

Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна
машинобудівна
академія



Донецький
фізико-технічний
інститут
ім. А. А. Галкіна
НАН України

ПАТ
«Новокраматорський
машинобудівний
завод»



Інститут економіки
промисловості
НАН України»

Громадська спілка «ІТ кластер
Донеччини» (IT Cluster Donbass)

ТОВ «Інформаційні
технології САПР»



за підтримкою
концерну
Siemens AG

SIEMENS

ЦЕНТР **САПР**

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

МАТЕРІАЛИ
ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції

(17–19 квітня 2025 року)

Краматорськ – Тернопіль
ДДМА
2025

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Донецький фізико-технічний інститут ім. О. О. Галкіна НАН України (м. Київ)
Інститут економіки промисловості НАН України (м. Київ)
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
Громадська спілка «ІТ кластер Донеччини» (IT Cluster Donbass)
Micas Simulations Limited
ТОВ «Інформаційні технології САПР»**

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,
ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД**

**МАТЕРІАЛИ
ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції**

(17–29 квітня 2025 року)

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

**Краматорськ – Тернопіль
ДДМА
2025**

Рекомендовано до друку вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії
(протокол №10 від 29.05.2025).

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова комітету:

Тарасов О. Ф. д-р техн. наук, проф., зав. каф. КІТ ДДМА

Члени програмного комітету:

Ковальов В. Д. д-р техн. наук, проф., ректор ДДМА

Амоша О. І. академік НАН України, почесний директор ІЕП НАН

Бейгельзімер Я. Ю. д-р техн. наук, проф., головний науковий співробітник
ДонФТІ ім. О. О. Галкіна НАН України

Білошенко В. О. д-р техн. наук, проф., зав. відділом ДонФТІ ім. О. О. Галкіна НАН

Борисенко О. І. канд. фіз.-мат. наук, Генеральний директор ТзОВ«НВП « Центр САПР»

Вінників М. О. директор ТОВ АРВІ (м. Київ), Chief Operating Officer ARVI VR INC. (Wilmington, DE, USA)

Вовна О. В. д-р техн. наук, проф., проф. кафедри комп'ютерних систем та мереж НАУ, академік
Академії Метрології України

Грибков Е. П. д-р техн. наук, проф., кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
«Метінвест Політехніка»

Грушко О. В. д-р техн. наук, проф. каф. опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, дир.
Інституту магістратури, аспірантури та докторантури ВНТУ

Єлецьких С. Я. д-р екон. наук, проф., завідувача кафедрою фінансів, банківської справи та
підприємництва ДДМА

Мельников О. Ю. канд. техн. наук, в. о. зав. кафедри ІСПР ДДМА

Залознова Ю. С. член-кор. НАН України, директор ІЕП НАН України

Клименко Г. П. д-р техн. наук, проф., проф. каф. АВП ДДМА

Кондратюк С. І. генеральний директор компанії «Кварт-Софт» (м. Краматорськ)

Левикін В. М. д-р техн. наук, проф., зав. каф. інформаційних управляючих систем ХНУРЕ

Марков О. Є. д-р техн. наук, проф., зав. кафедрою АВП ДДМА

Мірошниченко О. В. Заступник головного інженера по автоматизованим системам управління
ПАТ «НКМЗ» (м. Краматорськ)

Подлесний С. В. канд. техн. наук, доц. каф. технічної механіки ДДМА

Сагайда П. І. д-р техн. наук, доц., проф. кафедри цифрових технологій та проектно-аналітичних
рішень «Метінвест Політехніка»

Шермет О. І. д-р техн. наук, доц., завідуючий кафедрою ЕСА ДДМА

Члени організаційного комітету:

Міхеєнко Д. Ю. канд. техн. наук, ст. викл. каф. КІТ ДДМА

Гетьман І. А. канд. техн. наук, доц. каф. КІТ ДДМА

Турлакова С. С. д-р техн. наук, доц., ст. наук. співроб. відділу фінансово-економічних проблем
використання виробничого потенціалу ІЕП НАН України

Коваленко А. К. асист. каф. КІТ ДДМА

*Відповідальність за достовірність інформації, поданої в збірнику, несуть автори.
Матеріали публікуються за авторським редагуванням.*

Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та
електропривод : матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної
конференції, 17–19 квітня 2025 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. –
Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2025. – 297 с.
ISBN 978-617-7893-00-3

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми створення
та використання інформаційних технологій, автоматизації та електропривод у різних
предметних областях, зокрема у машинобудуванні, бізнесі та медицині.

УДК 004+681.5+61+62-83-52

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ОБЛАСТЯХ, ЗОКРЕМА У МАШИНОБУДУВАННІ, ЕКОНОМІЦІ	10
<i>Бабаши А. В., Новгородський О. О.</i> Розробка програмного комплексу для обліку та оповіщення внутрішньо переміщених осіб про надання гуманітарної допомоги з використанням середовища Embarcadero Delphi Community Edition	10
<i>Держевецька М. А.</i> Вплив диджиталізації на трансформацію сучасного суспільства	13
<i>Крук О. М., Борисова С. Є</i> Вплив штучного інтелекту на кредитний скоринг у банківському бізнесі	16
<i>Ярмак Б. М., Міхєєнко Д. Ю.</i> Проєкт програмного комплексу для аналізу продуктивності персонального комп'ютера	19
<i>Стрілецький К. О., Коваленко А. К.</i> Вплив штучного інтелекту на ринок праці ІТ сфери	21
<i>Стрілецький О. О., Коваленко А. К.</i> Сумісність баз даних LibreOffice Base та середовища розробки Visual Studio на мові C#	25
<i>Чепурко К. А., Гетьман І. А.</i> Цифровізація кадрових процесів на підприємстві водопостачання	28
<i>Льченко Д. Є., Малигіна С. В.</i> Використання браузерних інструментів для аналізу продуктивності веб -сайтів та впровадження PWA	31
<i>Кузьмін Р. С., Малигіна С. В.</i> Перспективи розробки модульного медіа програвача з використанням PYTHON	33
<i>Махтієв А. В., Міхєєнко Д. Ю.</i> Проєкт програмного комплексу з реалізації покрокової бойової гри з елементами настільної RPG	35
<i>Балашова О. В.</i> Використання інформаційних систем суб'єктами малого підприємництва України	37
<i>Романенко А. Р., Стукалова Ю. А.</i> Розробка програмного комплексу для відстеження та контролю звичок користувачів	40
<i>Костюченко Є. Є., Коваленко А. К.</i> Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної покроково-рольової гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як React, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення унікального ігрового досвід	42
<i>Козюлін І. С., Гетьман І. А.</i> Проєкт програмного комплексу для конфігурації комп'ютерної системи	45
<i>Солод К. А., Гетьман І. А.</i> Розробка гри-головоломки для покращення когнітивних навичок	47

Бондаренко П. О., Гетьман І. А. Розробка програмного комплексу для квіткового магазину з функцією конфігурації букетів	51
Буш М. О., Коваленко А. К. Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної Action-Adventure гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як React, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення динамічного ігрового процесу та розширення можливостей користувачів	54
Танасюк Д. О., Разживін О. В. MedImageInsights: сучасний підхід до аналізу медичних зображень	56
Сіробаба В. А., Богданова Л. М. Автоматизація робочого місця менеджера магазину з продажу матраців	59
Нечволода Л. В., Крикуненко К. М., Єнєнков М. Р. Розробка мобільного додатку для нормалізації ваги людини	61
Вітрик М. А., Коваленко А. К. Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної Tap-To-Earn гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як Nuxt, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення унікального ігрового досвіду	63
Самулінас С. Ю. Особливості управління якістю web-проектів	65
Єлецких С. Я., Волобуєва П. М. Розвиток інформаційних технологій банківської установи	70
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ, МЕТОДИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ СТРУКТУРНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ	73
Vukovskyi O., Vysloukh S. Information processing in the automated monitoring system for interblock electrical connection parameters	73
Малиновський М. І., Міхєєнко Д. Ю. Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій рендерингу вебдодатків із врахуванням типу та об'єму інформації на сторінках.....	76
Тогобицька Д. М., Поворотня І. Р., Піптюк В. П., Греков С. В., Кукса О. В. Моделювання властивостей хромовмісних феросплавів на рівні міжатомної взаємодії	78
Мантула М. В., Суботін О. В., Періг О. В. Удосконалення корпоративної мережі підприємства з метою підвищення ефективності роботи	81
Белькова А. І., Тогобицька Д. М., Муравйова І. Г., Вишняков В. І., Ходотова Н. Є. Методика оцінки високотемпературних властивостей залізородних матеріалів з урахуванням їх розподілу по перетину доменної печі	84
Курбацька А. С., Гетьман І. А. Дослідження фреймворків для розробки телеграмм ботів, як засобу реалізації системи сховища книг	87

<i>Єлецьких С. Я., Мимоходова А. В., Власова Т. В.</i> Формування інтегральної моделі оцінювання банкрутства підприємства в системі антикризового фінансового управління	90
<i>Никон Ю. Є.</i> Застосування сценарного аналізу у процесах визначення напрямів цифрової трансформації підприємств	93
РОЗДІЛ 3. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ	96
<i>Сердюк Т. В., Разживін О. В.</i> Інтеграція штучного інтелекту з робототехнікою для оптимізації складських процесів	96
<i>Abhari P. B., Tokar V. O.</i> Multi-service corporate campus network design for a manufacturing enterprise using Cisco Packet Trace	99
<i>Зубер Л. О., Задорожня І. М.</i> Шляхи використання можливостей штучного інтелекту для стійкого розвитку енергетичної галузі України	101
<i>Аносов О. В., Богданова Л. М.</i> Аналіз стратегій автоматичного масштабування ресурсів у Kubernetes	104
<i>Меделяєв Д. О., Задорожня І. М.</i> Технологія Smart Grid як запорука відновлення енергетичного потенціалу України	106
<i>Семіошко Є. О., Гетьман І. А.</i> Аналіз впливу змін цін криптовалют на ціни відеокарт Nvidia	109
<i>Приймак М. С., Задорожня І. М.</i> Аспекти впровадження технологій штучного інтелекту в енергетичний сектор в контексті Четвертої промислової революції	113
<i>Дудник О. В., Тарасов О. Ф.</i> Методи та моделі штучного інтелекту для автоматичного виявлення і супроводу об'єктів безпілотними літальними апаратами	116
<i>Бугайов І. М., Суботін О. В.</i> Розробка модулю віддаленого завантаження керуючої програми в пам'ять верстатної лінії з ЧПУ	117
<i>Плуталов Я. А., Нефедченко О. О., Сагайда П. І.</i> Людино-машинна командна робота: сучасний стан та напрямки розвитку	120
РОЗДІЛ 4. НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ СМАРТСПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ	123
<i>Міхєєнко Д. Ю.</i> Роль адитивних технологій у формуванні напрямів смартспеціалізації регіонів з промисловим потенціалом	123
<i>Турлакова С. С.</i> Концептуальні засади модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості	125
<i>Reznikov R.</i> Methodology for Developing and Implementing Digital Strategies for Enterprise Development Under Global Crises	129

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ, ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЦО) ...	132
<i>Ушкаренко О. О.</i> Моделювання процесів системи пуску аварійного дизель-генератора суднової електроенергетичної системи засобами UML	132
<i>Яйчук О.О., Поворотній В. В.</i> Аналіз термонапруженого стану конструкцій методом скінченних елементів.....	135
<i>Кравченко В. І., Міхєєнко Д. Ю., Добряк С. К., Стукалова Ю. А., Хахалєв Д. В.</i> Моделювання інформаційних потоків в системі аматизації проектування косозубих циліндричних зубчатих передач.....	138
<i>Свинаренко Т. І., Гаврікова А. В.</i> Омніканальний маркетинг у сучасному ритейлі	141
РОЗДІЛ 6. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ	144
<i>Гітис В. Б., Пономаренко І. В.</i> Програмний додаток для дослідження ефективності застосування чисельних методів при розв'язанні диференційних рівнянь	144
<i>Kravchenko V. I., Malygina S. V., Vasilieva L. V., Kabatskyi O. V., Stukalova Y.A.</i> Mathematical forecasting of stock exchange share price	146
<i>Оболєнський В. Є., Богданова Л. М.</i> Постановка задачі розробки програмного комплексу для обліку особистого часу та аналізу ефективності дій користувача	150
<i>Стукалова Ю. А., Коляса О. А., Кравченко В. І.</i> Розробка програмного комплексу для налаштування гри Minecraft	151
<i>Жаріков Д. С., Гетьман І. А.</i> Інформаційна система для автоматизації управління технічним обслуговуванням медичного автотранспорту	154
<i>Фазулов Д. О.</i> Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій розробки онлайн перекладача у месенджері з використанням DeepL API.....	158
<i>Трухачов А. А., Кравченко В. І.</i> Формування сценарію дій чат-боту для автоматизації роботи комп'ютерного магазину	161
<i>Шалє А. Р., Гетьман І. А.</i> Формування вимог до програмного комплексу для автоматизації робочого місця менеджера магазину, який займається продажами книжок та канцтоварів	164
РОЗДІЛ 7. ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ CAD/CAE/CAM/PDM/CALS – СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЦЕСІВ	

ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	167
<i>Кунов О. А., Аносов В. Л.</i> Розробка прикладного програмного забезпечення з проектування технічних виробів засобами C# у взаємодії з SolidWorks API	167
<i>Прідьма І. П., Коваленко А. К.</i> Навчання нейронної мережі TensorFlow на даних моделювання QForm 3D.....	169
<i>Тарасов О. Ф., Васильєва Л. В., Алтухов О. В., Мирошниченко Д. В.</i> Розробка програмного модуля для сумісного використання САЕ-системи та штучної нейронної мережі	171
<i>Голуб Д. М.</i> Розробка програмного комплексу для автоматизованого проектування технології підвищення стійкості штампового інструмента	173
<i>Малигіна С. В., Бережна О. В., Бережний М. О.</i> Розробка кінцевого автомата для автоматизації процесу наплавлення присадкового металу на поверхню зношеної деталі	177
<i>Бабенко М. О., Вірич С. О.</i> Стратегічні можливості проектування процесів обробляння різанням поверхонь обертання при використанні Autodesk Fusion	180
РОЗДІЛ 8. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ	183
<i>Туболов В. О., Коваленко А. К., Тарасов О. Ф.</i> Оптимізація обробки даних для штучного інтелекту за допомогою клітинних автоматів у задачах прогнозування технологічних процесів.....	183
<i>Голяк Д. В., Міхєєнко Д. Ю.</i> Прогнозування поведінки матеріалів під час пластичної деформації за допомогою нейронних мереж.....	186
<i>Алтухов В. О., Богданова Л. М., Алтухов О. В.</i> Застосування глибокого навчання для обробки відеопотоків: класифікація та сегментація об'єктів на Google Coral.....	189
<i>Мельников О. Ю., Пеліх Є. П.</i> Об'єктно-орієнтоване проектування програмного забезпечення для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти за допомогою «Телеграм-бота»	190
<i>Бабаш А. В., Бороденко П. М., Миронова А. О., Сойнікова С. Д., Черемісова Т. В.</i> Дослідження можливостей Teachable machine для створення моделей машинного навчання.....	196
<i>Руденко В. М., Гльїнський М. І.</i> Система обліку енергоспоживання з використанням сенсорних мереж	200

<i>Ларченкова Л. А.</i> Методи та інформаційні технології прогнозування курсів акцій на фондовій біржі	203
<i>Ковригін В. В.</i> Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій для підвищення швидкості читання та засвоєння інформації	209
<i>Карпенко М. О., Гетьман І. А.</i> Автоматизована обробка даних засобами агентних систем	212
<i>Краснолуцький В. І.</i> Порівняльний аналіз моделей машинного навчання для ціноформування залізничних квитків	215
<i>Зубрицький О. О.</i> Визначення класів шкідливого ПЗ на основі статичного аналізу, шляхом кластеризації DBSCAN	217
РОЗДІЛ 9. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	220
<i>Ковалевський С. В.</i> Використання середовища R для статистичного моделювання і контролю якості у технічних системах	220
<i>Сус С. П., Суботін О. В.</i> Контроль технологічних зазорів в тунельних печах при випалюванні керамічних виробів.....	223
<i>Сус С. П., Суботін О. В.</i> Підвищення надійності роботи оптичних датчиків в умовах інтенсивних оптичних перешкод.....	226
<i>Чміль М. С., Богданова Л. М.</i> Прогнозування відмов жорстких дисків сервера	229
РОЗДІЛ 10. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ТОЩО	233
<i>Суботін О. В., Сус С. П., Булава А. С.</i> Модернізація та дослідження системи управління обертової печі сухого способу виробництва цементу	233
<i>Шевченко В. В., Шайда В. П.</i> Пропозиції щодо продовження часу експлуатації турбогенераторів на блоках теплових електростанцій	236
<i>Суботін О. В., Петрухін Я. І., Новіков Д. С.</i> Аналіз оптичних та електромагнітних промислових завод, що ускладнюють роботу засобів автоматизації	239
<i>Булава А. С.</i> Шляхи підвищення ефективності й продуктивності обертових печей	242
РОЗДІЛ 11. РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ	245
<i>Клюєв О. В., Садовой О. В., Сохіна Ю. В.</i> Дослідження взаємного розташування векторів напруги статора і потокозчеплення ротора при пуску асинхронної машини	245
<i>Липський Р. С.</i> Розробка математичної моделі автоматизованої системи регулювання режимами дуття доменної печі	248

<i>Мірошниченко С. А.</i> Дослідження системи керування електроприводу конвеєру завантаження сушильного барабану	251
<i>Чередниченко І. І., Задорожня І. М.</i> Аспекти проєктування автоматизованих систем електроприводів металорізальних верстатів з інтелектуальним керуванням на основі синергетичного підходу	255
<i>Ступак П. П., Задорожня І. М.</i> Алгоритми та методи ефективного керування електроприводами металорізальних верстатів на основі інтелектуалізації процесів з використанням комплексного підходу	259
<i>Горбачов О. С.</i> Етапи діагностики регульованого електроприводу	262
<i>Гриценко С. О.</i> Методи управління та діагностики регульованого електропривода	265
<i>Топор К. О.</i> Підвищення точності обробки на фрезерному верстаті з використанням магністикційного приводу мікропереміщень	268
РОЗДІЛ 12. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ	271
<i>Подлєсний С. В., Єрьомін М. В.</i> Сучасні тенденції підготовки фахівців вищої кваліфікації в галузі інформаційних технологій	271
<i>Podlyesnyy S. V., Ieromin M. V.</i> Integration of Artificial Intelligence into the Educational Process of Training Highly Qualified Computer Science Specialists	274
<i>Жирова Т. О., Котенко Н. О.</i> Інструменти контролю якості коду в освітньому процесі та аспекти Green coding	277
<i>Мельников О. Ю.</i> Розрахунок відповідності тематики переліку тез доповідей конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» галузям знань за допомогою спеціальної програмної системи власної розробки	279
<i>Кабачький О. В.</i> Організація деталювання складального кресленику із використанням комп'ютерної графіки	284
<i>Касьянюк О. С., Самойленко Д. О.</i> Вивчення Wokwi та MQTT в рамках напрямку Internet of Things	285
<i>Касьянюк О. С., Самойленко Д. О.</i> Використання GitHub Actions для навчання студентів основам автоматизованого тестування програмного забезпечення .	288
<i>Касьянюк О. С.</i> Використання Entity Framework Core 9 при навчанні студентів роботі з базами даних для вибіркових дисциплін	292
<i>Міхєєнко Д. Ю., Гетьман І. А.</i> Викладання дисципліни «Системний аналіз» у контексті підготовки фахівців у галузі комп'ютерних наук	295

3. Snihura I.R., Togobitskaya D.N. The role of taking into account the interatomic interaction in predicting the complex of structurally-sensitive properties of steels and alloys for special purpose – *Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії, збірник наукових праць, Вип. № 32, 2018. – С. 361 – 370.*

4. Моделирование физико-химических характеристик комплексных хромовмісних феросплавів / Тогобицька Д.М., Петров А.Ф., Снігура І.Р., Головка Л.А., Греков С.В. // *Праці науково-практичної конференції з міжнародною участю та елементами школи молодих вчених «Перспективи розвитку металургії та машинобудування з використанням завершених фундаментальних досліджень та НДДКР».* – Єкатеринбург: УрО РАН, 2020. – С. 96 - 99.

5. Оптимізація хімічного складу сталі 14X17H2 на основі концепції спрямованого хімічного зв'язку / Д.М. Тогобицька, В.П. Піптюк, І.М. Логозинський, Б.А. Левін, О.С. Козачок, О.В. Кукса, Ю.М. Ліхачов // *Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії, збірник наукових праць, Вип. -2015. – Вип.30. – С.312-323.*

Удосконалення корпоративної мережі підприємства з метою підвищення ефективності роботи

Мантула М. В., Суботін О. В., Періг О. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Один з можливих варіантів оптимізації мережі ґрунтується на застосуванні її функціонально-вартісного аналізу [1]. На підставі попереднього аналізу заданої вихідної топологічної структури мережі складаються співвідношення з урахуванням її особливостей.

Оптимізації потребує корпоративна мережа з середньою віддаленістю вузлів, яка складається з десяти офісів, що розміщені не рівномірно по території регіону та мають у своєму складі власні локальні мережі (рис. 1).

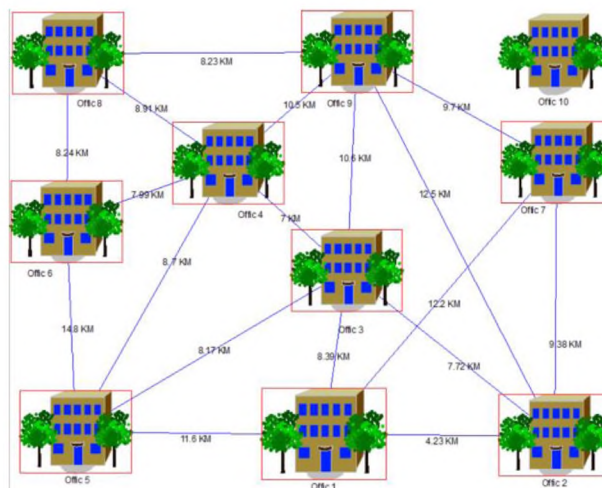


Рисунок 1 – Загальна схема мережі MAN

Витрати на топологію мережі такого класу є рівномірними, а загальний вираз для повних витрат включає витрати на створення мережі та експлуатаційні витрати протягом певного розрахункового часу.

Далі вибирається вихідний варіант топологічної структури мережі, терміналів, каналів зв'язку та обладнання мережевих вузлів, які мають відому вартість, і продовжується ітераційний процес проектування з оцінкою розрахункової вартості мережі заданим повним витратам [2].

Як видно з рис. 1, офіси в базовому варіанті реалізації мають досить багато ліній зв'язків для регіональної мережі, а лінії зв'язку складають не менше 7 км, що впливає на вартість обслуговування ліній, яка досить висока.

Для вирішення даної проблеми, потрібно прибрати найдовші комунікаційні лінії. З цією метою використовується зважений граф, де ваги ребр відображають довжини зв'язків між відповідними вершини. Способом вирішення завдання мінімізації структури є алгоритм Краскала [1]. Відповідно до цього алгоритму за зваженим графом для дев'яти офісів (рис. 2,а) формується список ребер графа, відсортований за вагою (довжиною) в порядку зростання. Потім, використовуючи список, побудуємо мінімальне покриваюче дерево (рис. 2,б), починаючи з найлегшого ребра і додаючи наступні по черзі. Якщо додавання ребра призводить до утворення циклу, то його відкидаємо. Після додавання ребра $n - 1$ (n - кількість вершин графа) процес, завершується.

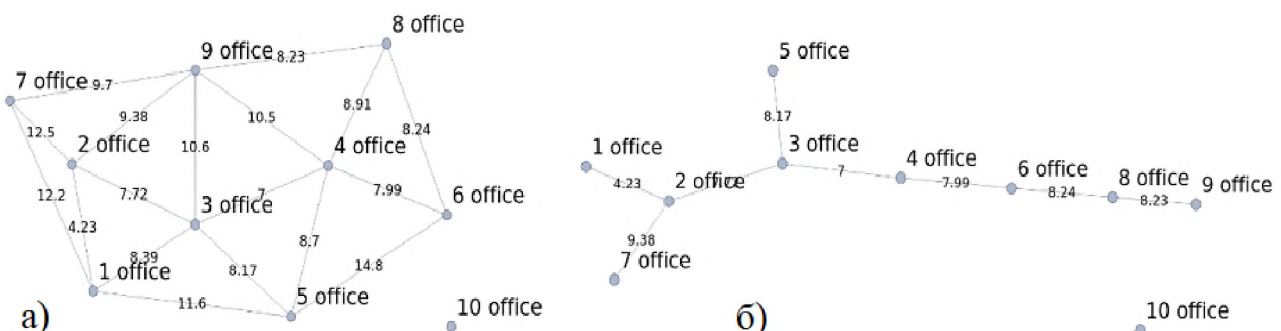


Рисунок 2 – Зважений граф мережі (а) та мінімальне дерево графа (б)

Залишається підключити десятий офіс до загальної мережі. Потрібно

вибрати з якого офісу ближче буде протягнути кабель, базуючись на топології та мапі транспортних зв'язках між містами. Найближче оптоволоконний кабель стандарту 400GBase-ER8 буде провести з дев'ятого офісу (рис. 3). Довжина лінії зв'язку становить 23 км.

Для мінімізації суми шляхів між вузлами центральний вузол мережі робимо в четвертому офісі, а периферійні вузли визначають за принципом «керуючий-підлеглий».



Рисунок 3 – Схема корпоративної мережі на оптоволоконному кабелі

В результаті дослідження отримуємо граф мережі, зображений на рис. 4.

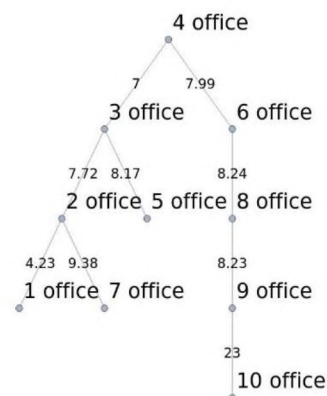


Рисунок 4 – Граф оптимізованої корпоративної мережі

Мета топологічного аналізу досягається розв'язанням задачі про максимальний потік – досягнення максимально можливої ефективності зв'язку.

Література:

1. Суботін О.В. Аналіз, синтез і оптимізація інформаційних мереж: Методичний посібник до самостійної роботи студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 7.092501. Краматорськ: ДДМА, 2005. 84 с. ISBN 966-7851-84-2.
2. Суботін О.В., Пертухін Я.І. Особливості вибору технічних засобів інформаційної мережі. *Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg. 68-71 p. DOI: <https://doi.org/10.70286/isu-05.03.2025>.*

Методика оцінки високотемпературних властивостей залізородних матеріалів з урахуванням їх розподілу по перетину доменної печі

Белькова А. І., Тогобицька Д. М., Муравйова І. Г., Вишняков В. І., Ходотова Н. Є.
Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України

Важливість оперативної оцінки металургійних властивостей залізородної сировини обумовлює необхідність розробки ефективних засобів їх прогнозування в нестабільних умовах доменної плавки.

В Інституті чорної металургії розроблено методику оцінки високотемпературних властивостей залізородних матеріалів та первинних шлакових розплавів, яка дозволяє прогнозувати агрегатні перетворення залізовмісних компонентів шихти у різних зонах доменної печі та параметри пластичної зони, що значною мірою визначає ефективність процесу плавки. Методика включає «Модель розподілу шихти» для визначення розподілу компонентів шихти по радіусу колошника [1] і «Фізико-хімічну модель шихти» для розрахунку високотемпературних властивостей залізовмісних матеріалів (температур початку і кінця розм'якшення, плавлення) і первинних розплавів (змісту FeO і температур краплинної течії) [1].

За допомогою методики виконано аналіз високотемпературних характеристик завантажуваної доменної шихти для заводів України з різними шихтовими та технологічними умовами. З використанням моделі розподілу

нейронних мереж та датчиків у симульованому середовищі Gazebo. Отримані результати дозволили виявити найбільш ефективні параметри конфігурації для розпізнавання та трекінгу об'єктів.

Література

1. Wang Z. *A Review of Autonomous Decision-making by UAVs. International Journal of Mechanical and Electrical Engineering*. 2024. Vol. 4, no. 2. P. 38–44. URL: <https://doi.org/10.62051/ijmee.v4n2.06>(date of access: 12.04.2025).
2. Talib M., Al-Noori A. H. Y., Suad J. *YOLOv8-CAB: Improved YOLOv8 for Real-time object detection. Karbala International Journal of Modern Science*. 2024. Vol. 10, no. 1. URL: <https://doi.org/10.33640/2405-609x.3339>(date of access: 12.04.2025).
3. Wojke N., Bewley A., Paulus D. *Simple online and realtime tracking with a deep association metric. 2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Beijing, 17–20 September 2017*. 2017. URL: <https://doi.org/10.1109/icip.2017.8296962>(date of access: 12.04.2025).

Розробка модулю віддаленого завантаження керуючої програми в пам'ять верстатної лінії з ЧПУ

Бугайов І. М., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

В даний час на різних промислових підприємствах, які ще займаються модернізацією виробничої бази з метою подальшої диджиталізації підприємства, нагальним питанням є інтеграції виробництва у загальну корпоративну систему управління бізнес процесами [1]. В таких випадках проблема підвищення продуктивності наявного верстатного парку з числовим програмним управлінням (ЧПУ) і спрощення робіт технологів-програмістів і верстатників є досить актуальною [2].

Це питання пов'язано з тим, що на таких підприємствах досі значна частина верстатів із ЧПУ завантажується управляючою програмою (УП) вручну або навіть за допомогою застарілої перфострічки. Саме тому виникає питання про збереження УП і надійність їхнього завантаження в пам'ять верстата. Для

цього можливо розробити мікропроцесорний модуль для збереження і завантаження файлів з даними УП [3].

Як правило, розташування інженерних корпусів і механічних цехів, де розташоване верстатне обладнання, досить віддалено. Тому також актуалізується питання про створення або використання корпоративної обчислювальної мережі для швидкої доставки УП у пам'ять верстата з ЧПУ [1,4].

У такий спосіб для рішення даних питань пропонується модернізувати систему завантаження УП у пам'ять верстатної лінії з ЧПУ за допомогою сполучення трьох компонентів: локальної обчислювальної мережі, мікропроцесорного модуля і блоків зв'язку системи ЧПУ верстатів [5]. Це дозволить відмовитися від ручного введення, а іноді й введення за допомогою перфострічки, значно зменшити допоміжний час виготовлення деталей, спростити роботу технологів-програмістів і верстатників, підвищити надійність передачі УП у пам'ять верстатної лінії, збереження УП.

В результаті проведеного аналізу існуючої системи завантаження УП в систему ЧПУ ряду промислових підприємств регіону, був виявлений ряд недоліків. Використання застарілих систем ЧПУ й відповідно способів завантаження УП в пристрій управління збільшує в рази допоміжний час обробки деталей.

Відмова від ручного завантаження УП, де воно досі використовується, один з шляхів підвищення продуктивності і експлуатаційної надійності устаткування з ЧПУ. При цьому підвищується не тільки ефективність виробничого процесу, але і продуктивність праці технологів-програмістів при експериментальній налазці УП, зв'язаній з багатократним записом УП на технічний носій і її введенням на верстаті з ЧПУ. Також виключається необхідність технологу-програмісту брати участь в процесі доставки перфорованого носія УП до пристрою ЧПУ.

Пропонується розробка мікропроцесорного модулю (ММ) віддаленого завантаження УП в пристрій ЧПУ, що забезпечить підприємству певні вигоди на

етапі модернізації системи управління виробництвом без масштабних фінансових витрат. Ці вигоди можуть бути такими:

- виключення використання перфострічки у виробництві;
- підключення ММ до пристрою ЧПУ замість штатних пристроїв введення-виведення інформації з використанням існуючих роз'ємів без доопрацювання системи управління верстатом;
- відсутність будь-яких змін в діях верстатника дозволяє йому проводити ті ж самі операції, що і з перфострічкою (введення всієї УП або тільки її частини; проведення одноразового введення або здійснити циклічне введення, аналогічно введенню перфострічки, склеєної в кільце тощо);
- підвищення більш ніж в 10..20 разів швидкості введення УП у пристрій ЧПУ;
- швидкий пошук необхідних кадрів УП;
- зведення практично до нуля часу доставки УП до пристрою ЧПУ.

Але в процесі модернізації процесу завантаження УП у верстатну лінію, для отримання вище перелічених вигід, необхідно вирішити наступні завдання:

- провести розрахунок і обґрунтувати вибір інтерфейсних вузлів модулю видаленого завантаження УП;
- провести розрахунок і спроектувати джерела живлення для ММ видаленого завантаження УП;
- безпосередньо розробити ММ видаленого завантаження УП й підсистеми візуалізації для нього;
- розробити алгоритмічне і програмне забезпечення для ММ видаленого завантаження УП.

Таким чином, розробка та впровадження на етапі модернізації виробництва розробленого ММ значно скорочується допоміжний час обробки деталей, що зменшує її собівартість, спрощує роботу технологів-програмістів, а також інтегрує нижній рівень виробництва в корпоративну систему управління бізнес процесами підприємства.

Література

1. Суботін О.В., Новіков Д.С. *Особливості створення комплексної інформаційної системи управління підприємством // International scientific conference "MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education": conference proceedings (November 28–29, 2024, Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2024. Vol. 1. Pp. 356 - 360. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-119>.*
2. Молчанов Р.Г. *Шляхи підвищення продуктивності верстатів / Р.Г. Молчанов, О.В. Суботін // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 18–20 квітня 2019р. Краматорськ : ДДМА, 2019. С.89-90. ISBN 978-966-379-891-2.*
3. Новіков Д.С., Суботін О.В. *Програмно-апаратний комплекс для інтелектуального управління електродвигуном // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції (11-17 березня 2024 року). Черкаси, 2024. С. 34-236. (https://conference.ikto.net/pub/akit_2024_11-17march_1.pdf)*
4. Суботін О.В. *Інформаційні технології в металургійному виробництві / О.В. Суботін, А.А. Чернявський // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези сьомої міжнародної науково-технічної конференції. Харків: НТУ "ХПІ", 2020. С.66. ISSN 2524-0293.*
5. Суботін О.В., Степаньянц А.В. *Комп'ютерна система керування краном КМЕЛ 450+100/20 // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 21 - 24 грудня 2020 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. Краматорськ: ДДМА, 2020. С.86. ISBN 978-966-379-959-9.*

Людино-машинна командна робота: сучасний стан та напрямки розвитку

Плуталов Я. А., Нефедченко О. О., Сагайда П. І.
ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Згідно з проаналізованими літературними джерелами [1-3], ключовими концепціями та компонентами людської та artificial intelligence (AI) agentic взаємодії є ті, що стосуються швидкого розвитку штучного інтелекту (ШІ) та його інтеграції в людино-машинні команди. Джерела підкреслюють еволюцію ШІ-агентів від пасивних інструментів до активних співпрацівників у цих командах.

Основними поняттями та компонентами сучасного стану та напрямки розвитку предметної області є наступні.

ШІ-агенти розглядаються як сутності, що сприймають своє оточення та діють раціонально, але сучасні ШІ-агенти еволюціонували до автономних, ітеративних та інтелектуальних членів команди. Вони здатні навчатися, розмірковувати та адаптуватися у складних середовищах. Характеристики агентних ШІ-систем включають планування та виконання багатоетапних

Література

1. Пукач А., Теслюк В. Інформаційна модель аналізу факторів впливу автоматизації підтримки програмних комплексів з використанням середовищ R та Python // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2024. – Вип. 29. – С. 54–64. – DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.29.2024.06>.

2. Ясінський А., Соловей Л. Застосування середовища RStudio при дослідженні задач з математики, фізики та економіки // Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 224–231. – DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.7.2.2024.317729>.

Контроль технологічних зазорів в тунельних печах при випалюванні керамічних виробів

Сус С. П., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Випалювання керамічних виробів, в залежності від їх призначення, відбувається при температурі від 900 °С до 1800 °С. Найчастіше (близько 90 %) випалювання проводять в тунельних печах безперервної дії довжиною 100 м, у яких на вагонетках рухаються етажерки з виробами із середньою швидкістю 2,76 м/год [1].

При випалюванні виникає необхідність контролювати стан технологічного зазору між стінками печі та етажерками, щоб своєчасно уникнути можливої аварії. Для такого контролю пропонується використати оптичний датчик бар'єрного типу, випромінювач і приймач якого розташовані з різних боків печі на одній осі, при цьому носієм інформації буде оптичний сигнал (ОС).

В печі, яка являється оптичним каналом зв'язку (ОКЗ), через високу температуру, значну концентрацію продуктів горіння (CO_2 , CO , O_2) і водяної пари (H_2O), відбувається ослаблення ОС. З одного боку ОКЗ поглинає ОС, що визначає робочий оптичний діапазон, а з іншого – є потужним джерелом оптичних завад, а це накладає обмеження на параметри ОС та способи його обробки.

Метою даної роботи є визначення робочого оптичного діапазону датчика та оптимальних параметрів ОС.

Спектральний коефіцієнт поглинання $\alpha_n(\lambda)$ можна визначити, знаючи інтенсивності ОС $I_0(\lambda)$, $I_l(\lambda)$ відповідно на вході та виході ОКЗ за виразом [2]:

$$\alpha_n(\lambda) = \frac{I_0(\lambda) - I_l(\lambda)}{I_0(\lambda)}. \quad (1)$$

Реальний ОС займає певний частотний діапазон $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$. Якщо припустити, що щільність ОС на інтервалі $\Delta\lambda$ постійна, то отримаємо:

$$\alpha_n = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \{1 - \exp[-\int_{(l)} \alpha_n(\lambda) \rho(l) dl]\} d\lambda, \quad (2)$$

де $\int_{(l)}$ – криволінійний інтеграл, який необхідно обчислювати по шляху

поширення оптичного сигналу;

$\rho(l)$ – густина поглинаючої речовини;

dl – елемент шляху, по якому поширюється оптичний сигнал.

Відомо, що спектральний коефіцієнт поглинання випромінювання частотою \mathcal{G} визначається як сума коефіцієнтів поглинання окремих спектральних ліній [3].

$$\alpha(\mathcal{G}, l) = \sum_i S_i(l) b_i(\mathcal{G}, l), \quad (3)$$

де S_i і b_i - загальна інтенсивність та контур i - тої спектральної лінії.

Згідно з теорією Лоренца спектральний коефіцієнт поглинання для групи перехресних спектральних ліній буде [3]:

$$\alpha(\mathcal{G}, l) = \sum_i \frac{S_i[T(l)]}{\pi} \cdot \frac{\gamma_i[T(l), P(l)]}{(\mathcal{G} - \mathcal{G}_{oi})^2 + \gamma_i^2[T(l), P(l)]}, \quad (4)$$

де $T(l)$ і $P(l)$ – температура та ефективний тиск у точці l ;

γ_i – півширина i – тої спектральної лінії.

Підставляючи (4) в (2), отримаємо вираз для коефіцієнта поглинання ОС у частотному інтервалі $\Delta \mathcal{G} = \mathcal{G}_2 - \mathcal{G}_1$.

$$\alpha_n = \frac{1}{\mathcal{G}_2 - \mathcal{G}_1} \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} \{1 - \exp[-\sum_i \int_{(i)} \rho(i) \frac{S_i[T(l)]}{\pi} \cdot \frac{\gamma_i[T(l), P(l)]}{(\mathcal{G} - \mathcal{G}_{0i})^2 + \mathcal{G}_i^2 [T(l), P(l)]} dl]\} d\mathcal{G}. \quad (5)$$

Як впливає із (5), для визначення коефіцієнта поглинання ОС необхідно мати наступні дані:

- розподіл концентрації, температури і ефективного тиску в зоні контролю;
- положення спектральних ліній, які впливають на поглинання;
- інтенсивність і півширину цих ліній при відповідних температурі і тиску.

Використовуючи рівняння (5) і лінії поглинання H_2O , CO_2 , CO і O_2 [3] встановлено, що найбільш вагомою і широкою є смуга поглинання водяною паром, що займає по довжині хвилі діапазон від 5,5 до 7,5 мкм.

Отримано ряд областей оптичного діапазону, в яких поглинання оптичного сигналу буде мінімальним (від 0,7 до 0,9; від 0,95 до 1,05; від 1,2 до 1,3; від 1,5 до 1,8; від 2,1 до 2,4; від 3,3 до 4,2; від 4,5 до 5,0 мкм). Таким чином мінімальне поглинання ОС буде в діапазоні від 1,2 до 5,0 мкм. В діапазоні від 0,7 до 1,05 мкм існує небезпека потрапити в смугу поглинання CO_2 , CO або O_2 .

В отриманих діапазонах, згідно з теорією Кабанна-Релея [3], молекулярне розсіювання не перевищує 3 %, а основним буде аерозольне ослаблення, частина якого у вигляді розсіяного “вперед” випромінювання потрапить на вхід приймача та спотворить інформацію. Проведені дослідження показали, що при кутовому полі приймача менше 10^0 розсіюванням “вперед” практично можна зневажити.

Результати виконаних досліджень дозволили вибрати параметри ОС. Виходячи з мінімального ослаблення та отримання максимальної відмінності між завадами та інформаційним сигналом, робочим слід вибрати оптичний діапазон від 0,7 до 1,05 мкм. Для ефективного використання енергії сигналу його необхідно формувати у вигляді оптичних імпульсів тривалістю від 1 до 10 мкс

і частотою не менше ніж 500 Гц. Джерелами ОС можуть бути інфрачервоні випромінюючі діоди або напівпровідникові лазерні діоди.

Література

1. Голінко І. М. *Процес випалювання кераміки як об'єкт автоматизації*. – К.: АТЕП, 2008. – 41 с.
2. Сус С. П. *Контроль місцезнаходження нагрітих виробів в термічних установках // Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 35)" – Тернопіль. – 2019. С. 32-33.*
3. Morgan R. Y. *Source-Drive Optimization for Optic-Fiber System Using LED*. – *Electr. Lett.*, 1999, v.12. №25, p.673.

Підвищення надійності роботи оптичних датчиків в умовах інтенсивних оптичних перешкод

Сус С. П., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Оптичні датчики широко застосовують для автоматизації різних процесів [1]. Але при їх використанні в умовах інтенсивних оптичних перешкод (випалювання виробів, гаряча прокатка, тощо) оптичне випромінювання від гарячого об'єкта контролю і від пальників разом з інформаційним оптичним сигналом (ІОС) надходить на фоточутливий елемент приймача, що часто призводить до втрати ІОС.

Для підвищення надійності роботи датчика використано метод синхронного накопичення [2]. Так як ІОС – величина детермінована, то його складові будуть додаватися по напрузі, а складові випадкової перешкоди будуть додаватися по потужності. Шляхом збільшення числа відліків можна значно підвищити відношення сигнал/шум і, відповідно, забезпечити високу стійкість перед перешкодами. Ефект накопичення можна отримати шляхом інтегрування вхідного сигналу за час T_{np} .

Основним завданням синтезу структури приймача ІОС є забезпечення достатньої надійності його роботи. Для прийняття оптимального рішення приймач ІОС повинен протягом часу дії очікуваного сигналу визначити

відношення правдоподібності Λ й порівняти його із граничним значенням Λ_0 [3].

Оскільки при відомих параметрах ІОС випадковий характер адитивної суміші корисного сигналу й перешкоди $S(t)+\xi(t)$ визначається тільки перешкодою $\xi(t)$, а на інтервалі $0 \leq t \leq t_u$ сигнал $S(t) = const = A$ (прямокутний імпульс) і, враховуючи, що після фільтра з імпульсною характеристикою $h_\phi(t)$ буде згортка $[S(t)+\xi(t)] \otimes h_\phi(t)$, отримано співвідношення для визначення Λ [3].

$$\Lambda = \exp \left\{ \frac{A}{\sigma_\xi^2} \cdot \int_0^{t_i} \{ [S(t)+\xi(t)] \otimes h_\phi(t) \} \cdot dt - \frac{A^2}{2 \cdot \sigma_\xi^2} \right\}. \quad (1)$$

Із (1) отримуємо алгоритм роботи приймача, коли обробка інформація відбувається за час тривалості t_i одного ІОС.

$$\int_0^{t_i} \{ [S(t)+\xi(t)] \otimes h_\phi(t) \} dt \leq \frac{\sigma_\xi^2}{A} \cdot \ln \Lambda_0 + \frac{A}{2} = \Pi_x, \quad (2)$$

де Λ_0 - граничне значення Λ ;

Π_x – порогове значення.

Для накопичення ІОС необхідно збільшити час обробки інформації до часу ухвали рішення T_{np} . Тоді алгоритм роботи приймача з накопиченням ІОС буде наступним:

$$\sum_{i=1}^{T_{np}/T_i} \int_{T_i(i-1)}^{T_i T_i(i-1)+t_i} \{ [S(t)+\xi(t)] \otimes h_\phi(t) \} \cdot dt \leq \Pi_x, \quad (3)$$

де T_i — період формування ІОС.

На рисунку 1 представлена структурна схема приймача оптичного датчика, в якому застосовано метод синхронного накопичення ІОС.

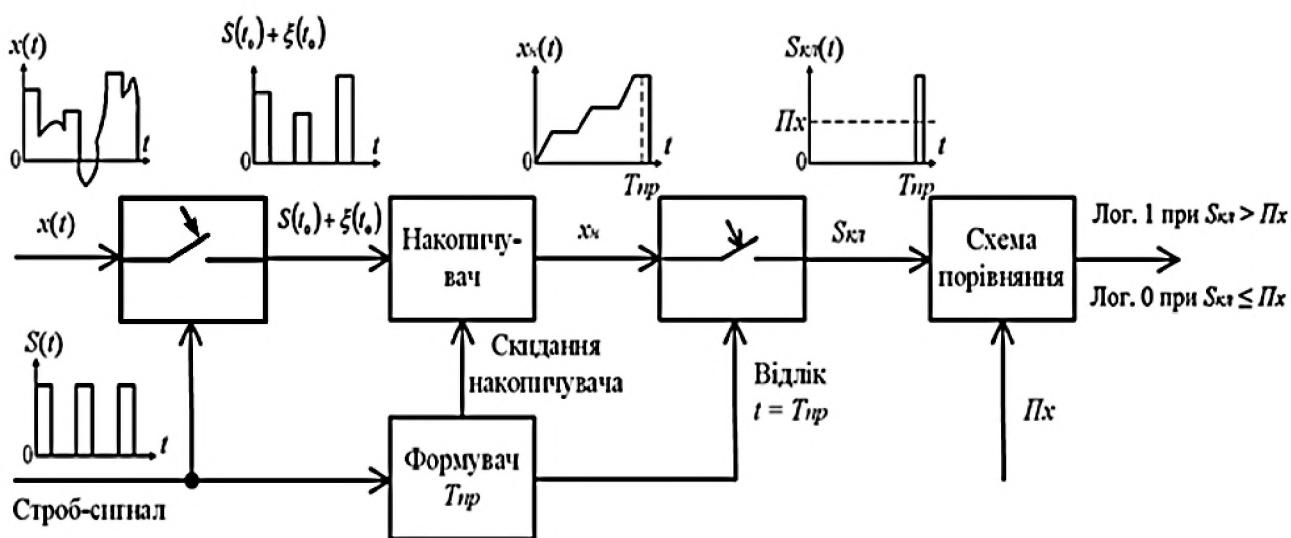


Рисунок 1 – Структурна схема приймача з синхронним накопиченням ІОС

На вхід електронного ключа поступає підсилена суміш сигналу і оптичної перешкоди $x(t)$. По окремому екранованому провіднику (може бути вита пара) від випромінювача подається строб-сигнал $S(t)$, який відкриває електронний ключ на час дії ІОС і запускає формувач часу ухвали рішення $T_{пр}$. В цей час на вхід накопичувача подається суміш сигналу і оптичної перешкоди $S(t_0) + \xi(t_0)$ і відбувається інтегрування цієї суміші протягом часу $T_{пр}$. Отриманий результат x_n в кінці інтервалу $t = T_{пр}$ через ключ в вигляді сигналу $S_{кл}$ подається на схему порівняння з пороговим значенням P_x для прийняття відповідного рішення.

На практиці, величина порогового значення P_x встановлюється експериментально в залежності від умов експлуатації.

За розробленими алгоритмом і структурною схемою виконане моделювання роботи приймача з синхронним накопиченням ІОС. Отримані результати досліджень в вигляді осцилограм наведені на рисунку 2.

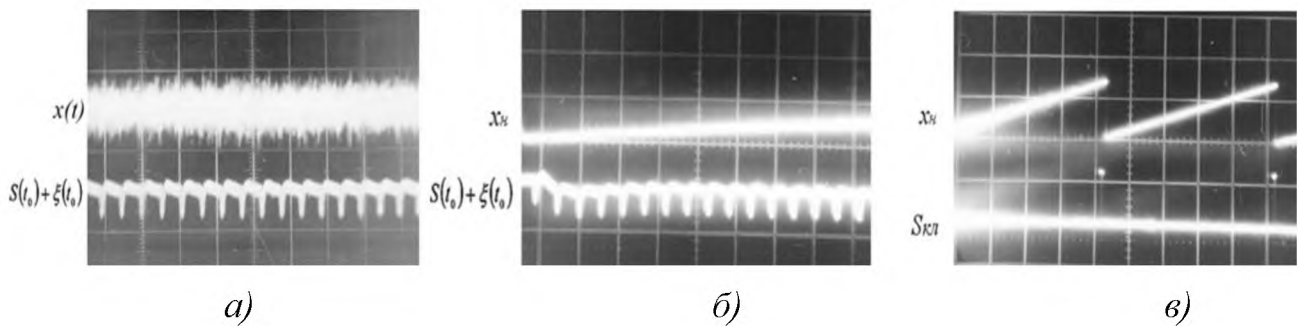


Рисунок 2 – Осцилограми досліджень роботи приймача

Література

1. *Оптоелектроніка. Частина 2. Прилади та пристрої : навч. посіб.* / Э. И. Черняков, Ю. П. Мачехин, М. П. Кухтин, С. М. Кухтин // *М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки.* – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 292 с.
2. *Чесановський І. І. Підвищення завадостійкості обробки сигналів в некогерентних радіолокаційних системах / Чесановський І. І., Іванов А. В., Гурман І. В. // Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка, радіоапаратобудування : збірник наукових праць.* – 2013. – № 54. – С. 68–74. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/7174>.
3. *Сус С. П. Особливості визначення місця розташування гарячого прокату оптичним методом / С. П. Сус, О. В. Суботін // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць.* – Краматорськ: ДДМА, 2019. – № 1 (45). – С. 152-157. ISSN 1993-8322.

Прогнозування відмов жорстких дисків сервера

Чміль М. С., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних серверних середовищах безперебійна робота жорстких дисків (HDD) є ключовою для забезпечення надійності зберігання даних і функціонування інформаційних систем. Вихід HDD з ладу може спричинити суттєві фінансові втрати, затримки в роботі, а також втрату критично важливої інформації. Тому прогнозування залишкового терміну служби жорстких дисків є актуальним завданням, яке потребує розробки нових моделей і методів аналізу [1].

На сьогодні використовуються різні методи, такі як статистичні моделі та більше сучасні методи - алгоритми машинного навчання, зокрема нейронні мережі, та різновид їх поєднання – ансамблеві методи.

Традиційні підходи до прогнозування базуються на аналізі SMART-параметрів. Однак встановлення граничних значень, визначених виробниками,

РОЗДІЛ 10.
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ
НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ТОЩО

Модернізація та дослідження системи управління обертової печі сухого способу виробництва цементу

Суботін О. В., Сус С. П., Булава А. С.
Донбаська державна машинобудівна академія

Розглядається актуальне питання підвищення продуктивності виробництва цементу шляхом модернізації системи управління обертової печі сухого способу виробництва цементу з вбудованими обертовими теплообмінниками.

З'ясовано, що найбільш відповідальною частиною печі з погляду управління є зона спікання. При правильному виборі режиму роботи спікання і подальшому його стабілізації можна понизити витрату тепла на випалення при збереженні заданої якості клінкеру.

Виділені основні параметри, що підлягають регулюванню: надмірність повітря у газах, що відходять та температура в зоні кальцинування. Але трудність керування процесом полягає в тому, що регулюючий вплив для компенсації будь-якого порушення в одній із зон, обов'язково змінює процес на інших ділянках печі. Тому якісний контроль процесу є основою якісного керування [1].

Із загального процесу обрано контур регулювання вологості шламу [2].

Проведено розрахунок та аналіз системи автоматизації процесу нагріву сировини в обертовій печі. Складено модель САР вологості шламу в програмі MatLab Simulink (рис.1) та отримано перехідну характеристику САР процесу мокрого помелу сировини в трубному кульовому млині (рис. 2) [3].

З характеристики видно, що статична помилка більше 4 %, час наростання процесу близько 21 с замість потрібних 15 с.

Для виконання наявних вимог в вихідну схему системи автоматичного регулювання вологості шламу додано ПД-регулятор і встановлено додатковий датчик вологості. Розроблено модель САР вологості шламу в обертовій печі з ПД-регулятором (рис. 3) та отримано результати її роботи (рис. 4).

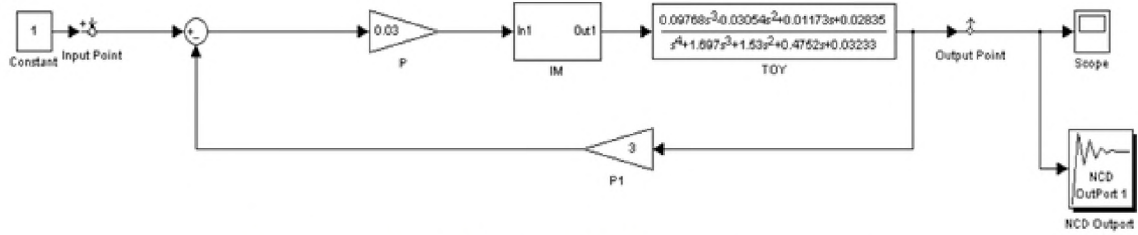


Рисунок 1 – Модель САР вологості шламу

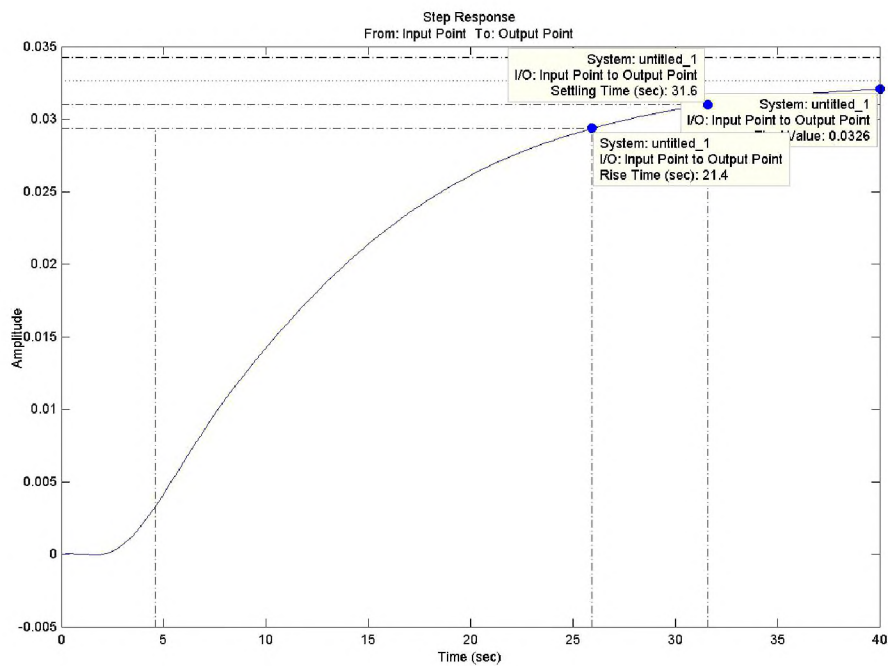


Рисунок 2 - Перехідна характеристика САР

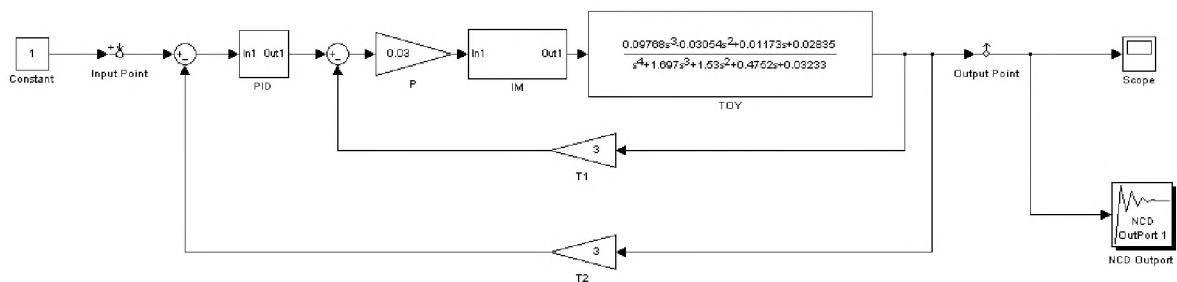


Рисунок 3 – Модель САР вологості шламу з ПІД-регулятором

За допомогою даного регулятора і додаткового датчика вологості, ми забезпечуємо задану статичну помилку, час регулювання і наростання процесу, а також забезпечуємо необхідні запаси стійкості по амплітуді і по фазі.

Отже, за допомогою ПІД-регулятора вдалося привести систему в бажані поведінкові рамки.

Порівнявши отримані дані з наявними вимогами до системи можна зробити висновок, що застосування ПД-регулятора є доцільним.

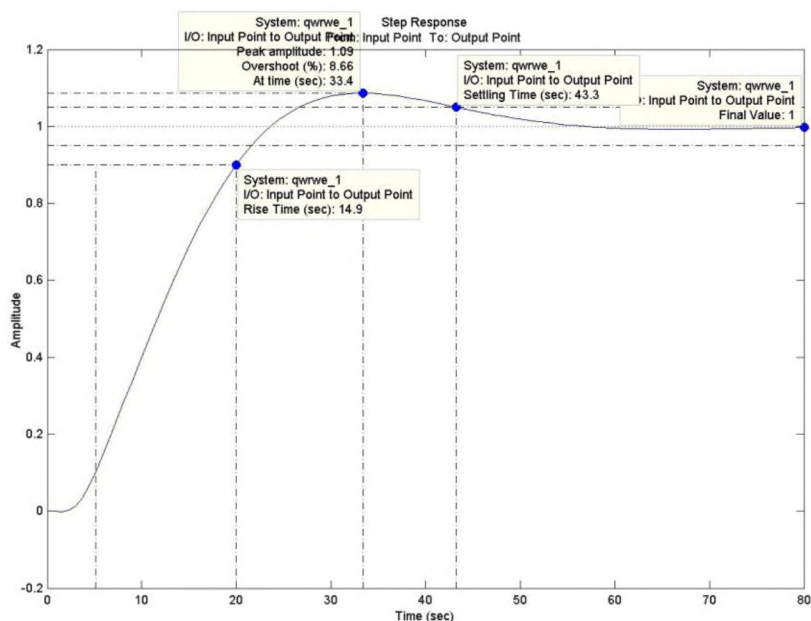


Рисунок 4 – Перехідна характеристика САР з ПД-регулятором

Отже, в роботі надані рекомендації щодо модернізації системи керування для підвищення якості регулювання технологічних параметрів цементного млину. Отримано математичні моделі та проведені дослідження, що дозволяють підтвердити підвищення якості регулювання технологічних параметрів млина для підвищення продуктивності його роботи.

Література

1. Oleksii Razzhivin, Oleg Markov, Oleg Subotin (2022). *Automated Melt Temperature Control System In Induction Furnace // 4th IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine 20 – 22 October, 2022. Pp. 535-538. IEEE Catalog Number: CFP22K83-ART. DOI: 10.1109/MEES58014.2022.10005650.*
2. Незола В.В., Суботін О.В. Зменшення витрат енергоресурсів багатоваріантної градирні шляхом удосконалення системи керування подачею води // *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2024. С.20-22.*
3. Лебідь В.Т. Математичне моделювання електромеханічної системи печі швидкісного нагріву під час монтажу великогабаритних складених валків / В.Т. Лебідь, О.В. Суботін, А.Ф. Залятов // *Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». №1 (31). 2018. С.14-22. DOI: 10.31474/2075-4272-2018-1-31-14-22.*

Аналіз оптичних та електромагнітних промислових завод, що ускладнюють роботу засобів автоматизації

Суботін О. В., Петрухін Я. І., Новіков Д. С.
Донбаська державна машинобудівна академія

Дослідження виробничих оптичних і електромагнітних перешкод доводять, що вони ускладнюють роботу первинних вимірювальних перетворювачів та інформаційно-вимірювальних систем, створених на їх основі [1].

При вдосконаленні та розвитку теоретичної та технічної бази первинних вимірювальних перетворювачів фотоелектричного типу (ФЕВП), що володіють високими технічними та експлуатаційними показниками, істотну роль відіграє дослідження особливостей каналу розповсюдження оптичного сигналу (КРОС), що передає інформацію про наявність та положення об'єктів контролю (заготовок, металу тощо) в екстремальних умовах промислового виробництва [2].

Результати досліджень щодо вдосконалення та створення нових ФЕВП показали, що КРОС у них характеризується сильною різномірністю складових компонентів, які визначають втрати енергії оптичного випромінювання в каналі [3]:

$$P_{ок} = \sum_{i=1}^n P_i + P_{с.р.с},$$

де $\sum_{i=1}^n P_i = P_1 + P_2 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11}$
- втрати у конструктивних елементах джерела випромінювання та ФПУ; P_1 – втрати енергії оптичного випромінювання у зоні генерації; P_2 - втрати, пов'язані з випромінюванням генерованої потужності "назад"; P_3 – втрати у самому випромінювачі; P_4 – втрати через повне внутрішнє відбиття кордону «випромінювач-середовище»; P_5 – френелівські втрати відбиття від того ж кордону; P_6 – втрати, пов'язані з технологічною недосконалістю кордону «випромінювач-середовище»; P_7 – втрати через невідповідність перерізу потоку апертурі лінз; P_8 – втрати в оптиці випромінювача та фото-передавального пристрою (ФПП); P_9 - втрати в результаті відображення на кордоні "середовище-приймач"; P_{10} – втрати через поглинання випромінювання

у самому ФПП; П11 – втрати у активній зоні ФПП; Пс.р.с. – втрати енергії оптичного сигналу в КРОС – середі розповсюдження сигналу.

Виникнення оптичних перешкод, як правило, зумовлено специфічними особливостями виробництва, що базується на вогневому тепловикористанні. Наприклад, металургійне виробництво. Джерелом теплоти, а, отже, і оптичних перешкод корисному сигналу тут є паливо, що спалюється, нагрітий метал, освітлення тощо. Для фотоелектричного вимірювального пристрою всі оптичні перешкоди є зовнішніми. Тому результуюча оптична перешкода (завада) у виробничих умовах є сумою збурень різної природи [4]:

$$\xi_{\text{опт}} = \sum_{i=1}^n \xi_{\text{опт}i} = \xi_{\text{опт.фт}} + \xi_{\text{опт.осв}} + \xi_{\text{опт.о}} + \xi_{\text{ф1}} + \xi_{\text{ф2}},$$

де $\xi_{\text{ф1}}$ – випромінювання (найбільш інтенсивне) палива, що спалюється; $\xi_{\text{опт.о}}$ – випромінювання нагрітих контрольованих об'єктів (металевих заготовок, металопрокату), ці перешкоди перекривають все кутове поле ФПП; $\xi_{\text{опт.осв}}$ – фонове засвічення, викликане цеховим освітленням і є бічною перешкодою, яка розташована поза полем ФЕВП і створює розсіяне чи відбите випромінювання; $\xi_{\text{опт.ф2}}$ – випромінювання, створюване нагрітим футеруванням печей.

Перелічені перешкоди виникають незалежно від сигналу, що передається, і виявляються у відсутності останнього. Оптичний діапазон сумарної оптичної перешкоди визначається температурним режимом об'єктів, що контролюються (факелів, футеровки, металу, ламп розжарювання), випромінювання яких неоднорідне як по співвідношенню газ-повітря, так і по товщині полум'я. Таким чином, на ФПП діє світловий потік, що визначає інтенсивність перешкоди $\xi(t)$:

$$\Phi_{\delta} = \sum_{k=1}^l \int_{m_i}^{m_i + \Delta m} \int_{l_i}^{l_i + \Delta l} \Phi_k(m, l) dm dl.$$

Для оцінки впливу різних видів оптичних перешкод на ФЕВП необхідно знати основні статистичні характеристики їх випромінювання.

До зовнішніх відносяться також електромагнітні перешкоди індустриального та атмосферного походження, енергія яких зосереджена переважно в низькочастотному радіодіапазоні (довгі та середні радіохвилі). Вони

створюються промисловими установками через різкі зміни електричних режимів промислового обладнання, комунікації електродвигунів, роботи електротранспорту, а також через переривання, зумовлене як роботою пускової та регулюючої апаратури, так і низькою надійністю апаратів комутації [5].

Встановлено, що оптична перешкода як випадковий процес стаціонарна та ергодична, а також – це низькочастотна вузькосмугова перешкода.

Зменшити інтенсивність оптичних завад індустриального походження практично неможливо. Збільшення співвідношення сигнал-перешкода підвищенням потужності сигналу економічно недоцільно, так як джерело оптичного випромінювання повинен мати потужність, що не перевищує типову для оптоелектронних пристроїв величину. Широкий частотний спектр імпульсного сигналу може призвести до зниження стійкості до перешкод, що необхідно враховувати при розробці первинного перетворювача.

Отже, боротьба з перешкодами повинна зводитися до наступних основних заходів: зменшення інтенсивності перешкод; збільшення відношення потужності корисного сигналу до потужності перешкод; вибору спеціальної форми або типу сигналів; вдосконалення приймачів випромінювання.

Результати проведених досліджень промислових завад, які виникають в умовах виробництва, мають значення при виборі оптичних випромінювачів й ФПП і навіть при вирішенні проблеми електромагнітної сумісності ФЕВП з наявним електрообладнанням.

Література

1. Суботін О.В. Інформаційне забезпечення систем управління прокатних станів // *International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”*: conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. Vol. 2. Pp. 68 - 71.
2. Суботін О.В. Розробка ряду модульних структур вимірювальних перетворювачів фотоелектричного типу // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. Вип. №42. Краматорськ: ДДМА, 2018. С. 80-86.*
3. Subotin O., Rudenko V., Cherniavskiy A., Kovalenko A., Dobriak S. Photoelectric measuring transducers in environmental and objects monitoring systems In book: *Teaching and subjects on bio-medical engineering. Approaches and experiences from the BIOART-project. Leuven, 2021, pp. 64-85. ISBN 978-94-641-4245-7.*

4. Суботін О.В. Підвищення достовірності контролю технологічних параметрів і швидкодії інформаційно-вимірювальних систем прокатних станів: дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: 05.11.16. Донецьк, 2000. 216 с.

5. Суботін О.В., Петрухін Я.І., Сергієнко В.Ю. Особливості керування промисловим обладнанням бездротовим способом на фоні виробничих заводів // International scientific conference "MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education": conference proceedings (November 28–29, 2024. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2024. Vol. 2. Pp. 92 - 95. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-146>.

Шляхи підвищення ефективності й продуктивності обертових печей

Булава А. С.

Донбаська державна машинобудівна академія

Необхідність понизити витрату газу на випалення клінкеру спричинила вдосконалення клінкербпалюючих обертових печей сухого способу, шляхом установки зовнішніх теплообмінних пристроїв. Серед цих пристроїв найбільш поширені циклонно-шахтні теплообмінники, в які поступає сировинна суміш вогкістю 0,5-1 %, а також конвеєрні кальцинатори - гранульована шихта вогкістю 1–14 %.

Для зниження витрати газу на випалення разом з цим як клінкербпалюючі агрегати використовують довгі обертві печі (порожнисті або з вбудованими теплообмінниками) та значно рідше - автоматичні шахти клінкербпалюючі печі. Якщо сировинна суміш погано гранулюється, то при сухому способі виробництва застосовують довгі обертві печі з вбудованими теплообмінними пристроями або короткі обертві печі із запічними циклонними теплообмінниками. В останньому випадку в печі подають суху сировинну суміш. В циклонних теплообмінниках сировинна суміш підігрівається і частково декарбонізується, а в короткій обертвій печі завершується процес розкладання вапняку і відбувається процес спікання. Якщо з компонентів сировинної суміші при невеликому зволоженні (12–14 %) можна отримати гранули, то суху сировинну суміш заздалегідь зволожують і гранулюють, а потім подають в клінкербпалювальний агрегат, що складається з конвеєрного кальцинатора (грати) і короткої обертвої печі.

Наукове видання

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

М А Т Е Р І А Л И
ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції
17-19 квітня 2025 року

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

Технічне редагування, комп'ютерне верстання О. Л. Катюха

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 17,1.
Обл.-вид. арк. 12,5. Тираж 100 пр. Зам. № 7.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003