пригару на виливках.

Утворення пригару визначається багатьма факторами, що залежать від властивостей металу, від властивостей формувальних сумішей і технологічних умов заливання. На утворення пригару, з одного боку, впливають хімічний склад металу, його в'язкість і рідкотекучість, ступінь розкислення металу, його капілярні властивості (поверхневий натяг і здатність змочувати стінки форми) і т.д. З іншого боку, виникнення або відсутність пригару визначається вогнетривкістю, хімічним і зерновим складом формувальних матеріалів, сумішей, шпаристістю й теплоакумулюючою здатністю форми, активністю окислів формувальних матеріалів до окислів металу й т.д.

Крім того, такі фактори, як металостатичний тиск, атмосфера у формі під час заливання, тривалість заливання, співвідношення коефіцієнтів розширення й стиску металу й формувальних матеріалів й ін., істотно впливають на утворення пригару й на міцність зчеплення його з виливкою.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ОТРИМАННІ ВИЛИВКІВ МЕТОДОМ ЛИТТЯ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ.

Крупський І. І., керівник доц. Доценко Ю. В.

Український державний університет науки і технології

Литтям під тиском з алюмінієвих сплавів виготовляють складні по конфігурації виливки 1 - 3 класів точності з товщиною стінок від 1 мм і вище, литими отворами діаметром до 1,2 мм, литим зовнішнім і внутрішнім різьбленням з мінімальним кроком 1 мм і діаметром 6 мм. Чистота поверхні таких виливків відповідає 5 - 8 класам шорсткості. Виготовлення таких виливків здійснюють на машинах з холодною горизонтальною камерою пресування.

Номенклатура виливків, одержаних литтям під тиском, різноманітна. Цим способом виготовляють не заготовки, а вироби, що майже не вимагають подальшої обробки різанням, тому що якість виливків по точності й шорсткості поверхні значно перевищує цієї ж якості виливків, отриманих іншими способами. Литтям під тиском можна одержувати деталі з готовим внутрішнім або зовнішнім різьбленням, з різноманітними арматурами, з порожнинами й каналами складної конфігурації, утвореними армуючими елементами.

Основними дефектами виливків, отриманих литтям під тиском, є повітряна (газова) шпаристість, обумовлена захватом повітря при великих швидкостях впуску металу в порожнину форми, і усадкова шпаристість (або раковини) у теплових вузлах. На утворення цих дефектів великий вплив справляють як параметри технології лиття - швидкість пресування, тиск пресування, тепловий режим прес - форми, так і вміст газу у сплаві, що заливають, і газове середовище в прес - формі й камері пресування. Тому тема даної дипломної роботи, у якій аналізуються технологічні режими рафінування алюмінієвих ливарних сплавів і вакуумування прес - форми є актуальною.

ОСОБЛИВОСТІ ЛИТТЯ БЮГЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ **Шамков О. І., керівник доц. Хитько О. 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 цілнелиті 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 сідлоподібна частина, зі штучними зубами. Дуга поєднує в єдине ціле окремі частини протеза. Дюгові протези мають ту основну перевагу, що залишають вільною 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).

ВНУТРІШНЬОФОРМЕННЕ МОДИФІКУВАННЯ ВАЛКОВИХ ЧАВУНІВ **Педан К. О., керівник доц. Хитько О. Ю.** **Український державний університет науки і технології**

Одним з шляхів підвищення якості валків, зниження їх собівартості є застосування для виготовлення розплавів в сучасних плавильних агрегатах, а саме, в дугових і індукційних електропечей. 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 внутрішньофирменного модифікування.

У виробництві виливків з сірого чавуну застосовуються, головним чином, графітуючі 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 графітуючих елементів, або при підвищеній концентрації елементів, що перешкоджають графітації, а також при високій термочасовій обробці рідкого чавуну, швидкому охолодженні, застосуванні в шихті великої кількості стали і передельного чавуну. В умовах високого ΔT і, отже при виробництві чавунів високих марок.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ МАРГАНЦЕВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ФОСФАТНИХ ХТС ДЛЯ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЛИТВА

Кольба О. С., керівник доц. Осипенко І. О.

Український державний університет науки і технологій

Стоматологічне литво – це важлива галузь стоматології, яка вимагає високоякісних матеріалів для виготовлення коронок, мостів, вкладок та інших структур. Фосфатні хімічно-твердіючі суміші (ХТС) є одними з найпоширеніших матеріалів для цієї цілі. Однак дослідження впливу високодисперсних марганцевмісних матеріалів на їх властивості важливі для поліпшення якості стоматологічного литва.

Марганець є однією з домішок, яку можна вводити в склад фосфатних ХТС. Високодисперсні форми марганцю дозволяють змінювати фізико-механічні властивості сумішей. Це може включати підвищену міцність, теплопровідність та інші характеристики, які важливі для стоматологічних застосувань.

Дослідження впливу марганцевмісних матеріалів зазвичай включають тестування на міцність, адгезію до зубної тканини, а також стійкість до температурних змін. Ці дослідження допомагають визначити оптимальну концентрацію сполук марганцю та умови отвердження для досягнення найкращих результатів.

Узагальнюючи, дослідження впливу високодисперсних марганцевмісних матеріалів на властивості фосфатних ХТС для стоматологічного литва є важливим кроком у розвитку високоякісних та ефективних матеріалів для стоматології. Розуміння цих взаємозв'язків дозволяє покращити якість та довговічність стоматологічних конструкцій, забезпечуючи пацієнтам надійні та стійкі рішення для їхнього здоров'я.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПСС З ВИКОРИСТАННЯМ БЕНТОНІТІВ ТА ДОМІШОК УКРАЇНСЬКИХ РОДОВИЩ ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЛИТВА

Антонов О. В., керівник доц. Осипенко І. О.

Український державний університет науки і технологій

Прецизійне литво є важливою галуззю промисловості, де точність та якість виробів мають вирішальне значення. Розвиток технологій в цій області надає можливість виробництва складних деталей та виробів з високою точністю. Це ставить під сумнів вимоги до матеріалів, використовуваних для литва. Однією з інноваційних технологій є використання пластичних самотвердіючих сумішей (ПСС) на основі бентонітів та українських домішок.

Бентоніти є природними матеріалами, які мають властивість пухкості та гідратування при змішуванні з водою. Це робить їх ідеальними компонентами для ПСС. Використання бентонітів дозволяє створити суміші, які можуть легко розплавлятися та втрачати пластичність при під дією тепла, а потім швидко отверджуватися після залишення в малюнку. Це допомагає отримати деталі високої точності.

Для підвищення ефективності ПСС важливо також досліджувати домішки з українських родовищ. Додавання спеціально підібраних домішок може поліпшити міцність, термостійкість та інші властивості ПСС, що є критичними для прецизійного литва.

Дослідження впливу складових ПСС та умов їх використання є важливим завданням. Тестування міцності, тепловіддачі та інших параметрів дозволяє визначити оптимальні рецептури та умови литва. Результати цих досліджень можуть бути використані для розробки виробничих технологій прецизійного литва з використанням ПСС.

Узагальнюючи, розробка та дослідження пластичних самотверднучих сумішей з використанням бентонітів та домішок українських родовищ є важливою галуззю для розвитку прецизійного литва. Ці інноваційні матеріали дозволяють підвищити точність та якість виробів у цій важливій галузі промисловості та сприяють розвитку українського виробництва.

РОЗРОБКА СКЛАДІВ СТРИЖНЬОВИХ ЗАЛІЗОФОСФАТНИХ ХТС З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ КВАРЦОВОГО ПІСКУ ДЛЯ СКЛЯНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вороний О. В., керівник доц. Усенко Р. В.

Український державний університет науки і технологій

Металургійна промисловість вимагає великої кількості високоякісних матеріалів, зокрема хімічно-тверднучих сумішей (ХТС), для виготовлення виливків. Одним з ключових компонентів цих сумішей є залізофосфати, які можна отримувати з відходів збагачення кварцового піску. Розробка оптимальних складів стрижньових ХТС із застосуванням таких відходів стає актуальною проблемою.

Збагачення кварцового піску залишає значну кількість відходів, які можуть містити відповідні компоненти для отримання залізофосфатів. Дослідження та розробка нових рецептур дозволяють використовувати ці відходи як вихідний матеріал для виробництва ХТС.

Визначення оптимального співвідношення та обробки цих відходів дозволяє отримувати якісні залізофосфатні ХТС. Дослідження включають в себе розробку та аналіз складу, дослідження технологічних та фізико-механічних властивостей сумішей. Отримані результати допомагають розробити склади ХТС для отримання виливків з високою чистотою поверхні.

Застосування таких складів стрижньових ХТС на основі відходів збагачення кварцового піску може мати економічний та екологічний вигідний вплив. Це сприяє зменшенню відходів та оптимізації виробництва у скляній промисловості, а також у металургійній, що є важливим кроком у розвитку стійкого та високоефективного виробництва матеріалів для ливарного виробництва.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧІВ ТА ЗВ'ЯЗУЮЧИХ УКРАЇНСЬКИХ РОДОВИЩ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПГС

Грушак В. Л., керівник доц. Осипенко І. О.

Український державний університет науки і технологій

Пісчано-глинисті суміші відіграють ключову роль у металургійній, будівельній індустрії та інших галузях. Вони використовуються для виготовлення цегли, блоків, керамічних виробів та багатьох інших продуктів. Важливим аспектом є дослідження впливу складу сумішей на їх фізико-механічні та технологічні характеристики.

Однією з ключових складових пісчано-глинистих сумішей є наповнювачі. Вони можуть бути природного походження, такими як пісок та глина з українських родовищ, або штучно виготовлені матеріали. Вплив наповнювачів на міцність, пластичність та теплопровідність сумішей вивчається для оптимізації їх складу.

Зв'язуючі матеріали також грають важливу роль у формуванні властивостей пісчано-глинистих сумішей. Цемент, глини та інші зв'язуючі компоненти використовуються для створення тривалих та міцних структур. Вони впливають на процес отвердження та робочий час суміші, що є критичними параметрами для виробництва високоякісних виробів.

Для вивчення впливу цих факторів проводяться різноманітні фізико-механічні та технологічні тести. Вони дозволяють визначити оптимальний склад сумішей для конкретних виробів та умов виробництва. Дослідження також допомагають розробляти нові рецептури та матеріали для покращення продуктивності та якості виробництва.

Узагальнюючи, дослідження впливу наповнювачів та зв'язуючих українських родовищ на фізико-механічні та технологічні властивості пісчано-глинистих сумішей є важливим завданням для підвищення якості та ефективності виливків, а також будівельних та керамічних виробів. Розуміння цих взаємозв'язків дозволяє оптимізувати виробничі процеси та досягти кращих результатів у виробництві цих матеріалів.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ПРИНЦИПІВ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНО-ТВЕРДНУЧИХ СУМІШЕЙ

Іванова В. Р., керівник доц. Осипенко І. О.

Український державний університет науки і технологій

Ливарне виробництво є важливою галуззю промисловості, яка забезпечує виробництво великої кількості різноманітних виробів, починаючи від автомобільних деталей і закінчуючи металевими конструкціями для будівництва. Однак ця галузь також стикається з проблемою відходів та навколишнього середовища через велику кількість відходів у вигляді хімічно-твердіючих сумішей. Вирішення цієї проблеми вимагає розробки методів та принципів повторного використання цих матеріалів.

Однією з ключових стратегій є використання методів рециклінгу та регенерації. Після використання хімічно-твердіючих сумішей у ливарному виробництві, їх можна піддавати процесам очищення та відновлення для подальшого використання. Це дозволяє зменшити викиди та економити ресурси. Важливо ретельно контролювати якість рецикльованих матеріалів, щоб вони відповідали стандартам якості.

Ще однією важливою практикою є оптимізація процесів виробництва. Завдяки впровадженню сучасних технологій та обладнання, можна зменшити споживання хімічно-твердіючих сумішей та мінімізувати втрати матеріалів. Також, шляхом

впровадження виробничих практик, спрямованих на зменшення втрат та викидів, можна значно поліпшити екологічну стійкість ливарного виробництва.

Іншим важливим аспектом є дослідження та розробка більш екологічно-дружніх альтернатив хімічно-твердіючим сумішам. Використання біорозчинних агентів та вторинних сировинних ресурсів може допомогти знизити вплив ливарного виробництва на навколишнє середовище.

Узагальнюючи, дослідження методів та принципів повторного використання хімічно-твердіючих сумішей є важливим завданням для ливарного виробництва. Це допоможе зменшити викиди та витрати ресурсів, зберегти навколишнє середовище та зробити галузь більш сталою з точки зору екології.

АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ СУМІШЕЙ ТА УМОВ ЇХ ОТВЕРДЖЕННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РСС

Ілюхін Р. А., керівник доц. Осипенко І. О.

Український державний університет науки і технологій

Рідко-рухливі самотвердіючі суміші (РСС) є важливими компонентами сучасного ливарного виробництва та у будівельній та конструкційній сфері виробництва. Вони дозволяють створювати складні форми та структури без необхідності використання традиційних опалювальних установок чи видалення викидів. Однак успішне застосування РСС вимагає глибокого розуміння впливу їх складових та умов отвердження на технологічні властивості.

Почнемо з аналізу складових РСС. Такі суміші включають цемент, заповнювачі, пластифікатори та воду. Кожен з цих компонентів має важливу роль у формуванні властивостей РСС. Наприклад, тип та кількість заповнювачів може впливати на міцність та структуру суміші, а пластифікатори допомагають контролювати консистенцію та робочий час.

Умови отвердження також мають велике значення. Температура та вологість повітря можуть впливати на час отвердження та якість кінцевого продукту. Важливо забезпечити оптимальні умови, щоб досягти бажаних результатів та вимог, щодо якісних металургійних виливків.

Дослідження впливу цих параметрів важливо для вдосконалення технології виробництва РСС. Деякі методи дослідження включають тестування міцності, визначення густини та структури суміші, а також вимірювання часу отвердження. Результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення рецептур та процесів виробництва РСС.

У підсумку, аналіз та дослідження впливу складових сумішей та умов їх отвердження на технологічні властивості рідко-рухливих самотвердіючих сумішей є важливим завданням для підвищення якості та ефективності виробництва виливків та у будівельній галузі. Розуміння цих взаємозв'язків дозволить розробникам та виробникам досягти кращих результатів у використанні цих інноваційних матеріалів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ НЕВОДНИХ ПРОТИПРИГАРНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЛИТВА

Лашко Р. Г., керівник проф. Реп'ях С. І.

Український державний університет науки і технологій

Прецизійне литво є складним процесом, який вимагає високоякісних матеріалів та технологічної точності. Однією з ключових складових цього процесу є неводні

протипригарні покриття, які використовуються для запобігання прилипанню металевих деталей до форм та матриць. Дослідження впливу складових та технологічних факторів на властивості цих покриттів є важливою задачею для поліпшення процесу прецизійного литва.

Складові покриттів грають визначальну роль у їхній ефективності. Ці складові можуть включати полімери, силікони, з'єднувачі та інші речовини. Вибір і оптимальне співвідношення цих компонентів може впливати на стійкість, термостійкість та зносостійкість покриття. Також важливо враховувати екологічні та здоров'я споживачів аспекти при виборі складових.

Технологічні фактори також мають велике значення. Правильний метод нанесення покриття, температурні режими та час висихання можуть впливати на товщину та структуру покриття. Важливо встановити оптимальні параметри, які забезпечать найкращу адгезію та довговічність покриття.

Дослідження впливу цих факторів включає тестування на знос, стійкість до високих температур та інші властивості. Результати досліджень допомагають розробникам та виробникам покращувати рецептури та технології неводних протипригарних покриттів для прецизійного литва.

Узагальнюючи, дослідження впливу складових та технологічних факторів на властивості неводних протипригарних покриттів є важливим завданням для забезпечення високоякісних та ефективних процесів прецизійного литва. Розуміння цих взаємозв'язків дозволяє покращити продуктивність та якість прецизійного литва, що є важливим для різних промислових галузей.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ ПРОТИПРИГАРНИХ ФАРБ ДЛЯ СТОМАТОЛОГІЧНИХ СИЛІКАТНИХ СУМІШЕЙ

Манейчик В. В., керівник проф. Реп'ях С. І.

Український державний університет науки і технологій

У стоматології, особливо у виробництві силікатних сумішей для стоматологічних застосувань, важливим є використання протипригарних фарб, які допомагають запобігти прилипанню матеріалу до форм та інструментів. Дослідження впливу складу і технологічних параметрів на властивості водних протипригарних фарб стає ключовим завданням для поліпшення процесу виготовлення силікатних сумішей у стоматології.

Склад фарби грає важливу роль у її ефективності. Складові можуть включати полімери, диспергенти та інші речовини. Вибір правильних компонентів і їх оптимальне співвідношення можуть впливати на ефективність та тривалість дії фарби.

Технологічні фактори також важливі. Правильний метод нанесення, товщина та кількість шарів фарби, а також температурні режими виграють роль у якості та стійкості протипригарного покриття.

Дослідження впливу цих параметрів включає тестування на адгезію до силікатних сумішей, стійкість до впливу води та тепловіддачу. Результати досліджень допомагають визначити оптимальний склад та умови застосування фарби для досягнення найкращих результатів у стоматологічному виробництві.

Узагальнюючи, дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості водних протипригарних фарб для стоматологічних силікатних сумішей є важливим завданням для забезпечення високоякісних та ефективних продуктів у стоматології. Розуміння цих взаємозв'язків дозволяє покращити процес виготовлення

стоматологічних силікатних сумішей та забезпечити якість лікувальних процедур для пацієнтів.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО СИЛІКОВМІСНОГО МАТЕРІАЛУ НА ВЛАСТИВОСТІ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ОРТОПЕДИЧНОГО ЛИТВА

**Платонов В. О., керівник проф. Реп'ях С. І.
Український державний університет науки і технологій**

Ортопедичне литво є важливою галуззю в медицині, яка вимагає високоякісних матеріалів для виготовлення протезів та ортопедичних виробів. Дослідження впливу високодисперсного силіковмісного матеріалу на властивості формувальних сумішей стає ключовим завданням для покращення якості та ефективності ортопедичного литва.

Високодисперсний силіковмісний матеріал може бути важливим компонентом формувальних сумішей. Його додавання може покращити міцність, стійкість до структурних змін та адгезію до інших матеріалів. Важливо правильно вибрати тип та кількість силіковмісного матеріалу для досягнення бажаних властивостей сумішей.

Дослідження впливу цього матеріалу включає тестування на міцність, адгезію та біологічну сумісність із тканинами. Також вивчають теплопровідність та стійкість до стерилізації, що є важливими параметрами для ортопедичних виробів.

Технологічні фактори також мають велике значення. Методи змішування, температурні режими та час реакції можуть впливати на якість та однорідність сумішей. Важливо встановити оптимальні параметри для виготовлення конкретних ортопедичних виробів.

Узагальнюючи, дослідження впливу високодисперсного силіковмісного матеріалу на властивості формувальних сумішей для ортопедичного литва є важливим завданням для покращення процесу виготовлення ортопедичних виробів. Розуміння цих взаємозв'язків допомагає розробникам та виробникам досягти високої якості та довговічності ортопедичних продуктів, сприяючи здоров'ю пацієнтів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІПСОВИХ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЛИТВА З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ ВІД СПАЛЮВАННЯ ЛУЗГИ

**Суліман Д. Л., керівник доц. Мазорчук В. Ф.
Український державний університет науки і технологій**

Проведені дослідження технологічних властивостей гіпсо-піщаних сумішей з використанням золи від спалювання лузги. Проведена оптимізація розроблювальних складів сумішей з золою від спалювання лузги у програмі SOM. Встановлено, що зміст золи від спалювання лузги у гіпсових сумішах при забезпеченні необхідної газопроникності і міцності повинно знаходитись у межі 5...10%. Досліджена міцність на стиснення сумішей після прокалювання. Встановлено, що з збільшенням змісту гіпсу та золи, міцність зростає ~0,4 МПа.

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ РІДКОСКЛЯНИХ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ШИХТИ ВИРОБНИЦТВА КАРБІДУ КРЕМНІЮ

Амеліна І. С., керівник доц. Мазорчук В. Ф.

Український державний університет науки і технологій

Проведені дослідження впливу відвальної шихти виробництва карбїду кремнію у якості вогнетривкого наповнювача на властивості РСС. Використовуючи програму «SOM» проведено оптимізацію складів сумішей, що розробляли. Отримана математична модель. Встановлено, що компоненти суміші повинні бути наступного складу (%): кварцовий пісок ~78,3%, вогнетривкий наповнювач ~16,7%, рідке скло ~5%. Враховуючи хімічний склад вогнетривкого наповнювача, його вміст у суміші повинен бути не більш 20%. При збільшенні вмісту суміш знеміцнюється. Проведений рентгеноструктурний аналіз показав, що відвальна шихта виробництва карбїду кремнію характеризується наявністю ліній SiO_2 – β -тридиміту, що не прогорів, SiC представлене основному кубічною модифікацією β - SiC , а також α - SiC 4Н. Використання відходів виробництва у формувальних сумішах дозволить знизити їх собівартість, не погіршуючи технологічні властивості.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ ГІПСОВИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЛИТВА

Кондратов Я. А., керівник доц. Мазорчук В. Ф.

Український державний університет науки і технологій

Проведено аналіз впливу мінеральних добавок на властивості гіпсових сумішей для стоматологічного лиття. Встановлено, що найвищу міцність мають суміші з мінімальною втратою маси при прокалюванні у суміші з борною кислотою H_3BO_3 та кремнекислий натрій ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), близько 1,6 МПа. Також введення мінеральних добавок у співвідношенні 2:1 збільшують час схоплення сумішей, близько 35 хв. Гіпсові суміші з вмістом піску близько 80%, мають ~110 мм тріщин. При зменшенні кількості піску у суміші ~60% загальна довжина тріщин зменшується до 50 мм. Використання молотого шамоту також суттєво зменшує тріщини у гіпсовій формі. Суміш борної кислоти та кремнекислого натрію є поверхнево-активною речовиною та пластифікатором, та дає можливість зменшити вміст води у сумішах.

ПІДСЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПРОКАТКИ ТРУБ НА СТАНІ RQF НА УМОВИ РОБОТИ ОПРАВКИ

Кондратьєв А. С., керівник проф. Фролов Я. В.

Український державний університет науки і технологій

Основною відмінністю станів RQF від інших станів безперервної дії, що працюють в Україні, є той факт, що прокатка труб здійснюється в трьохвалкових клітках на утриманій оправці. Такий процес, як і будь-який інший, має певні переваги та недоліки. Найбільш складним завданням, при реалізації схеми безперервної прокатки з утриманою оправкою, є створення сприятливих умов для роботи довгих оправок.

Умови експлуатації оправок в процесі прокатки на стані PQF залежать від чотирьох основних факторів:

- сила прокатки, що діє на валки та, відповідно, на оправку;
- умови тертя на поверхнях контакту труби з оправкою;
- час контакту металу з поверхнею оправки в осередку деформації;
- швидкість ковзання металу труби відносно оправки.

У свою чергу, сили прокатки визначаються сортаментом і марками сталі трубної заготовки, температурою і швидкістю прокатки, а також значеннями показників деформації в кожній кліті стану.

Умови тертя (коефіцієнт тертя) на поверхні контакту труби з оправкою залежить від стану поверхні оправок, типу мастила, що використовують, та товщини шару мастила.

Час контакту металу з поверхнею оправки в осередку деформації визначається як швидкістю руху оправки при прокатці, так і довжиною осередку деформації на ній. А довжина зони деформації, в свою чергу, залежить від коефіцієнту подовження прокату та діаметру валків в конкретній кліті.

Швидкість ковзання металу труби відносно оправки залежить від співвідношення швидкостей руху металу і оправки в клітках стану PQF.

Теоретично швидкість руху оправки в процесі прокатки може регулюватися в межах 0,1...1,5 м/с. Але на практиці, в даний час, це значення обирається в діапазоні 0,9...1,0 м/с. З одного боку, це полегшує роботу трубоз'ємного стану, адже зменшується довжина ділянки оправки, що вийшла за площину обертання валків останньої кліті стану PQF. З іншого боку, довжина робочої поверхні оправки використовується не більше ніж на 65...75%, що, при досить високому тепловому навантаженні, призводить зменшення її стійкості.

Таким чином, при виборі робочої швидкості оправки необхідно, перш за все, контролювати тепловий режим роботи оправки, обумовлений роботою сил тертя на контактні оправки та труби в зоні деформації. Зазначене питоме теплове навантаження не повинно перевищувати 3,6 ... 4,5 Дж/мм².

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛУ ПРИ ГАРЯЧІЙ ПРОКАТЦІ ТРУБ В ТРЬОХВАЛКОВОМУ КАЛІБРИ

Дерябкін М. О., керівник доц. Бобух О. С.

Український державний університет науки і технологій

В останні роки значне поширення набули трубопрокатні агрегати, до складу обладнання яких входять стани безперервної дії PQF. Виготовлення труб на таких станах здійснюється в трьохвалкових клітках на утриманій оправці. При цьому процес безперервної прокатки на цих станах є визначальним, як з точки зору продуктивності прокатного комплексу, так і з точки зору якості готових труб.

Відомо, що подовжня прокатка труб на оправці, в тому числі і у трьохвалкових калібрах, має ряд особливостей.

Через наявність в калібрах випуску обтиск стінки гільзи відбувається нерівномірно по всьому її перерізу. Найбільше стиснення стінки має місце в круглій частині калібру, найменше - у випусках. У зв'язку з цим подовження по периметру труби буває різним, але вся труба отримує певне середнє подовження, відмінне від максимального у верхній частині калібру і від мінімального у випусках. Внаслідок цього в центральних ділянках гільзи виникають напруження стиснення, що перешкоджають отриманню потрібного подовження. При цьому на ділянках біля

випусків, що подовжуються під дією центральних ділянок, виникають розтягуючі напруження.

Також, при прокатці у круглому калібрі в заготовці виникають радіальні та дотичні стискаючі напруження, а осеві напруги мають різний знак для ділянок, розташованих на вершині (+) та у випусках (-).

При прокатці труб в круглому калібрі, на будь-якій його ділянці, має місце складна деформація гільзи, що складається з осадки по діаметру та стінці, розширення і подовження.

Таким чином, напружено-деформований стан металу, при прокатці труби на оправці в трьохвалковому калібрі, істотно залежить від технологічних параметрів: зокрема, геометрії калібрів, величини обтиску, температури прокатки, властивостей матеріалу заготовки. Відповідно, дослідження напружено-деформованого стану металу, є актуальним завданням.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ НЕРІВНОКАНАЛЬНОГО КУТОВОГО ПРЕСУВАННЯ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ

Цвігун А. В., керівник доц. Самсоненко А. А.

Український державний університет науки і технологій

На даний час різні процеси кутового пресування використовуються у металургії та машинобудуванні. Найбільше розповсюдження отримав процес рівноканального кутового пресування. Найчастіше його використовують для отримання високощільних наноструктурованих матеріалів з високою морфологічною однорідністю зерна. Процес рівноканального кутового пресування має певні недоліки, зокрема: наявність значної зони ускладненої деформації, нерівномірність плинності металу (особливо на передньому кінці заготовки) та інші. Тому розвиток та дослідження інших процесів кутового пресування (нерівноканальне пресування, пресування в матриці з рухомим дном) є актуальним.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОКАТКИ КВАДРАТНОЇ ЗАГОТОВКИ НА ТРУБОЗАГОТОВОЧНОМУ СТАНІ 900/750-3

Корольов Д. Г., керівник доц. Коноводов Д. В.

Український державний університет науки і технологій

Металургія України характеризується значними об'ємами виробництва сортових профілів великих розмірів, зокрема, профілів квадратного перерізу. Як правило, такі профілі використовують у якості вихідної заготовки для виробництва інших видів продукції. Тому до таких профілів висуваються високі вимоги по якості.

Прокатка квадратних профілів великого перерізу здійснюється на крупнорозсортованих станах у різних системах сортових калібрів. При цьому деформація металу відрізняється значною нерівномірністю, яка обумовлена формою калібрів та високою зоною деформації. Також обрана система калібрів впливає на знос валків. Тому при прокатці товарної заготовки на крупнорозсортованих станах часто використовують систему прямокутних (ящиківих) калібрів. При прокатці в прямокутних калібрах велике значення має надійне захоплення металу валками, коректне визначення розширення та вірний вибір ширини калібрів для забезпечення стійкості розкату.

На процес гарячої деформації впливають багато факторів, а експериментальні дослідження для групи профілів, що розглядається, пов'язані зі значними матеріальними витратами. Складність проведення експериментальних досліджень доводить доцільність проведення теоретичних досліджень з використанням сучасних

методів. Сучасні математичні методи реалізовано у комп'ютерних програмах для дослідження процесів пластичної деформації. Одним з таких методів є метод скінчених елементів.

В даній роботі, з використанням моделі, яка створена у програмі QForm UK 10.2.4, досліджено формозміну металу при прокатці квадратної заготовки на трубозаготовочному стані 900/750-3. Застосовано систему ящиків калібрів. Виконано аналіз напружено-деформованого стану та формозміни металу при прокатці з використанням запропонованого калібрування валків.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМОЗМІНИ МЕТАЛУ ПРИ ГАРЯЧОМУ ПРОФІЛЮВАННІ ПРЯМОКУТНИХ ТРУБ ПОЗДОВЖНЬОЮ ПРОКАТКОЮ

Константинов А. О., керівник доц. Бояркін В. В.

Український державний університет науки і технологій

Сталеві прямокутні труби великих розмірів широко використовуються в будівництві, сільськогосподарському машинобудуванні та енергетиці. Значну частину сортаменту таких труб складають безшовні гарячедеформовані труби. Такі труби отримують поздовжньою прокаткою з круглої труби-заготовки в редукувальних або калібровочних станах відповідних трубопрокатних агрегатів.

Для профілювання використовують спеціальну калібровку валків. Дуже важливим є недопущення прогину стінок труби, тому стінки калібрів повинні бути не прямими, а криволінійними, виконаними, наприклад, по заданому радіусу.

Використання калібрів стрільчатого типу замість ящиків дає можливість використовувати прокатні стани з невеликою кількістю клітей, але недоліком є виникнення додаткової сили (як складової сили прокатки) вздовж осей валків, що може привести до зменшення точності готових труб. Величина такої сили залежить від товщини стінки труби та розміри проміжного профілю по клітям. Побудова врівноваженого калібру веде до неможливості прокатки в наступній кліті.

З використанням програмного середовища QForm розроблено модель процесу, що дає можливість визначити вплив товстостінності заготовки та співвідношення сторін профілю на якість готової продукції, а також визначити сортамент, який можливо отримувати на існуючих калібруючих станах із застосуванням стрільчатих калібрів, з огляду на кількість клітей та енергосилові параметри прокатки.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ГАЗІВ В ПЕЧАХ ПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Сабала В. П., керівник доц. Ясев О. Г.

Український державний університет науки і технологій

Виробництво металу має велике значення для розвитку промисловості і економіки України. Від розвитку чорної металургії в значній мірі залежить забезпечення металом машинобудування, будівництва, транспорту, сільського господарства і інших галузей. Особливе значення виробництво прокату має у військовий час, коли є необхідність побудови та ремонту військової техніки, що використовується у захисті країни від агресії росії.

Через прокатні цехи проходить майже вся сталь, що виплавляється в сталеплавильних цехах. Технологічний процес отримання готового прокату є завершальною стадією металургійного виробництва. Таким чином якість металу, його властивості у великій мірі залежать від якості прокату та нагрівання металу перед обробкою тиском.

В переважній більшості прокатні печі (методичні печі, кільцеві печі, печі з крокуючим подом або із крокуючими балками) традиційно опалюються природним газом. В умовах дефіциту цього палива, викликає інтерес можливість використання вторинних палив в цих теплотехнічних агрегатах за умов забезпечення заданої якості металу, бажаної продуктивності печі. Цікавим є питання зниження собівартості продукції за рахунок заміни дороговартісного природного газу вторинними енергоресурсами.

В роботі передбачається дослідження можливості використання вторинних палив в прохідних печах прокатного виробництва, вплив складу палива на кінцеві техніко-економічні показники агрегату: продуктивність печі, питому та натуральну витрату палива, ККД та КВП печі та інші. Також буде перевірена можливість забезпечення заданих параметрів нагрівання (температура поверхні, центру та середньомасова температура в заготовках що нагріваються) для забезпечення безаварійної роботи прокатного стану та іншого механічного обладнання прокатного цеху.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОХІДНИХ ПЕЧЕЙ ПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА РАХУНОК ЕФЕКТИВНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ

Шевченко Д. Д., керівник проф. Єршомін О. О.

Український державний університет науки і технології

Прохідні печі прокатного виробництва зазвичай використовують в якості палива дорогий природний газ. Застосування такого палива виправдано необхідністю забезпечення високої продуктивності та якості прокату, наявністю обладнання, що призначено виключно для використання в печах природного газу та інших вагомих чинників. Крім того переведення печей на інші менш вартісні види палива пов'язане із капітальними ремонтами основного обладнання прокатних цехів, а підчас й перебудовою теплових агрегатів.

В цих умовах одним із найбільш ефективних методів покращення теплотехнічних показників теплових агрегатів є глибока утилізація теплоти димових газів з метою повернення цього енергетичного ресурсу в піч.

Для глибокої утилізації теплоти в промислових печах використовують наступні теплоутилізатори: рекуперативні пальники, компактні регенератори з насадкою різних типів (керамічною, стільниковою, шаровою, трубчатою, пластинчатою насадкою тощо), регенеративні системи опалення, котли-утилізатори и т. інше.

В роботі треба розглянути сучасний стан, конструкції та теплову роботу прохідних печей прокатного виробництва для нагріву металу, визначити їх переваги та недоліки, особливо ті, що стосуються системи утилізації теплоти димових газів печей.

Будуть визначені заходи, щодо зниження витрат палива за рахунок підігріву повітря, розглянуті конструкції, недоліки та переваги сучасних пристроїв для підігріву повітря, що йде на згоряння палива промислових печей, проаналізовані можливості застосування різних схем утилізації теплоти димових газів стосовно різних типів печей, здійснений вибір та обґрунтування оптимального теплоутилізатора для реконструкції конкретного типу печі прокатного цеху. В роботі передбачається проведення аналізу впливу роботи теплоутилізатора на основні показники роботи печі: витрату палива та теплоти на нагрівання металу, коефіцієнти корисної дії та використання теплоти палива.

ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА

ПІДСЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНА ТА ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА»

ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ РОБОЧОЇ КЛІТИ АГРЕГАТУ ВАЛКОВОЇ РОЗЛИВКИ-ПРОКАТКИ

Різник Є. О., керівник асист. Бондаренко С. В.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток сучасної сфери машинобудування, особливо в умовах військового стану, спрямований безпосередньо на забезпечення отримання максимальної продуктивності виробництв та якості деталей, що виготовляються з мінімальними витратами матеріалів та часу. Збереження матеріалів та часу, насамперед, є одним із шляхів підвищення економічної ефективності виробництва в цілому. Головними вимогами до сталих процесів металургійного виробництва на підприємствах стосовно енергозбереження, ресурсозбереження та екологічної чистоти, є досить жорсткими. До цього ж, світові ринки металопродукції насичені виробниками, що призводить до підвищення рівня конкуренції.

Технологія виробництва штаб з кольорових металів та сталей з використанням агрегатів валкової розливки-прокатки має ряд переваг, а промисловий та лабораторний досвід підтверджує усі ці переваги. Найбільшими з цих переваг є низькі енергетичні витрати та низька кількість шкідливих викидів в ході сталого процесу виробництва. Одночасно з цим, дана технологія дозволяє зменшити капітальні та експлуатаційні витрати на процес виробництва. Особливо цікавою валкова розливка-прокатка є для виробництв малого або середнього розміру. Дана технологія також дозволяє виготовляти штаби з профільованим поперечним перерізом. Останні, в свою чергу, є одним з представників інноваційних видів конструкційних матеріалів.

Однак у цього процесу, також, є недоліки які заважають широкому поширенню таких агрегатів. Саме тому розробка конструкцій елементів агрегатів з використанням сучасних підходів та розробка нового обладнання є актуальною задачею, яка знаходиться у сфері обов'язків машинобудування як частини промисловості.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Овчаренко К. Д., керівник старш. викл. Карабут В. М.

Українського державного університету науки і технологій

Процес розробки конструкторської документації складається з наступних етапів: аналізу деталі і її технологічності; створення необхідних видів, розрізів та перерізів, проставлення розмірів та шорсткості, призначення матеріалу та технічних вимог, а також оформлення конструкторської документації.

На процес розробки конструкторської документації витрачається багато часу.

Для зменшення часу на процес розробки конструкторської документації використовуємо комп'ютерну програму КОМПАС-3D.

У ознайомчій версії комп'ютерної програми КОМПАС-3D змодельований процес розробки конструкторської документації у діалоговому режимі, який складається з наступних етапів: створення тривимірних моделей деталей та подальшого напівавтоматичного створення їх робочих креслень, що містять усі необхідні види, розрізи та перерізи, проставлення розмірів та шорсткості, призначення матеріалу та

технічних вимог, а також оформлення конструкторської документації та виведенням її на друк.

Програма КОМПАС-3D призначена для автоматизації процесу розробки конструкторської документації та виведенням її на друк. Використання програми КОМПАС-3D дозволяє значно зменшити час на процес розробки конструкторської документації.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДУ ОБРОБКИ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ЕЛЕКТРОШЛІФУВАННЯМ

Данович О. С., керівник доц. Негруб С. Л.
Український державний університет науки і технологій

Електрофізичні та електрохімічні методи обробки (ЕФХМО) почали інтенсивно розвиватись у зв'язку з появою в конструкціях машин нових матеріалів, що важко піддаються обробці звичайним металорізальним інструментом. У деталях машин з'являються елементи, які неможливо отримати іншими методами, окрім ЕФХМО.

У зв'язку з тенденцією до мініатюризації в електроніці та приладобудуванні з'явилась потреба здійснити унікальні технологічні операції, які неможливо або складно виконати звичайними методами обробки різанням.

Найефективніше обробляти електрохімічними методами високолеговані жароміцні і нержавіючий сталі, тверді сплави, титанові та магнієві сплави, напівпровідникові та інші важкооброблювані матеріали. Процеси електрохімічної обробки застосовуються в основному для формозміни складних поверхонь кувальних штампів, прес-форм, лопаток турбін та компресорів, для обробки і прошивання отворів та порожнин довільної форми, для відрізання заготовок електродом-диском і для інших операцій.

При ЕХО титанових сплавів з малими швидкостями прокачування електроліту має місце наводнювання поверхні заготовки, що підвищує крихкість та знижує втомну міцність матеріалу. Цього явища можна уникнути за рахунок підвищення швидкості прокачування електроліту.

У титанових сплавів, схильних до міжкристалічного розтріскування, межа міцності на розтяг та межа витривалості після ЕХО знижуються порівняно з механічно обробленими матеріалами на 10...15 %, тому для високонавантажених деталей після ЕХО необхідно видалення припуску на глибину розтріскування для титанових – не менше ніж на 0,3 мм. Основним методом підвищення механічних властивостей матеріалів після ЕХО є полірування.

Конструкція ЕІ визначається його типом, матеріалом для його виготовлення, способом кріплення в електродотримачі верстата, формою і розміром робочих поверхонь, необхідністю застосування електроізоляційного покриття (його видом і способом нанесення), а також механічною міцністю.

Електроди-інструменти підвищеної міцності виготовляють з корозійно-стійких сталей (наприклад, зі сталі 12Х18Н9Т).

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕТАП РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Чепур К. М., керівник старш. викл. Бончук С. В.
Українського державного університету науки і технологій

При проектуванні нового технологічного процесу особливе значення має швидкість освоєння та його відпрацювання, яка в свою чергу залежить від

технологічних можливостей виробництва. Особливо це стосується виготовлення ливарних деталей, які частіше є найскладнішою та найдорожчою частиною виготовлення деталі, за яку береться не всі підприємства.

У виробництві переважними залишаються традиційні методи виготовлення ливарного оснащення, що вельми здорожує собівартість продукції, що виготовляється. Багато невеликих підприємств взагалі замовляють ливарні заготовки або форми для лиття на сторонніх підприємствах. Це пов'язано з тим, що ливарне оснащення особливо на стадії відпрацювання технологічного процесу, виявляється, власне разовим, і потребує постійних змін та корегувань з метою оптимізації технологічного процесу.

Адитивне виробництво відкрило нові можливості для проектування лиття за моделями, що виплавляються. Застосування 3D друку для виготовлення одноразових моделей, що виплавляються, забезпечують велику свободу проектування, компоненти, які завжди збиралися з декількох частин, тепер можуть бути надруковані як єдиний об'єкт, а також можуть бути надруковані і більш складні форми заготовок. Отримані заготовки у такий спосіб дозволяють максимально наблизити конфігурацію до готових деталей та розробити новий технологічний процес з мінімальними витратами та собівартістю на виготовлення.

Із застосуванням 3д друку формується наступна технологія виготовлення деталі, яка включає не тільки традиційні етапи проектування, а й додаткові:

- розробки моделі під друк у КОМПАС-3D або іншій CAD -програмі;
- експорт 3D -моделі у формат STL;
- генерування G-коду у програмі Ultimaker CuRa;
- підготовка 3D -принтера до друку, вибір матеріалу;
- друк 3D -об'єкту;
- доопрацювання об'єкта після друку.

Впровадження, здавалося б, додаткових етапів проектування дозволяє значно скоротити час на виготовлення та опрацювання ливарного оснащення, а також створює широкий спектр виготовлення більш складних конструкцій ливарних заготовок, які складно виготовляти традиційними методами.

ФІНІШНА ОБРОБКА ПОВЕРХОНЬ ПЛУНЖЕРА СИЛОВОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ДОМКРАТУ

Піскунов С. В., керівник доц. Негруб С. Л.

Українського державного університету науки і технологій

Оновлення або перегляд технологічного процесу виготовлення деталей через адаптування його до нових умов виробництва, які виникли на виробництві у силу різних причин як то оновлення обладнання, різального інструмента, організації виробництва. Так виникла необхідність оновлення технологічного процесу виготовлення плунжера в бік зменшення використання у ньому елементів, які впливатимуть негативно на стан навколишнього середовища. Тому ретельне вивчення аспектів виконання кожної операції технологічного процесу з заміною небажаних чинників на більш екологічні й економічні стали причиною аналізу різних методів фінішної обробки внутрішньої поверхні плунжера. Було розглянуто переваги та недоліки ряду методів обробки, а саме: електролітичне абразивне і алмазне шліфування, абразивна обробка з вібраціями, магнітно-абразивне полірування (МАП). Особливості процесу магнітно-абразивного полірування. Магнітно-абразивна полірування (МАП) головним чином націлене на зняття тонких (0,005 - 0,03мм) шарів металу і поліпшення якісних характеристик оброблених поверхонь. При магнітно-

абразивному поліруванню оброблювану деталь і порошок, що володіє феромагнітною і абразивними властивостями, поміщають між полюсами електромагніту. Деталі, порошок або полюсів магніту повідомляють відносні руху, характер і інтенсивність яких залежать від габаритних розмірів і форми оброблюваної поверхні. Зазвичай "власна" шорсткість магнітно-абразивного полірування знаходиться в межах $Ra = 0,02 \dots 0,08$ мкм, для її гарантованого отримання в кожному конкретному випадку необхідний технологічний експеримент по визначенню часу τ Ra досягнення заданого рівня шорсткості. Досягнення при МАП параметра шорсткості $Ra = 0,01 \dots 0,02$ мкм утруднено і вимагає обробки в кілька пере-ходів зі зміною режиму полірування, складу і зернистості магнітно-абразивного порошку.

З урахуванням

Процес МАП відбувається з подачею в зону різання 5 - 10% розчину емульсолів Е-2 в воді. Порошок для МАП підбирається виходячи з властивостей оброблюваного матеріалу і середовища обробки. Магнітна проникність, абразивність, зносостійкість, теплопровідність і хімічна стійкість, а також низька електроопір є основними критеріями при виборі магнітно-абразивного матеріалу. Для обробки деталі «Плунжер» використовуємо матеріал Fe + 10% TiC, що забезпечує отримання чистоти поверхні $Ra = 0,04$ мкм.

КІНЕТОСТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ І ГЕОМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ЗРІВНОВАЖЕНОГО ДЕЗАКСІАЛЬНОГО КРИВОШИПНО-ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМУ ВІДЧИНЕННЯ ВОРИТ ДЛЯ ПРОРІЗІВ ВЕЛИКИЙ ПЛОЩІ

Константинов О., керівник доц. Погребняк Р. П.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Конструктивні та кінематичні схеми механізмів воріт об'єктів промислового призначення різноманітні і різної складності - від найпростіших розпашних і відкатних до маятникових і стрижньових зрівноважених. Важкі ворота зрівноважують для компенсації дії сили тяжіння, що суттєво знижує зрівноважуючий момент на ведучій ланці і потужність приводу.

Механізми для закривання воріт прорізів великої площі (наприклад, ангарні ворота) повинні відповідати таким вимогам:

- надійність в експлуатації;
- простота конструкції і обслуговування;
- незначну вагу і достатню міцність в умовах коливань температур, значних вітрових навантажень;
- можливість включення приводу в автоматизовану систему управління ангарного комплексом або забезпечення дистанційного керування;
- можливість ручного управління приводами;
- за вимогами безпеки в разі припинення енергоживлення або поломок механізму та ін. несправностей не допускати самовільного переміщення полотна воріт зі швидкістю вище 0,63 м/с;
- кінематична схема механізму повинна забезпечити мінімальні втрати на тертя і постійне навантаження на привід не залежно від положення механізму в межах зони експлуатації.

Таким вимогам може задовольняти збалансована схема здвоєного дезаксіального кривошипно-повзунного механізму.

Зрівноважені стрижньові механізми суттєво знижують потрібну потужність приводу будь-якої машини. Методами теорії механізмів і машин виконаний аналітичний синтез за розміром отвору і двома заданими положеннями механізму воріт для

закривання отворів великої площі, який побудований на схемі дезаксіального кривошипно-повзунного механізму. Важке полотно воріт зрівноважене для компенсації дії сили тяжіння в двох технічних рішеннях - з вантажним і пружинним зрівноваженням, що значно знижує зрівноважувачий момент на ведучій ланці механізму.

В результаті комп'ютерного моделювання з використанням вітчизняного багатофункціонального програмного комплексу «ЛІРА» 9.4., отримані кількісні показники навантаженості трубчастих елементів металоконструкції зрівноважених ангарних воріт в режимі відкривання-закривання і в режимі впливу вітрового навантаження на закриті ворота, відповідно до СНіП. Рекомендації та технічні рішення розроблені на підставі аналітичних розрахунків і комп'ютерного моделювання навантаженості елементів металоконструкцій ангарних воріт.

ПІДСЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНА ТА БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ В РОБОТІ МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРОВОЗІВ

Сеник А. П., Пушкар О. С., керівники доц. Баб'як М. О., доц. Недужа Л. О.

Національний університет «Львівська політехніка»

Український державний університет науки і технологій

Тяговий рухомий склад залізниць України фізично зношений на понад 75%, що не дозволяє використовувати його при зростанні обсягів перевезень. Це питання стає щодня актуальнішим. Оскільки є необхідність забезпечення вивезення зернових культур через Європу залізничним транспортом (внаслідок відсутності можливостей продовжувати експорт через чорноморські порти).

Останнім часом старі електровози ВЛ10, які працювали в пасажирському русі у локомотивних депо Львівської залізниці, частково вдалося замінити на пасажирські електровози ЧС2 та ЧС7, які тимчасово переведені з Придніпровської залізниці. Але навіть переведеної кількості електровозів ВЛ10 у вантажний рух не вистачає для стабільності перевезення вантажів до третіх країн.

Передача вантажних електровозів ВЛ11м з Львівської залізниці на Придніпровську виснажила парк робочих локомотивів на Карпатських перевалах. Багато електровозів стоїть у запасі в очікуванні заводського або деповського ремонтів, на які немає коштів або ще не прийшов термін відправлення електровоза в ремонт відповідно до недосконалої планово-попереджувальної системи ремонту тягового рухомого складу.

В останніх редакціях наказів АТ «Укрзалізниця» терміни міжремонтних пробігів зростають, а фізичний і моральний стан зношеного механічного обладнання не враховується. Пробіг традиційно встановлюють для серії локомотива, не враховуючи місце його роботи та вік. Але ж на роботу кожного відповідального вузла впливають в першу чергу умови експлуатації. Особливо це стосується механічного обладнання, зокрема екіпажної частини.

У гірських складних умовах з ухилами до 33 промілле і численними кривими малого радіусу знос контактної пари колесо-рейка додатково впливає на надійність роботи усіх вузлів механічної частини електровоза. Найбільш навантаженими є елементи ресорного підвішування. Їм доводиться виконувати основну закладену функцію у динаміці рухомого складу – пом'якшення ударів, які передаються від колісної пари через елементи буксового ресорного підвішування до кузова через коліскове підвішування кузова.

Опора кузова складається з чотирьох циліндричних пружин і системи забезпечення повороту та поперечного переміщення візка. Від правильного розважування кузова на візках і від справності коліскового підвішування залежить плавність вписування в криві, швидкість стабілізації кузова над візками після виходу з кривої, а також зношення гребеня колеса і рейки.

Чітка робота коліскового підвішування в системі обпирання кузова на візки залежить від справності її пари тертя, зокрема величини зношення втулок, які мають бути виготовлені із високомарганцевистої зносостійкої сталі 110Г13Л. Висока в'язкість і, одночасно, спроможність зміцнюватись надають цій сталі стійкість проти зношування, що задовольняє умовам надійності електрорухомого складу в експлуатації.

Проте, при відсутності втулок із сталі 110Г13Л у локомотивних депо дозволяється втулки виготовляти із листів ресорної сталі 55С2, 60С2, 60С2А. Можливе також виготовлення втулок із сталі 45 з подальшою механічною обробкою. Як наслідок, елементи коліскового підвішування піддаються надмірному зношуванню, а також отримують різного виду пошкодження.

Аналізуючи світовий досвід покращення умов роботи пар тертя, автори пропонують використання втулок із полімерних антифрикційних композиційних матеріалів, що містять в якості волокнистого наповнювача скловолокно або вуглецеве волокно. Це дозволить знизити коефіцієнт тертя та зменшити знос поверхонь тертя, що, в свою чергу, підвищить термін служби втулок та стержнів коліскового підвішування.

Використання даної пропозиції при капітальному ремонті в умовах локомотиво-ремонтних заводів і поточних ремонтах в умовах депо можна частково вирішити проблемні питання в роботі механічного обладнання електровозів.

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ОСВОЄННЯ НОВИХ МАРШРУТІВ

**Лукашик А. Р., Сапеску А. Є., керівники доц. Баб'як М. О., доц. Недужа Л. О.
Національний університет «Львівська політехніка»
Український державний університет науки і технологій**

Огляд наукових праць та літературних джерел свідчить, що досягненням мети транспортування вважається тільки при своєчасному доставленні об'єкту перевезень у визначене місце, при збереженні кількості та якості, за мінімальних витрат. Цьому сприяє низка технологічних процесів, що здійснюються на шляху транспортування, зокрема, етапи від видобутку чи виготовлення продукції до збуту. Переміщення сировини, напівфабрикатів та готової продукції є можливим тільки при використанні надійних, тобто технічно справних транспортних засобів, що використовуються із забезпеченням вимог експлуатаційних та технічних характеристик кожного виду рухомого складу.

З точки зору оптимізації логістичних функцій та операцій для досягнення мети транспортування важливим аспектом постає вибір сучасного тягового рухомого складу, який можна використовувати з найменшими втратами часу на екіпірування, зміну локомотивних бригад, технічне обслуговування та ремонти. На жаль, саме ці операції при використанні застарілого або невідповідного за характеристиками тягового рухомого складу зазвичай становлять найбільші витрати із сукупних логістичних витрат. Це зумовлене закупівлями пального та мастильних матеріалів, належною організацією сервісного обслуговування тощо.

Останнім часом в Україні виникає більше випадків зміни напрямків транспортування, тобто зміни транспортно-логістичних ланцюгів перевезення різних

вантажів. Найбільш важкими для держави постали питання транспортування корисних копалин, продукції металургії, зернових культур. Для правильної організації використання рухомого складу, зокрема тягового, необхідна тісна співпраця з вантажовідправниками та споживачами і, що найголовніше, транспортними компаніями. Питання з вагонами для перевезення певного роду вантажів вирішуються за рахунок використання спеціальних вагонів, які за останні роки здебільшого перебувають в оренді у різноманітних транспортних компаній, приватних вагонів чи використання універсальних напіввагонів та хоперів. Із залученням локомотивів до транспортних операцій часто виникають проблеми.

Монополістом у сучасних залізничних перевезеннях виступає АТ «Укрзалізниця», оскільки на даний час майже весь тяговий рухомий склад, який задіяний у транспортуванні вантажів, належить державі. Розглядався варіант допуску до вантажних перевезень на окремих напружених напрямках і приватних локомотивів та локомотивних бригад, які б мали визначені вантажні маршрути та закріплені ділянки обслуговування. Однак, до цього часу це поодинокі випадки.

Велика кількість капітально-відремонтованих одиниць тягового рухомого складу стоїть без роботи у той час, коли монополіст не має фізичної можливості забезпечити необхідні обсяги вантажних перевезень морально і фізично старим рухомим складом, який у багатьох локомотивних депо очікує капітального чи деповського ремонту через недосконалість планово-попереджувальної системи ремонту.

Один з прикладів зміни транспортно-логістичних ланцюгів був зумовлений втратою величезних обсягів перевезень. За даними експертів, Україна втратила 70% видобутку вугілля на сході, тому скерувала видобуток на Львівсько-Волинський вугільний басейн. Перед науковцями постала проблема пошуку оптимального маршруту транспортування вугілля з нових місць видобутку до станцій формування/відправлення поїздів і до кінцевого споживача.

Авторами запропоновано метод вибору оптимального маршруту, який враховує реальні фактори. Це впливає на кількість операцій в транспортній системі, що базується на розв'язанні транспортної задачі. Метод є актуальним для освоєння нових маршрутів транспортування, особливо для приватних перевізних компаній. Його можна застосовувати для розв'язування транспортної задачі з однорідними вантажами на залізниці у транспортній мережі такого ж типу.

ВПЛИВ ЗАГОРІВ У МІЖВАГОННИХ З'ЄДНАННЯХ НА ВЕЛИКИ ПОЗДОВЖНІХ ЗУСИЛЬ ТА ГАЛЬМІВНИХ ШЛЯХІВ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ ГАЛЬМУВАННЯ

Лялюк А. М., керівник доц. Урсуляк Л. В.

Український державний університет науки і технологій

У разі гальмування, як і при зрушенні з міста, зі збільшенням зазору в міжвагонному з'єднанні зростають найбільші значення поздовжніх сил. При цьому не меншу роль формування поздовжніх сил у поїзді грають властивості зовнішніх сил, швидкість поширення гальмівної хвилі, розподіл за довжиною поїзда рівня та темпу наростання тиску в гальмівних циліндрах, тип гальмівних колодок, початкова швидкість при гальмуванні.

При гальмуванні з голови попередньо розтягнутих поїздів стискаючі сили починають не обов'язково з'являтися у першому перерізі, а приблизно в першій третині складу. Більш того, у головних перерізах ще на початкових етапах процесу можуть виникати зусилля, що розтягують.

Зміна величини сил в автосцепних пристроях відбувається в такий спосіб. Спочатку в результаті ударної взаємодії вагонів з'являються найбільші сили, що стискають. Потім сили починають порівняно повільно наростати до найбільшого значення. Внаслідок потенційної енергії, що накопичилася в поглинаючих апаратах і конструкції вагонів, починається розвантаження і потім віддача. Якщо поїзд до цього моменту не зупиниться, виникають поздовжні сили, що розтягують, рівень яких по відношенню до стискаючих істотно залежить від здатності апаратів поглинати енергію. Цей рівень тим нижчий, чим вищий коефіцієнт поглинання енергії. Іноді розтягуючі поздовжні сили можуть досягати чималих значень.

Тому, якщо внаслідок дій машиніста або системи керування рухом поїзда збігатимуться моменти виникнення розтягуючих сил, викликані гальмуванням або тривалою відпусткою гальм, та розтягуючих сил, викликаних включенням тяги, виникнуть ситуації, що призводять, за певних умов, до розриву поїзда. Найчастіше вони виникають із вантажними поїздами в зимовий час, коли через нещільність з'єднань у гальмівній магістралі витоки повітря з неї суттєво зростають.

В даній доповіді досліджено характер осцилограм поздовжніх зусиль, розподіл вздовж складу їх максимальних значень, визначено найбільше значення поздовжньої сили, а також величини гальмівних шляхів в однорідному поїзді при різних видах гальмування (екстреному, повному службовому та регульовальному) в залежності від стану складу до початку процесу гальмування (попередньо стиснутий або попередньо розтягнутий склад або випадковий розподіл величини зазорів в міжвагонних з'єднаннях).

Для оцінки впливу зазорів у міжвагонних з'єднаннях на рівень поздовжніх зусиль та гальмівні шляхи при різних видах гальмування розглядався вантажний поїзд із 60 вагонів масою 80 тонн з одним локомотивом у голові 2М-62. Вважалося, що вагони обладнані композиційними гальмівними колодками, а розподільники повітря включені на середній режим роботи. Максимальне значення зазору у міжвагонному з'єднанні дорівнювалося 65 мм. Гальмування моделювалося на горизонтальній ділянці колії з початковою швидкістю руху 30 км/год.

Як впливає з отриманих результатів максимальний рівень стискаючих зусиль значно залежить від початкового стану зазорів у міжвагонних з'єднаннях. Коли зазори істотно впливають на перехідний процес (гальмування попередньо розтягнутих поїздів), то найнебезпечнішим з позиції поздовжніх сил є режим екстреного гальмування. Величина гальмівного шляху залежить лише від режиму гальмування та не залежить від початкового стану зазорів у міжвагонних з'єднаннях. Найбільше значення гальмівного шляху отримано при регульовальному гальмуванні.

ПОРІВНЯННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗНИХ ТИПІВ ЛОКОМОТИВІВ

**Кістанов О. Д., керівник доц. Урсуляк Л. В.
Український державний університет науки і технологій**

Для збільшення провізної та пропускної спроможності залізниць необхідно більш ефективно використовувати тяговий рухомий склад. Маса складу – один із найважливіших показників роботи залізничного транспорту. Збільшення маси складів дозволяє підвищити провізну здатність залізничних колій, зменшити питому витрату палива та електроенергії, знизити собівартість перевезень. Тому масу вантажного складу визначають, виходячи з повного використання тягових якостей локомотива.

Для визначення максимальної маси складу спочатку визначався розрахунковий підйом. Розрахунковий підйом - один з основних параметрів, за яким визначають масу

складу, яка може бути перевезена по ділянці даним локомотивом. Проаналізувавши поздовжній профіль колії в напрямку руху в якості величини розрахункового підйому був обраний ухил 7,8 ‰ завдовжки 2200 метрів. На цьому елементі профілю є ще крива в плані, довжиною 475.9 м і радіусом 1597м, яку було замінено фіктивним підйомом, який визначався згідно Правил тягових розрахунків. Таким чином, масу складу розраховували для розрахункового ухилу 7,9 ‰. Перевірка розрахункової маси складу на можливість надійного подолання короткого підйому крутості більше за розрахунковий виконувалася аналітичним методом, з урахуванням використання кінетичної енергії, накопиченої на подолання «легких» елементів профілю (спусків або горизонтальних ділянок). При цьому приймали гіпотезу про рівносповільнений рух поїзда для швидкості $V \leq 10$ км/год.

Залежності значення найменшого радіусу кривої в плані від швидкості руху були отримані для випадків руху поїздів різної маси на горизонтальній ділянці колії та на підйомі з ухилом завбільшки 3‰.

В роботі проаналізовані та проведено порівняння експлуатаційних характеристик вантажного тепловоза 2М62М і вантажопасажирського здвоєного тепловоза 2ЕР20СF. При проведенні розрахунків вважалося, що потяги сформовані з повністю завантажених чотирьохвісних напіввагонів з навантаженням на вісь 23.5 т; у голові потяга розташований або здвоєний тепловоз 2ЕР20СF або двосекційний тепловоз 2М62М.

В результаті розрахунків було проаналізовано максимальну вагу складу з урахуванням розрахункового підйому. Виконано перевірку розрахункової маси складу на можливість надійного подолання короткого підйому крутизною більше за розрахунковий. Оцінено значення прискорюючої сили в залежності від швидкості поїзда та параметрів поздовжнього профілю, а також значення найменшого радіусу кривої в залежності від швидкості руху, що розвивається різними тепловозами в тяговому режимі. Розглянуто склади різної маси: 5000 тонн та 8000 тонн. З отриманих результатів випливає, що зі збільшенням маси поїзда значення найменшого радіусу кривої у плані зростає. Керування поїздами здвоєними тепловозами 2ЕР20СF дозволяє досягати більших швидкостей руху на ділянках колії різної конфігурації, а також збільшити масу складу на 38%. При увімкненій тязі пройдений шлях складом масою 5000 тонн на підйомі, що розглядався, поїздом з тепловозом 2ЕР20СF на 23% більше, ніж з тепловозом 2М62М. Значення прискорюючої сили зі складом масою 5000 т для тепловоза 2ЕР20СF перевищує аналогічні величини для тепловоза 2М62М майже на 20% при русі на горизонтальній ділянці колії та на 30% при русі на підйомі з ухилом 3‰. Наведені розрахунки можуть використовуватися при розробці графіка руху поїздів, дослідження та проектування залізниць, розрахунків у сфері економічної ефективності перевезень.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ФОРМИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ТРАНСПОРТНОГО ТУНЕЛЯ

Таранов К. Д., керівник доц. Костриця С. А.

Український державний університет науки і технологій

Тунель це наскрізний коридор, який прокладено в товщі землі чи масивах гірських порід. Найбільш розповсюдженим видом тунелів є транспортні тунелі. Основними типами транспортних тунелів є автомобільні та залізничні тунелі.

Автомобільні та залізничні тунелі це транспортні переходи, які сприяють скороченню шляху, збільшенню пропускної здатності магістралей, зменшенню числа аварій та покращенню умов експлуатації рухомого складу.

В сучасній інженерній практиці при проектуванні тунелів для попереднього призначення форми поперечного перерізу тунелів зазвичай застосовують рекомендації будівельних норм та правил (наприклад ДБН В.2.3-27:2023 «Тунелі. Норми проектування»), відповідно до яких форма поперечного перерізу тунелю повинна забезпечувати задану пропускну здатність, безпеку руху та надійну статичну роботу оправи під дією зовнішнього навантаження. Основним недоліком цих нормативних документів є те, що вони не містять чітких рекомендацій по вибору форми поперечного перерізу тунельної конструкції.

В даній роботі вирішується задача по вибору раціональної форми склепіння транспортного тунелю. При вирішуванні задачі приймалося до уваги, що матеріали, які використовуються для виготовлення тунельних оправ (бетон, залізобетон, чавун) погано чинять опір напруженням розтягання. Тому основним критерієм вибору оптимальної форми поперечного перерізу тунелю була мінімізація напружень розтягу.

У якості методу досліджень обрано метод скінчених елементів (МСЕ), який в теперішній час є основним інструментом інженерного аналізу завдяки наявності пакетів комп'ютерних програм, які не тільки реалізують обчислювальний процес МСЕ, а й мають зручний інтерфейс для введення вихідних даних, контролю процесу обчислень і обробки результатів розрахунку.

Розрахунки проведено за першим граничним станом при дії вертикальних навантажень від тиску ґрунту та власної ваги конструкції при цьому розглядалося два варіанти форми поперечного перерізу тунелю:

- переріз у формі напівкруга;
- переріз у формі параболи оптимального обрису.

В обох випадках ширина тунелю та його висота приймались однаковими (відповідно 8м та 4м). Розрахункові схеми побудовані з використанням двох видів скінчених елементів: пластинчастих та об'ємних.

Аналіз результатів розрахунків показав:

- застосування пластинчастих та об'ємних для моделювання тунелю дає приблизно однакові результати. Різниця по деформаціям не перевищує 3%, по напруження -5%;
- використання параболічної форми поперечного перерізу оптимального обрису дозволяє зменшити напруження розтягу більше ніж у 3 рази у порівнянні з використанням перерізу у вигляді напівкруга.

ПІДСЕКЦІЯ «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»

РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВІДВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Калита О. І., 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 регулювальних вузлів.

Подальші дослідження спрямовані на раціональне проектування власне металоконструкції моделі з точки зору її рівномірності.

ПІДВИЩЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ МОСТОВОГО КРАНА ТА РОЗРОБКА КОМПЛЕКТУ ТРАВЕРС

Колісніченко О. О., керівники: доц. Главацький К. Ц., старш. викл. Черкудінов В. Е. Український державний університет науки і технологій

Актуальність роботи у тому, що більшість металоконструкцій механізмів і машин розроблено без урахування їх оптимізації, насамперед з погляду напружено-деформованого стану, що виникає в них. Тобто вони мають значні запаси міцності, які пояснюються тим, що при їх проектуванні не ставилися жорсткі умови дотримання їхньої мінімальної маси та рівномірності конструкції.

Мета дослідження – проектування рівномірної чи близької до рівномірної конструкції траверси, шляхом дослідження її напружено-деформованого стану з урахуванням технологічних особливостей отримання її елементів.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлено та вирішено низку завдань, серед яких: огляд конструкцій траверси; вибір базової конструкції траверси на дослідження; розрахунок основних параметрів; створення кінцево-елементної моделі

траверси; аналіз напружено-деформованого стану траверси; рекомендації щодо вдосконалення металокопструкції траверси; визначення напрямку подальших досліджень, що передбачає розробку нових металокопструкцій.

При виконанні роботи прийнято такі обмеження: елементи траверси виконані зі стандартного прокатного листа та профілю; запас міцності – мінімально достатній; прийнято мінімальну кількість матеріалів, товщин листів та різновидів профілів; враховано технологічність копструкції; спосіб з'єднання елементів – зварювання.

Для вирішення поставлених у роботі завдань використані такі методи дослідження, як статистичний аналіз, математичне моделювання, статистичні методи обробки результатів. Напружено-деформований стан у траверсі під дією розрахункових сил досліджено з використанням програмного продукту Solid Works та методу кінцевих елементів.

Результати досліджень насамперед цікаві з погляду отримання конкретних технічних рішень у вигляді металокопструкцій траверс для довгомірних відповідальних та мало відповідальних вантажів економічної полегшеної копструкції, використання яких можливе на виробництві. Крім того, принцип отримання рівномірного виробу у вигляді металокопструкції відкриває і розширює новий напрямок у проектуванні вантажопідйомних та інших машин і істотно впливає на їх техніко-економічні показники.

Суть дослідження базується на оцінці напружено-деформованого стану металокопструкції траверси з точки зору визначення в ній напружень, переміщень, небезпечних зон підвищених напружень та їх концентраторів, полів розподілу напружень. При цьому враховується вплив температури та виконується порівняльний аналіз отриманих результатів з метою оптимізації копструкції, у тому числі за рахунок перерозподілу мас матеріалу всередині її елементів.

Поняття оптимізації передбачає виконання копструкції у жорстких умовах. Тому першим кроком до мети є отримання раціональнішої копструкції траверси, порівняно з її початковим варіантом.

Як базовий зразок прийнято вантажопідйомну траверсу для довгомірних відповідальних вантажів.

Траверса - це деталь чи металокопструкція у складі вантажопідйомної машини, яка використовується в широкому діапазоні переміщення вантажів і, як правило, виконується двох типів: у складі гакової підвіски машин або у вигляді окремої копструкції, що закріплюється між гаковою підвіскою і вантажем.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕДУКТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЧНИХ ТРАНСМІСІЙ ТА МЕТОДИКА ЙОГО РОЗРАХУНКУ

**Ладчук В. С., керівники: доц. Главацький К. Ц., магістр Біневський М. М.
Український державний університет науки і технологій**

Автоматичні трансмісії набули широкого розповсюдження в автотранспортних машинах, оскільки мають ряд переваг перед звичайними механічними: збільшують моторесурс привідного двигуна, дозволяють найбільш раціонально використовувати його потужність, виконують зміну крутного моменту без розриву останнього і т. ін.

Сучасна автоматична трансмісія – це найчастіше гідродинамічний трансформатор крутного моменту у поєднанні з механічною (шестеренною) коробкою передач, або фрикційна передача (клиноремінний чи торовий варіатор). Керування трансмісією здійснюється за допомогою одного з видів приводів: гідравлічного, пневматичного, електричного.

Тенденції щодо поліпшення конструкцій і технічних характеристик автоматичних трансмісій спрямовані на створення агрегатів з мікропроцесорним керуванням процесу перетворення крутного моменту (наприклад, застосування спеціальних електричних блоків керування). Також ведуться роботи щодо розробки більш потужних фрикційних редукторів, оскільки автоматичні трансмісії на їх основі мають ряд переваг порівняно з гідромеханічними (високий ККД, менші розміри і вагу), але на жаль не можуть працювати з великими навантаженнями в силу своїх конструктивних особливостей.

Задачею є створення варіаторної безступінчастої зубчастої передачі, яка б поєднувала ознаки та сильні сторони шестеренної багатоступінчастої коробки передач (простота конструкції, високий ККД, великий крутний момент, який може передати трансмісія) та варіаторної передачі (безступінчасте регулювання передаточного числа). Теорія механізмів заперечує існування такої передачі, оскільки передаточне число є залежним від діаметрів подільних кіл та модулю зубчастих коліс, які мають сталі значення. В передачі, яка пропонується, використовується форма зубів та їх розміщення таким чином, що діаметр подільного кола може змінюватись у певному діапазоні. Це досягається завдяки застосуванню зубів, робоча поверхня яких утворюється поворотом деякої кривої (напр. евольвенти) навколо вертикальної осі зуба, а також розміщення цих зубів на бічній поверхні зрізаного конуса по спіральній кривій з певним кроком, який визначає модуль зубчастої передачі.

Пляма контакту між зубцями передачі без навантаження є близькою до точкової, а з навантаженням вона відповідно збільшуватиметься. Переміщаючи проміжну шестерню уздовж бічної поверхні зубчастих конусних коліс можна встановити необхідне передатне число передачі.

Таке конструктивне рішення дозволяє реалізувати конструкцію варіатора, в якому передача потужності відбувається не за допомогою сил тертя, а шляхом взаємодії зубів зубчастої передачі. При цьому безступінчата зміна передавального числа (перемикання передач) відбуватиметься без розриву крутного моменту; також з'являється можливість встановити найбільш вигідне для конкретного режиму передатне число.

Попередній статичний аналіз зубчастого зачеплення з модулем 10 мм та навантаженням моментом 2000 Нм на маточину сталевого зубчастого колеса, діаметром 75 мм, демонструє прийнятні результати – в деталях не виникли граничні напруження. Деяке збільшення напруження спостерігається в корені робочої частини зуба та на маточині в місці кріплення зуба, що легко усувається за допомогою конструктивних змін (зенкування отворів, зміна товщини стінки металу, та ін.).

РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ БУРОУЩІЛЬНЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ УТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОРОЖНИН У ГРУНТІ

Майстренко Д. С., керівник доц. Главацький К. Ц.
Український державний університет науки і технологій

Певні технологічні процеси проведення земляних робіт передбачають утворення технологічних порожнин в ґрунті (ТПГ) для прокладання комунікацій і влаштування різноманітних фундаментів. Утворення ТПГ можливе бурінням, ущільненням (трамбуванням, проколом) чи комбінованим способом, кожен із яких має свої переваги і недоліки. З точки зору утворення заданого ущільненого об'єму ґрунту навколо ТПГ доцільно максимально використати для цього частково чи повністю ґрунт з ТПГ, тобто перемістити його в бічні сторони відносно її подовжньої осі. При цьому ступінь і об'єм ущільненої зони залежатиме від розмірів і об'єму ТПГ.

Актуальною задачею при цьому є розробка ефективних, багатофункціональних, простих, компактних і технологічних схем робочого обладнання та робочих органів, а на їх основі – відповідних конструктивних рішень модульного типу на базі існуючих шасі будівельних чи дорожніх машин.

Для цього необхідною умовою є експериментальне дослідження процесу ущільнення ґрунту без його виїмки у бічні сторони ТПГ з мінімальними енерговитратами при умові досягнення максимально можливої чи мінімально достатньої щільності ґрунту. При цьому слід врахувати, що розмір ТПГ у ґрунті в загальному випадку може складатися з двох об'ємів, а саме: з об'єму видаленого і ущільненого ґрунту. Автором запропоновані принципові схеми ґрунтоущільнюючого робочого органа, робоча поверхня якого виконана ступеневою з циліндричних і конічних поверхонь.

Необхідною умовою виконання лабораторних досліджень є теоретичне дослідження процесу ущільнення ґрунту без його виїмки у бічні сторони ТПГ з мінімальними енерговитратами при умові досягнення максимально можливої чи мінімально достатньої щільності ґрунту. При цьому слід врахувати, що розмір ТПГ у ґрунті в загальному випадку може складатися з двох об'ємів, а саме: з об'єму видаленого і ущільненого ґрунту. На першому етапі досліджувалися принципові схеми ґрунтоущільнювального робочого органа, робоча поверхня якого виконана ступеневою з циліндричних і конічних поверхонь.

Складені співвідношення між розмірами окремих елементів робочого органа за умови постійності об'єму ґрунту, який ущільнюється в бічні сторони ТПГ, на основі яких виготовлені комплекти фізичних моделей збірних робочих органів.

На основі відповідних баз даних розмірів елементів робочих органів складені рівняння для співвідношень між їх параметрами.

Складені плани серій перспективно-пошукових досліджень на лабораторному стендовому обладнанні із спрощеними фізичними моделями робочих органів для утворення ТПГ з метою уточнення діапазону раціональних параметрів форми і розмірів їх зовнішньої поверхні та їх узгодження з характеристиками моделі ґрунту.

За результатами досліджень визначені залежності між енергоемністю утворення і несучою здатністю ТПГ та елементами робочих органів.

На другому етапі досліджень запропоновані ряд схем робочих органів-трансформерів, робоча поверхня яких виконана з окремих шарнірно з'єднаних секцій, керованих відповідними гідромеханізмами, здатних збільшуватися в об'ємі щодо поперечного перерізу ТПГ з метою формування вимог до конструювання і напрацювання підходів до створення такого робочого органа, щоб при деформації ґрунту він не потрапляв у середину конструкції робочого органа і не заважав її роботі.

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВІБРАЦІЙНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

**Марунін О. В., керівники: доц. Главацький К. Ц., Брильова М. Г.
Український державний університет науки і технологій**

Актуальність роботи у необхідності підвищення ефективності вібраційних систем будівельних машин (ВСМ) в сучасних умовах в результаті поліпшення їх енергоефективності, продуктивності, багатофункціональності, тощо. Цьому сприятиме і вибір раціональної форми дебалансів для створення максимальної збурюючої сили.

Метою є розробка устаткування для дослідження фізичних моделей елементів ВСМ, зокрема дебалансів і їх блоків.

Перспективним напрямком удосконалення є створення високоефективних вібростем, в яких передбачається можливість регулювання вектора збурюючої сили за допомогою різних її складових (маса та ексцентриситет дебалансу, кутова швидкість, взаємне відносне розташування дебалансів і т. ін.).

Серед відомих форм дебалансів ВС найпоширенішими є секторна, кругова, сегментна, кільцево-сегментна, двосегментна, взаємне поєднання яких у блоки залежить від їх конструктивного виконання. Крім того, форма дебалансів ВС може бути у вигляді інших фігур, але критерієм її вибору є максимальна збурююча сила при оптимальних параметрах складових виразу, з якого вона знаходиться.

Невирішеним на сьогодні питанням є визначення раціональної форми та відносних розмірів високоефективних дебалансів.

Основним параметром, що характеризує дебаланс як елемент відцентрового віброзбудника, є статичний момент його маси щодо осі обертання.

Дебаланси бувають двох типів: з постійним або із змінним в процесі запуску і зупинки статичним моментом маси.

Найпоширеніші відомі форми дебалансів - секторна, сегментна і кільцево-сегментна. Дебаланси розрізняють за матеріалом, конструкційним виконанням, способом регулювання ексцентриситету та маси. Зокрема дистанційне безперервне регулювання маси та ексцентриситету пустотілих дебалансів можливе шляхом зміни об'єму залитої рідини, а підпружинені дебаланси можуть змінювати ексцентриситет деформацією пружини. Розміщення дебалансів може бути симетричним та асиметричним.

Параметричний розрахунок дебалансів ВСМ передбачає визначення форми і відносних розмірів дебалансів ВСМ, які можуть бути різними, але критерієм їх вибору є максимальна збурююча сила при оптимальних параметрах складових виразу, з якого вона знаходиться.

В результаті теоретичних досліджень встановлено, що максимальної збурюючої сили можна досягти, використовуючи п'ятигранний дебаланс, а мінімальна маса дебалансу, при заданих однакових умовах, буде при круговому дебалансі. На даному етапі досліджень ведеться розробка та аналіз варіантів принципових технічних рішень віброблоків та віброконтурів, які містять симетрично і асиметрично встановлену парну і непарну кількість дебалансів однакових рівнопропорційних і різнопропорційних мас, мають синхронні і асинхронні кутові швидкості обертання у одному і різних напрямках, а також здатність адаптуватися до заданих умов роботи за рахунок виконання механізмів їх налаштування на заданий режим роботи, з урахуванням уніфікації елементів ВСМ.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА БУЛЬДОЗЕРНОГО ВІДВАЛА-УЩІЛЬНЮВАЧА

Прус Н. В., керівник доц. Главацький К. Ц.

Український державний університет науки і технологій

Робота актуальна з точки зору розробки нових комбінованих робочих органів машин багатоцільового призначення, зокрема бульдозерів, застосування яких на будівництві важко переоцінити. Наряду з традиційним призначенням бульдозерів є пропозиція їх додаткового застосування для часткового ущільнення свіжонасипаного ґрунту, що полегшить його остаточне ущільнення ґрунтоущільнювальними машинами.

Метою дослідження є підвищення ефективності бульдозерного обладнання за рахунок покращення конструкції відвала, його ножової і ущільнювальної системи.

Суть технічного рішення у тому, що бульдозерне обладнання включає традиційний бульдозерний відвал, оснащений бічними косинками та ножовою

системою і відрізняється тим, що ножова система шарнірно встановлена в нижній частині відвала, має механізм повороту, рухома пластина, зйомну насадку, її кріплення та кронштейни, причому ріжучі ножі ножової системи виконані з попарно з'єднаних пластин під заданим кутом, які додатково з'єднані між собою косинками та нижніми пластинами, механізм повороту ножової системи включає шарнірно з'єднані між собою гідроциліндри, двоплечі важелі та тяги, зйомна насадка включає основну пластину, до якої попарно приєднані додаткові пластини під заданим кутом, що дорівнює куту з'єднання пластин ріжучих ножів, до кронштейнів, встановлених на нижніх площинах косинок ножової системи шарнірно приєднані тяги, двоплечі важелі шарнірно приєднані до кронштейнів, встановлених в тильній нижній частині традиційного бульдозерного відвала, корпуси гідроциліндрів шарнірно приєднані до кронштейнів, встановлених у тильній верхній частині традиційного бульдозерного відвала, а рухома пластина має проушини, якими через прорізи фіксується до проушин, встановлених в тильній нижній частині традиційного бульдозерного відвала фіксаторами.

Бульдозерне обладнання може працювати у режимі косоного копання без використання зйомної насадки. Зйомна насадка необхідна для його роботи у режимі традиційного копання або часткового ущільнення ґрунту. Її можна також розглядати як засіб для зачищення поверхні ґрунту. При необхідності копання ґрунту ножовою системою з косим копанням ґрунту без зйомної насадки встановлюємо ножову систему у переднє положення, а рухома пластина - у верхнє положення.

При необхідності традиційного копання або ущільнення ґрунту ножовою системою зі зйомною насадкою, за допомогою фіксаторів кріплення приєднуємо до бічних пластин та попарно встановлених пластин ножової системи зйомну насадку.

При необхідності ущільнення ґрунту рухома пластина фіксуємо у верхньому положенні проушинами до проушин традиційного бульдозерного відвала фіксаторами, а механізмом повороту ножової системи змінюємо положення ножової системи; при цьому зазор між рухомою пластиною та традиційним бульдозерним відвалом не існує. Таке положення виконано лише для наглядності зображень. Рухома пластина може бути у верхньому положенні, або у нижньому положенні згідно. Її кріплення до відвала відбувається за допомогою проушин на відвалі та на пластині.

При частковому ущільненні ґрунту рухома пластина знаходиться у верхньому положенні, а при традиційному копанні ґрунту – у нижньому.

При певному встановленні ножової системи копання можливе з утворенням суцільної гладенької поверхні ґрунту, або з утворенням профільної поверхні ґрунту. Таким чином запропоноване технічне рішення забезпечить розширення технологічних можливостей бульдозерного обладнання за рахунок запропонованої ножової системи, механізму її керування, насадки та рухомої пластини.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ШКІВА ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Гроза Є. С., керівник доц. Куроп'ятник О. С.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному світі комп'ютерне моделювання стало невід'ємною частиною наукових та інженерних досліджень, що дозволяє аналізувати різноманітні фізичні явища. Однією з важливих галузей цього напрямку є дослідження динаміки. У цьому контексті, використання комп'ютерного моделювання стає ключовим інструментом для аналізу та оптимізації систем зі змінним моментом інерції.

Метою даної роботи є обґрунтування пружних та інерційних параметрів приводу зі шківом змінного моменту інерції, за яких обмежується негативний вплив резонансних

явищ під час розгону та сповільнення. До таких параметрів відносяться жорсткість C пружинних блоків та маси вантажів.

У програмному комплексі Solidworks було розроблено 3D-модель шківів змінного моменту інерції, за допомогою додатку Solidworks Motion реалізовано симуляцію його обертання зі швидкістю $3,33 \text{ c}^{-1}$, що відповідає швидкості на ободі 5 м/с . Впродовж руху здійснювався неперервний запис величини переміщення чотирьох вантажів масою 200 кг кожен.

У ході роботи було проведено моделювання у додатку Solidworks Motion та виконано відповідні розрахунки без врахування та з урахуванням тертя.

Для системи без тертя було визначено критичну жорсткість $C_{\text{кр}}$ пружинних блоків та змодельовано окремі випадки. Отримано:

– закритична жорсткість ($C > C_{\text{кр}}$) – гармонічні коливання вантажів на другому (сталій рух) та третьому (сповільнення) етапах руху шківів;

– докритична жорсткість ($C < C_{\text{кр}}$) – рівномірне віддалення вантажів від положення статичної рівноваги; за наявності в конструкції обмежувачів ходу біля ободу шківів вантажі впираються в них з ударом, тому жорсткість бажано приймати якомога більшою, щоб зменшити силу цього удару.

Такі самі досліди було проведено для системи з урахуванням тертя між вантажами та напрямними їх руху. Було отримано:

– при закритичній жорсткості коливання відсутні, але спостерігається нерівномірний рух вантажів;

– при докритичній жорсткості коливання відсутні, але спостерігається прохід вантажу за початкову точку на третій ділянці (сповільнення) – надмірне наближення вантажів до маточини шківів, що може бути усунено шляхом встановлення обмежувачів ходу.

Наступним етапом досліджень буде визначення впливу коефіцієнту тертя між вантажами та напрямними на коливання вантажів та обґрунтування раціональних значень жорсткості пружинних блоків з огляду на необхідність зменшення сили удару вантажів по обмежувачах ходу біля ободу шківів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ БІЧНОЇ ПОВЕРХНІ РОБОЧОГО ОРГАНИ ПРИ ФОРМУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОРОЖНИНИ У ҐРУНТІ

Мальцев Д. О. керівник старш. викл. Посмітюха О. П.

Український державний університет науки і технологій

Сучасне місто потребує постійного ремонту та розвитку своїх комунікацій. Значна частина цих комунікацій розташована під землею, що збільшує вільний простір на поверхні, та захищає їх від зовнішніх факторів. Прокладання або заміна комунікацій вимагає проведення земляних робіт, що в свою чергу призводить до перекриття вулиць, руйнування зовнішнього покриття тощо. Для запобігання цьому були розроблені й широко впроваджуються в життя, а також затверджені на законодавчому рівні, безтраншейні технології. Використання яких передбачає прокладання комунікацій без розкопування або з частковим розкопуванням, та з незначними незручностями при переміщенні по вулиці де виконують роботи.

Проведений аналіз варіантів безтраншейних технологій показує, що всі вони в кінцевому результаті отримують отвір круглого перетину. Коли потрібно прокласти один футляр – це є ідеально, а коли в одну порожнину ми маємо змонтувати 2, 3 або більше футлярів малих розмірів, а вже в середині кожного розмістити кабель зв'язку, (наприклад), то значна частина отвору залишиться пустою. Певною мірою ця проблема вирішується горизонтально спрямованим бурінням (далі ГНБ), при цьому методі

порожнини заповнені буровим розчином та пульпою замішаного ґрунту. Але основний недолік – це неефективне використання площі отвору.

Деякі дослідження були проведені на кафедрі прикладної механіки та матеріалознавства при написанні дисертаційних та наукових робіт, але там використані прості форми робочих органів – циліндричної форми або клиново-призматичної форми з півциліндричними заокругленнями. Такі форми підходять для 2-х футлярів, а для 3-х найкраще підходить тригранна форма зі скругленнями.

В роботі планується виготовити модель робочого органу для дослідження та визначити аналітичні залежності для визначення сили проколювання та тиску на бокові поверхні робочого органу.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ОТВОРІВ У ПЕРЕУЩІЛЬНЕНИХ ҐРУНТАХ МЕТОДОМ СТАТИЧНОГО ПРОКОЛУ Хапаль Є. В. керівник старш. викл. Посмітюха О. П. **Український державний університет науки і технологій**

Безтраншейні технології широко впроваджуються при ремонті та спорудженні підземних комунікацій міст і сіл. Основною перевагою безтраншейних технологій є дешевизна та темпи виконання робіт, а також малий вплив на довкілля за рахунок набагато меншої кількості земляних робіт, робіт по відновленню ландшафту тощо. Основними способами виконання безтраншейних переходів є горизонтально-спрямоване буріння та статичний прокол. Оскільки основна маса переходів в місті це короткі переходи по 10-25 м в умовах щільної забудови то використання класичного методу горизонтально-спрямованого буріння стає економічно та фізично недоцільним. На перше місце виходить спосіб статичного або динамічного проколювання. Основною проблемою при цьому є низка вологість ґрунтів, що розташовані під перешкодами та значна їх щільність. Це накладає суттєві обмеження на використання методу оскільки сухі переущільнені ґрунти погано стискаються та мають великий коефіцієнт тертя по поверхні робочого органу і в середині ґрунту, що в свою чергу приводить до суттєвого збільшення сили проколювання та збільшує вплив на сусідні комунікації.

Проведений аналіз досліджень дає можливість вибрати напрямок - зниження робочих зусиль за рахунок штучного збільшення вологості ґрунту. В роботі проводиться теоретичне дослідження можливості штучного збільшення вологості ґрунту в зоні проколювання за рахунок закачування в піонерну порожнину, що отримана на першому етапі проколювання, бурового розчину бентонітових глин або полімерних розчинів, що дасть змогу розмочити стінки пілотної свердловини, знизити коефіцієнт тертя шланг об стінки, знизити робочі зусилля, та збільшити діапазон розширення (поступового збільшення розмірів порожнини) до необхідного розміру.

Слід відмітити, що надмірне зволоження призведе до утворення болота або пульпи, що буде витіснена з отвору, та може вплинути на стійкість дорожнього покриття.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТУ НА СУСІДНІ КОМУНІКАЦІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФОРМИ РОБОЧОГО ОРГАНУ Плітка Є. І. керівник старш. викл. Посмітюха О. П. **Український державний університет науки і технологій**

Велика насиченість міста комунікаціями примусила останні заховати під поверхню ґрунту. Такий стан прибрав їх з поверхні та піддав впливу шкідливих факторів: вологи ба силових впливів від сусідніх комунікацій та від робочих органів

машин, що ремонтують старі або споруджують нові лінії. Щільний ґрунт, низька волога невеликі відстані між «сусідами» створюють значні навантаження. Проектування нових ліній має суттєву складність – відсутність вільного місця, що веде до ускладнення траєкторії лінії, що будується та збільшує вартість за рахунок збільшення довжини переходу. Зміна форми отвору та можливість перенаправлення зони деформації та впливу на сусідні комунікації за рахунок нової форми робочого органу дає можливість економити підземний простір, і за рахунок цього собівартість виконання робіт, що в свою чергу дає можливість підприємствам інвестувати в нові наукові дослідження.

В роботі створено аналітичні залежності для визначення зони впливу тиску ґрунту на підземні комунікації, зміни напрямку дії вектору сили в залежності від форми та габаритів робочих органів, визначається вплив форми, часу та швидкості проходження а також вплив відпочинку на робочі зусилля та тиск. Прораховано комбінацію використання різних форм робочих органів на робочі зусилля та тиск на комунікації.

РОЗРОБКА НАЧІПНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ З ГНУЧКИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

**Подосінов В. О. керівник старш. викл. Посмітюха О. П.
Український державний університет науки і технологій**

В умовах неконтрольованого використання мінних загороджень московськими загарбниками дуже гостро стоїть питання розмінування звільнених територій України. Щільне мінування, багат шарове мінування, використання мін пасток сильно ускладнює і уповільнює роботу сапера. Використання традиційних мінних тралів не дає цілковитої гарантії якісного розмінування через особливості деяких підричників, що спрацьовують лише після декількох натискань, або після натискань через певний період. Отже найбільш якісним на наш погляд є механічне знищення міни – її викопування, розбирання, розбивання. Проведений аналіз машин показує наявність світових аналогів які розмінують за рахунок розбивання міни вантажами, що підвішені на ланцюгах та за рахунок обертання отримують значну кінетичну енергію, яка перетворюється в потенціальну при зустрічі з землею та створює тиск на поверхню в декілька тонн, що бає можливість заставити спрацювати підричника або руйнує міну на елементи, що не призведуть до суттєвої детонації.

В роботи буде спроектований змінний робочий орган, що матиме можливість встановлення на бульдозерну техніку, яка стоїть на озброєнні Держспецтрансслужби, матиме гідравлічний привід робочих органів, від додатково встановленого гідронасоса з дистанційним керуванням. Окремо бульдозер буде обладнано додатковим захистом та системою дистанційного керування, що додатково збільшує безпеку виконання робіт. Додатково збільшений і підсилений відвал в разі вибуху спрямує вибухову хвилю в протилежну від трактора сторону, а гнучкі ланцюги матимуть мінімальну можливість руйнування.

РОЗРОБКА НАЧІПНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ З ЖОРСТКИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

**Грищенко А. С. керівник старш. викл. Посмітюха О. П.
Український державний університет науки і технологій**

Основним наслідком військової агресії російської федерації є велика територія нашої країни, яка виявилася забрудненою різними вибуховими предметами. Ці предмети мають різну ступінь небезпеки та різну глибину залягання: від протипіхотних пелюсток, що неконтрольовано розкидані по поверхні, до глибоко розташованих та

гарно замаскованих з використанням пасток фугасів. Все це, а також незавершені бойові дії ускладнюють процес розмінування. Проведений аналіз військових виставок та досвіду минулих воєн передбачають приблизний час розмінування територій в межах 75-150 років, що є не зовсім радісною перспективою. Тому особливу увагу приділили машинам та механізмам для дистанційного розмінування територій. На основі аналізу проектуємо робоче обладнання для роботи з технікою Держспецтрансслужби, а саме бульдозерів, автогрейдерів та фронтальних навантажувачів, що матиме роторний робочий орган з міцними ножами-розпушувачами та твердосплавним наконечником для руйнування або перемелювання ґрунтового масиву. При зустрічі робочого органу з вибуховими предметами вони детонують, вибухова хвиля направляє в сторону протилежну машині, а уламки затримуються броньованим відвалом. У випадку поломки ножа розпушувача його замінюють на новий, а решта деталей, що виходять з ладу, ремонтуються або замінюють на нові. Машина обладнана автопілотом і системою паралельного водіння що дає можливість зменшити ризик пропустити територію без розмінування. Використання гідроприводу дає можливість дистанційного керування.

ПОВЕДІНКА РІДКОЇ СТАЛІ ПРИ РОЗЛИВАННІ НА МБЛЗ

**Мозолевський Д. Д., керівник проф. Білодіденко С. В.
Український державний університет науки і технологій**

Для дослідження поведінки рідкої сталі під час розливання на МБЛЗ було використано ряд сучасних методів, які дозволяють отримати високоякісні дані та вивчити ключові аспекти процесу. Один із основних методів - термічний аналіз, включаючи диференційний термічний аналіз (ДТА) та диференційна скануюча калориметрія (ДСК). Ці методи дозволяють вимірювати зміни температури та теплового потоку під час плавлення та охолодження сталі, що допомагає розуміти термічні аспекти процесу.

Для проведення експериментів було використано спеціалізоване обладнання та інструменти, які забезпечують точність та надійність досліджень. Основними інструментами були термічний аналізатор, вакуумний плавильний печ, електронний мікроскоп, термопари та датчики температури. Всі ці пристрої дозволили збирати дані про температурні зміни, теплові потоки та мікроструктуру сталі під час розливання.

Для досліджень були використані зразки рідкої сталі, які були відібрані з виробничого процесу МБЛЗ. Зразки були піддані спеціальній підготовці, включаючи обрізку та полірування для отримання високоякісних поверхонь для аналізу мікроструктури. Важливою частиною підготовки була також установка датчиків температури та теплопередачі на зразках для точного вимірювання термічних параметрів.

Ці методи дозволили отримати об'єктивні дані та провести детальний аналіз процесу.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЧАСУ СПРАЦЬОВУВАННЯ ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКІВ У ГІДРОСИСТЕМІ МЕХАНІЗМУ ЗАТИСКАННЯ ШТАБИ ДВОКОНУСНОГО РОЗМОТУВАЧА РУЛОНІВ ТЕЗА 159-529

**Кобильський Д. С., керівник доц. Мазур І. А.
Український державний університет науки і технологій**

Дана робота присвячена дослідженню динамічних навантажень, що виникають у гідравлічній системі затискного механізму двоконусного розмотувача ТЕЗА 159-529.

Гідравлічна система затискного механізму двоконусної розмотувальної машини використовує електрогідравлічний керований трипозиційний золотниковий гідравлічний розподільник. Час його дії становить 0,32 с, і на практиці не потрібно регулювання. Компоновку гідравлічної системи двоконусного розмотувача рулонів розроблено з конструктивних і технічних причин без урахування впливу довжини труби на динамічні технологічні властивості гідравлічної системи. Досвід експлуатації двоконусних розмотувачів показує, що одним з їх недоліків є незадовільна робота гідросистеми затискної тяги, де спостерігається збільшення динамічних навантажень.

Враховуючи хвильові властивості протяжних гідравлічних трубопроводів, запропоновано математичну модель для дослідження динамічного процесу гідросистеми затискання штаби. У процесі реалізації математичної моделі в програмному середовищі Simulink MATLAB досліджено умови роботи гідравлічної системи затискного механізму. Результати показують, що в гідравлічній системі механізму затискання рулону виникають динамічні навантаження в кінці зворотного ходу. При цьому коефіцієнт динамічності гідросистеми становить $8,6/6,3=1,36$, що значно перевищує гранично допустиме значення.

За результатами теоретичних досліджень режиму роботи механізму затискання рулону у двоконусному розмотувачі переміщення візка та гідросистеми затиску мотвила на робочому та зворотному ході двоконусного розмотувача при робочому та зворотному ході рекомендовано здійснити наступні заходи щодо вдосконалення гідравлічної системи.

Для цього пропонується застосувати сучасні гідророзподільники з часом спрацьовування 0,16 сек замість часу спрацьовування 0,32 сек, та змінити порядок спрацьовування нових гідророзподільників наступним чином: на початку робочого і зворотного ходу гідроциліндра починає відкривається 1 гідророзподільник а 2 гідророзподільник починає відкриватися через 0,10 сек після початку відкриття 1 гідророзподільника; на при кінці робочого і зворотного ходу 1 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні поршня на 0,330 м, а 2 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні поршня на 0,350 м.

Це дозволяє суттєво знизити динамічні навантаження у гідросистемі механізму затискання штаби за рахунок зниження швидкості переміщення гідроциліндрів на при кінці зворотного ходу каретки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРОМЕХАНІЧНІЙ СИСТЕМІ ПРЕСУ КОЛЕСОПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА З РІЗНИМ ЧАСОМ СПРАЦЬОВУВАННЯ КЕРУЮЧОЇ ГІДРОПАРАТУРИ

Карлов А. І., керівник доц. Мазур І. А.

Український державний університет науки і технологій

Виконано аналіз недоліків існуючої конструкції гідромеханічної системи важкого гідравлічного пресу зусиллям 20МН, у результаті чого встановлено що основним недоліком є застаріла система ручного керування пресом. Гідравлічний прес потужністю 20 МН був розроблений зі складною розгалуженою гідромеханічною системою та керувався вручну за допомогою застарілої системи розподільного вала. Особливість конструкції важкого гідравлічного пресу зусиллям 20МН, обумовлена наявністю рухомої траверси, котра потребує чіткого узгодження руху, визначення параметрів елементів керування, що забезпечать без ударний рух виконавчого органу. Компоновку гідромеханічної системи преса розроблено з конструктивно-технічних міркувань без урахування впливу довжини труби на динамічні властивості гідросистеми.

З урахуванням хвильових характеристик довгих гідравлічних трубопроводів запропоновано математичну модель для дослідження динамічних процесів у гідромеханічній системі пресу зусиллям 20 МН.

У результаті дослідження режимів роботи існуючої конструкції показано, що у гідромеханічній системі пресу зусиллям 20 МН виникають динамічні навантаження на при кінці холостого та зворотного ходу. У результаті дослідження пресу зусиллям 20 МН було показано, що найбільш доцільним є варіант встановлення у існуючій гідромеханічній системі нових сидельних запірних гідроклапанів з пневматичним приводом. Це дозволить автоматизувати систему керування пресом, та відповідно уникнути небезпечних динамічних навантажень у гідромеханічній системі на при кінці холостого та зворотного ходів траверси пресу.

В ході реалізації математичної моделі на ПЕОМ були отримані результати дослідження динамічних процесів в гідромеханічній системі гідравлічного пресу зусиллям 20 МН в залежності від часу спрацьовування керуючих клапанів. У ході аналізу отриманих результатів дослідження було встановлено, що найбільш доцільним є наступний порядок спрацьовування керуючих гідроклапанів: напірні клапани повинні відкриватися за 0,20 сек та закриватися за 0,20 сек; зливні клапани повинні відкриватися за 0,25 сек та закриватися за 0,15 сек.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРОМЕХАНІЧНІЙ СИСТЕМІ ТРУБОПРОШИВНОГО ПРЕСУ У ПЕРІОД РОЗГОНУ ТА ГАЛЬМУВАННЯ ПРОШИВНОЇ ТРАВЕРСИ

Гусєв Б. С., керівник доц. Мазур І. А.

Український державний університет науки і технологій

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. Компоновка 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 гідромеханічній системі прошивного пресу з урахуванням хвильових властивостей довгих гідромагістралей. У результаті дослідження режимів роботи існуючої конструкції гідромеханічної системи прошивного пресу показано, що у період розгону та гальмування прошивної траверси преса виникають динамічні навантаження. У результаті дослідження періоду розгону прошивної траверси пресу було показано, що найбільш доцільним є варіант окремого включення керуючих клапанів. Причому клапан КН6-1 повинен відкриватися через 0,04 с після початку відкриття клапану КН5-1. При такому порядку включення клапанів динамічні навантаження у гідросистемі мінімальні. У результаті дослідження періоду гальмування прошивної траверси пресу було показано, що найбільш раціональним режимом гальмування траверси є зазор між траверсами у 75 мм, що відповідає початку закриття клапану КН6-1 через 0,19 с після початку гальмування конічним хвостовиком довжиною у 175 мм. При цих параметрах гальмування траверси динамічні навантаження у гідросистемі мінімальні. Показано, що при таких параметрах розгону та гальмування прошивної траверси пресу цикл роботи знижується з 4,29 сек до 3,81 сек, а динамічні навантаження мінімальні. Це, у свою чергу, дозволяє підвищити продуктивність прошивного пресу за рахунок скорочення часу роботи пресу на 0,48 сек.

ВАЛКОВА УСТАНОВКА З ЗАПОБІЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ СТАНУ ХПТ – 55

**Євсеєнко В. В., керівник доц. Толстіков Г. І.
Український державний університет науки і технологій**

В даний час робочі кліті станів холодної прокатки труб (ХПТ) оснащуються запобіжними пристроями, використання яких значною мірою сприяє збереженню деталей робочої кліті і головного приводу стана від поломок.

Проте ці пристрої мають істотні недоліки, внаслідок яких, виникає необхідність розробки нових конструктивних вирішень запобіжних пристроїв і вибору місця їх установки з метою підвищення жорсткості робочої кліті, скорочення часу заміни елементів, що зрізаються. Вказаний підхід є одним з шляхів підвищення надійності і довговічності станів ХПТ.

Запропонована конструкція запобіжного пристрою стану ХПТ, встановленого в лінії приводу валків, який захищає деталі кліті від можливих перевантажень і поломок і дозволяє підвищити жорсткість робочої кліті в 2,5 рази, зменшити час на заміну запобіжних елементів в 8 раз (час на заміну пальця існуючого запобіжного пристрою, що зрізається, складає близько 40 хвилин, а час на заміну пальця даного запобіжного пристрою, що зрізається, складає близько 5 хвилин) без додаткового налаштування стану, все це сприяє підвищенню його продуктивності.

ПРОЄКТУВАННЯ НАСОСУ ОКИСЛЮВАЧА ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТУ РІДИННОГО РАКЕТНОГО ДВИГУНА

**Станкович Д. Г., керівник проф. Кабат О. С.
Український державний хіміко-технологічний університет**

Розвиток ракет-носіїв та технологій, пов'язаних з їх двигунами, залишається актуальним та важливим завданням у сучасній аерокосмічній індустрії. Одним із ключових аспектів цього розвитку є удосконалення систем перекачування палива в камеру згоряння ракетних двигунів. Використання насосів для цієї мети є одним з найбільш ефективних підходів, дослідження якого має високу актуальність[1,2].

У сучасному машинобудуванні найбільше розповсюдження отримали наступні насоси: поршневі, відцентрові, шестерінчасті, пластичасті, відцентрово-шнекові тощо.

Поршневі насоси мають високу ефективність і можуть забезпечувати стабільний тиск та витрату палива. Однак вони мають обмеження за швидкістю дії і можуть бути важкими та громіздкими.

Відцентрові насоси більш компактні і легкі в порівнянні з поршневими насосами. Вони забезпечують високу продуктивність і можуть працювати за високих оборотів. Однак вони можуть мати проблеми із забезпеченням стабільного тиску при низьких обертах.

Шестеренні насоси компактні та можуть працювати з високою продуктивністю. Однак вони вимагають складнішої конструкції та управління, що може збільшує складність системи.

Пластинчасті насоси мають хорошу продуктивність і компактні розміри. Вони можуть працювати з різними видами палива. Однак, як і відцентрові насоси, вони можуть мати проблеми із забезпеченням стабільного тиску при низьких обертах.

Шнеко-відцентрові насоси поєднують у собі переваги відцентрових і шнекових насосів. Вони здатні забезпечувати високу продуктивність та стабільний тиск за різних режимів роботи. Це робить їх чудовим вибором для ракетних двигунів тому в якості

прототипу обираєм шнеко-відцентровий насос турбонасосного агрегату (ТНА) РРД107[3].

В роботі за допомогою системи автоматизованого проектування SolidWorks проведено проектування конструкційних елементів шнеко-відцентрового насосу та дані рекомендації щодо його використання у складі ТНА рідинного ракетного двигуна .

Список використаної літератури:

1. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки» / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др.; Под общ. Ред Г. Г. Гахун. – М. : Машиностроение, 1989. – 424 с.
2. Солнцев В. Л., Радугин И. С., Задеба В. А. Основные требования к маршевым двигателям перспективных ракет-носителей сверхтяжелого класса с жидкостными ракетными двигателями//Космическая техника и технологии. 2015. № 2 (9). С. 25–38.
3. Высокооборотные лопаточные насосы. Под ред. д-ра техн. наук Б.В. Овсянникова и ред. д-ра техн. наук В.Ф. Чебаевского. М., «Машиностроение», 1975, стр.13, рис. 5. - прототип]

Наукове видання

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2023”
27 жовтня 2023 року**

ЗБІРНИК ТЕЗ

Том II

Відповідальний редактор Л. З. Мартинова
Комп'ютерна верстка Л. З. Мартинова
Дизайн обкладинки Л. З. Мартинова

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