

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Самойленко Віталій Олександрович

УДК 004.942

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ
ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ МЕТАЛУ ПРИ ОБРОБЦІ ЙОГО ПОВЕРХНІ
ЕЛЕКТРОННО-ІМПУЛЬСНИМ МЕТОДОМ**

Напрямок підготовки 6.050101 – «Комп'ютерні науки»

6.050101–ДР.0–401.21510116

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітньої кваліфікації

«Бакалавр комп'ютерних наук»

Миколаїв – 2019

Дипломна робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник:

Доктор технічних наук, професор
Дихта Леонід Миколайович

Рецензент:

доцент кафедри КІ
кандидат фізико-математичних наук
Пузирьов Сергій Володимирович

Захист відбудеться «25» червня 2019 р. о 9³⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «20» червня 2019 р.

Секретар

екзаменаційної комісії,

ст.викл.

С.В.Дворецька

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Обробка поверхні металевих виробів електронноімпульсним способом з метою надання їм нових властивостей (міцність, стан поверхні, структурні перетворення) останнім часом знаходить широке застосування в різних галузях науки, техніки і народного господарства (від прецизійного приладобудування до важкого машинобудування). Цей вид обробки належить до числа найбільш ефективних і перспективних, тому нагальними є завдання подальшого вивчення та практичного використання процесів, що супроводжують упровадження зазначеної технології. Проте при цьому виникають суттєві складнощі технічного характеру. Специфіка згаданих процесів полягає в їх швидкоплинності (характерні часові інтервали складають величини порядку 10^{-9} ... 10^{-3} с), поверхневому характері дії на оброблюваний матеріал (глибина проникнення електронів обчислюється від декількох одиниць до декількох десятків мікрон) і високому ступені концентрації енергії (середня густина енергії коливається в межах від одиниць до сотен джоулів на квадратний сантиметр). Відмічена специфіка інколи спричиняє складні фазові перетворення в оброблюваному металі і проявляється в значних труднощах, пов'язаних з їх аналізом та моделюванням методами математичної фізики. Мабуть, саме цією обставиною можна пояснити недостатнє на сьогодні вивчення аналітичними або теоретико-розрахунковими методами особливостей процесів модифікації властивостей оброблюваного матеріалу. Хоча перші роботи теоретичного плану з числовою реалізацією отриманих результатів були виконані у середині минулого сторіччя [5, 6], систематичне математичне моделювання явищ і процесів, що супроводжують обробку матеріалу електронно-променевим методом, було проведене тільки в 90-х роках минулого століття завдяки бурхливому розвитку обчислювальної техніки і серйозним досягненням у галузі числового аналізу. Саме числова інтеграція на ЕОМ

методом квазірівномірної сітки головним чином рівнянь теплопровідності та деяких задач пружності дала можливість врахувати й оцінити вплив низки супутніх явищ (плавлення і кристалізація матеріалу, його випаровування і рух межі випаровування, структурні та фазові перетворення в зоні плавлення).

Метою дипломної роботи є розробка такого інформаційного забезпечення та математичного апарату, який дозволив би ставити та наближено розв'язувати задачі, пов'язані з прогнозом та експрес-оцінюванням майбутніх параметрів оброблюваного електронно-імпульсним способом матеріалу.

Постановка задачі. Досягнення поставленої мети здійснюється на прикладі розв'язання типової задачі про температурне поле чистого металу. Визначення просторово-часових параметрів поля зводиться до знаходження розв'язку відповідних крайових задач теорії теплопровідності, причому для спрощення прийнято наступні припущення: крайові задачі теплопровідності вважаються одновимірними, оскільки оброблюваний метал займає півпростір; термофізичні властивості металу є дискретними функціями температури; процес випаровування металу відсутній; оброблюваний метал не є сплавом і процеси плавлення та твердіння проходять при фіксованій температурі, а не в інтервалі температур; параметри електронного променя є функціями тільки часу.

Практичне значення отриманих результатів.

З метою демонстрації можливостей відміченого розрахунку в даній роботі представлено температурні поля у вигляді двовимірних поверхонь в залежності від просторової координати x та часу t у випадках відсутності та наявності фазових перетворень металу для одного й того ж набору значень вказаних параметрів (див. Рис. 1); на Рис.2 представлено ізотерми температурних полів, що фігурують на Рис. 1, причому на лівій частині рисунка штриховкою відзначено область, в якій температура металу перевищує його температуру плавлення.

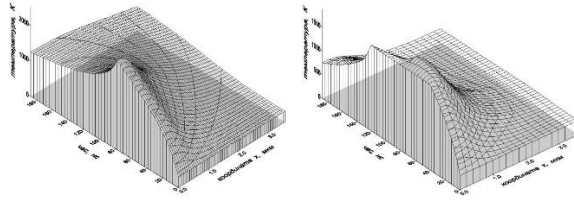


Рис.1. Температурні поля в металі при обробці його поверхні електронно – імпульсним способом у випадку відсутності (зліва) та наявності (справа) процесів плавлення / твердіння.

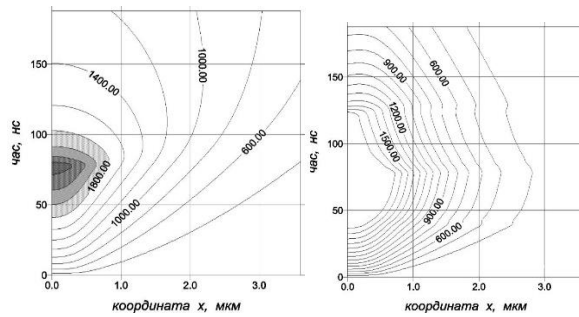


Рис.2. Ізотерми температурних полів, представлених на Рис.1.

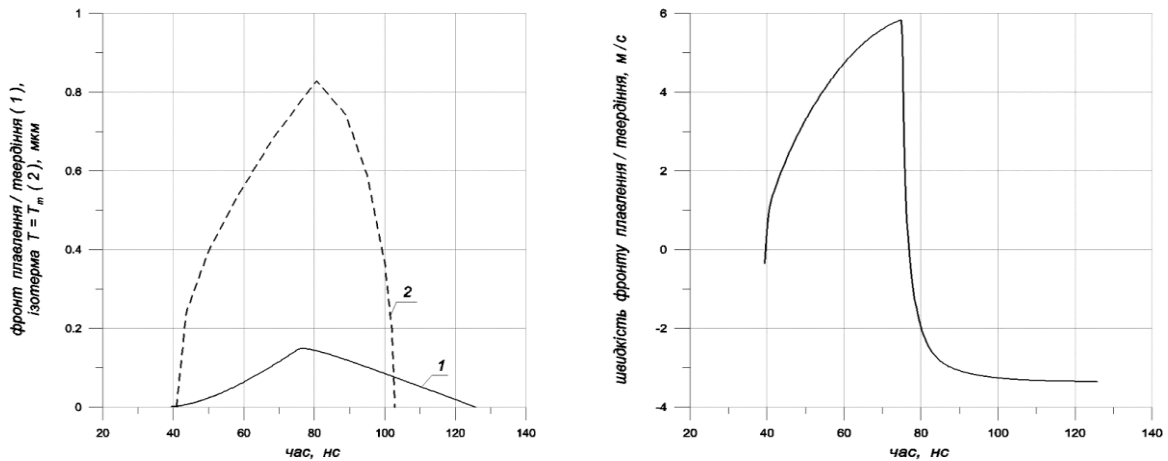


Рис.3. Фронт плавлення / твердіння металу (1 – наявність перетворення фаз) та ізотерма (2 – відсутність перетворення фаз) як функції часу.

Рис.4. Швидкість переміщення фронту плавлення / твердіння металу при наявності фазових перетворень.

Графіки переміщення в часі фронту $\xi(t)$ плавлення / твердіння металу при наявності фазових перетворень (крива 1) та ізотерми $T = T_m$ (крива 2) при відсутності вказаних перетворень зображено на Рис.3. Зазначимо, що процесам плавлення та твердіння металу на цьому рисунку відповідає зростаюча та спадна гілка кривої 1. Певне уявлення про характер зміни в часі та величину швидкості $d\xi(t)/dt$ переміщення фронту плавлення / твердіння металу в процесі фазових перетворень можна скласти з графіка на Рис.4.

Структура дипломної роботи. Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, трьох розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 110 сторінок, 28 рисунків, 8 таблиць та 23 посилання на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі зацентровано увагу на те, що температуру дуже часто використовують в якості інформаційного параметра для діагностування промислового обладнання, вона характеризує стан цього обладнання. Особливе значення температура має і під час контролю технологічних процесів. Точність дотримання температурного режиму часто визначає не тільки якість виробу, але й стратегічно важливі можливості використання його для конкретних цілей. Серед найбільш поширених приладів, які використовують для вимірювання температури, можна назвати пірометри, що дозволяють отримати значення цього параметра безконтактно в заданій точці. У деяких випадках при діагностуванні промислового обладнання буває недостатньо знати температуру в контрольних точках. Часто виникає потреба в отриманні повної термограми об'єкта. Для цих цілей може бути використаний такий прилад, як тепловізор, який дозволяє візуалізувати розподіл температури на поверхні об'єкта. Однак, в порівнянні з пірометром, тепловізор є складним і, відповідно, дорогим приладом, який не завжди виправдовує свою вартість.

Альтернативою використанню тепловізійної техніки може стати система комп'ютерної обробки інформації, яка дозволить відновити повну картину

температурного поля за даними вимірів в окремих точках масиву. Актуальність даної альтернативи полягає в тому, щоб пірометричний прилад зі своїм програмним забезпеченням міг конкурувати з тепловізійною технікою в точності відтворення термограмм. Такий підхід дозволить зменшити габаритні розміри контролюючого приладу і значно спростить його функціональну схему.

У першому розділі «Правові засади інформаційних технологій для визначення параметрів теплового поля» охарактеризовано теплове поле і його параметри, особливості обробки металу електронно-імпульсним методом та окреслено використання інформаційних технологій в обробці металів .

У другому розділі «Програмне моделювання інформаційних технологій в обробці поверхні металів» представлено алгоритм моделювання теплового поля металу та граф моделювання обробки металу, охарактеризовано програмне моделювання алгоритму в базисі процесорного ядра та надано рекомендації по програмуванню і використанню моделі.

У третьому розділі «Аналіз математичної моделі програмування» Розроблено алгоритм розв'язання поставленої задачі та алгоритм функціонування пристрою.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження показали, що в радіаційно-модифікованих матеріалах є області з сильнішою хімічним зв'язком, які при плавленні металу не руйнуються і становлять не мікро, а макрооб'єм. При роботі пристрою паливо з паливного бака через запірний кран і фільтр грубої очистки надходить у топливопідкачивающий насос, звідки по паливопроводу низького тиску через паливні фільтри тонкого очищення і зворотний клапан паливо надходить в диспергатор. З ресивера, в який нагнітається повітря з компресора (компресор не показаний), при тиску 0,7-0,8 МПа, контрольоване манометром, через газовий редуктор і електромагнітний клапан повітря подається в гідравлічний акумулятор, який управляє подачею води з водяного бака. Вода, виходячи з бака і пройшовши гідроакумулятор, електромагнітний клапан замикає воду, водяний фільтр, дозатор води і зворотний клапан, також надходить в диспергатор. Зважаючи на різниці щільності й в'язкості

води і дизельного палива, вони при звичайних умовах практично нерозчинні, тому в диспергаторі в нижній частині його завжди буде знаходитися вода, а у верхній частині дизельне паливо, і високовольтні електроди завжди будуть знаходитися у воді. Отримана водопаливних емульсія з диспергатора, з огляду на її схильності до розшарування, подається через електромагнітний клапан в емульгатор з приводом механізму перемішування, що забезпечує сталість складу інгредієнтів емульсії, і через вентиль, паливопровід, паливний насос високого тиску і паливопровід високого тиску водопаливна емульсія через форсунку надходить в камеру згоряння. У схемі передбачений паливопровід, що забезпечує відвод зайвої кількості емульсії з форсунки в емульгатор, що забезпечує постійний і стабільний склад суміші. У випадку виникнення несправностей в системі приготування водопаливних емульсії передбачена байпасна лінія з вентилем яка забезпечує роботу двигуна на чистому паливі.

В період планового ведення економіки для більшості підприємств країни характерною була наявність підрозділів, в який зосереджувався ресурсний (технічний, електронний, інтелектуальний) потенціал, що забезпечує інформаційне протікання їх процесів. Перехід до ринкових відносин співпав з появою і бурхливим розвитком персональних комп'ютерів, що сприяло розпаду таких підрозділів підприємства як обчислювальний центр, відділ інформаційних технологій і інших, що займалися централізовано поставкою засобів обчислювальної техніки і програмного забезпечення. Комп'ютери стали доступні безпосереднім учасникам виробничих процесів, і часто керівники структурних підрозділів вирішували питання про програмне їх оснащення. Укладались договори на розробку програмного забезпечення із зовнішніми розробниками, купувалися готові програмні продукти, притягувалися в штат підрозділів програмісти-розробники для створення специфічних кодів програм. В результаті на підприємстві утворилася велика кількість інформаційних підпросторів, створених на різних операційних і програмних платформах, з використанням різних технологій і методик.

Запропонований механізм системи управління інформаційними ресурсами підприємства забезпечує можливість створення інформаційного простору

корпоративних даних і вирішити конфлікти між відділами підтримки інформаційних підпросторів, пов'язаних з дублюванням, неоднозначним трактуванням даних і визначення ступеня відповідальності за інформацію, що зберігається. Надалі, корпоративні дані можуть використовуватися для перепроєктованих бізнес-процесів при розширенні контуру управління окремих груп центрів відповідальності. Реалізація запропонованого механізму вітчизняними металургійними підприємствами забезпечить надання релевантної, оперативної, достовірної інформації для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Підкреслимо, що серед *переваг ріб-графів* можна вказати те, що вони «ляльніші» до наявності шуму у порівнянні із скелетними (каркасними) графами; на результат не впливає зміна орієнтації у просторі. Також важливим є той факт, що для такого способу представлення 3D-структури, існує відпрацьована схема реалізації алгоритму САД-програмами, що забезпечує невеликий час обчислення та точність отриманих результатів.

Визначено, що для переходу від алгоритму розв'язання задачі до структури СКС реального часу необхідно розробити узгоджений ПГ. Процес розробки узгодженого ПГ виконується за два етапи укрупнення функціональних операторів, планування обчислень.

Сформовано процес розробки потокового графа алгоритму є ітераційним, він тісно пов'язаний з покращенням характеристик алгоритму. Визначено, що для вибору апаратних засобів для СКС реального часу доцільно використовувати критерій ефективності використання обладнання, який враховує кількість виводів інтерфейсу, однорідність структури, кількість і локальність зв'язків, зв'язує продуктивність з витратами обладнання та дає оцінку елементам системи за продуктивністю. З'ясовано, що основними шляхами підвищення ефективності використання обладнання в СКС реального часу є: вибір ефективних методів і алгоритмів розв'язання задач; зменшення розрядності операційних пристроїв, ємності пам'яті, кількості і розрядності каналів передачі даних; узгодження інтенсивності надходження даних із обчислювальною здатністю апаратних засобів на всіх рівнях. Визначено, що узгодження інтенсивності надходження даних із

обчислювальною здатністю СКС реального часу може здійснюватися шляхом зміни тривалості конвейсного такту, кількості і розрядності каналів надходження даних.

Основними етапами синтезу СКС реального часу є: вибір та розробка методів і алгоритмів узгоджено-паралельної обробки; визначення основних характеристик апаратних засобів; перехід від алгоритму до узгодженої-паралельної структури СКС. Для переходу від алгоритму до структури апаратних засобів СКС реального часу використовується узгоджений потоковий граф, основними етапами формування якого є: декомпозиція алгоритму розв'язання задачі; проектування комунікацій (обмінів даними) між функціональними операторами; укрупнення функціональних операторів; планування обчислень.

В ході конкурентної боротьби з використанням стратегії з ринку вимушені будуть піти фірми, менш ефективні з точки зору величини і структури витрат, нездібні до проведення технологічних новацій, спрямованих на зниження витрат. Стратегія диференціації передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів. Така відмінність може базуватися на об'єктивних або суб'єктивних, відчутних і невідчутних властивостях товару(у ширшому розумінні - комплексі маркетингу), бути реальною або уявною. Інструментом реалізації стратегії диференціації є ринкове позиціонування.

Визначено, що реалізація цієї стратегії вимагає, як правило, більш високих витрат. Проте успішна диференціація дозволяє компанії домогтись більшої рентабельності за рахунок того, що ринок готовий прийняти більш високу ціну (цінову премію бренду).

За отриманими даними (див. табл. 2) було встановлено характер зміни масштабного коефіцієнта k та дисперсії σ для випадку із двома нагрівачами. Слід зазначити, що існує також можливість встановити теплофізичні параметри. Встановлено, що за характером функції інтенсивності червоного каналу 1 (В зображення теплового випромінювання МП можливо ідентифікувати внутрішні та зовнішні дефекти металу. Отримані при обробці зображень теплових випромінювань джерел нагріву експериментальні дані підтверджують розроблені за

допомогою алгоритму програмного середовища MathCAD математичні моделі цих випромінювань, а також дають змогу припустити, що цей алгоритм моделювання можливо застосовувати при визначенні теплофізичних параметрів матеріалу, що піддається нагріванню. Подальші дослідження слід спрямувати на встановлення залежності параметрів функції

АНОТАЦІЯ

Самойленко В.О.

на тему: “ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ МЕТАЛУ ПРИ ОБРОБЦІ ЙОГО ПОВЕРХНІ ЕЛЕКТРОННО-ІМПУЛЬСНИМ МЕТОДОМ”

Дипломна робота на здобуття освітньої кваліфікації «Бакалавр комп'ютерних наук». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2019.

Метою даної роботи є розробка такого інформаційного забезпечення та математичного апарату, який дозволив би ставити та наближено розв'язувати задачі, пов'язані з прогнозом та експрес-оцінюванням майбутніх параметрів оброблюваного електронно-імпульсним способом матеріалу.

В результаті виконання роботи були створені інструменти для автоматичного розв'язання задач прогнозування та для визначення параметрів теплового поля металу при обробці його поверхні електронно-імпульсним методом.

Дана робота складається з чотирьох розділів. Кожен розділ відповідно присвячений: аналізу предметної області, математичним моделям і методам, використаним у дипломній роботі, моделюванню і проектуванню програмного додатку і охороні праці. Загальний обсяг роботи – 110 сторінок. Дипломна робота містить 28 рисунків, 8 таблиць і посилання на 23 джерела.

Ключові слова: програмний додаток, теплове поле металу, обробка металу, електронно-імпульсний метод, прогнозування, автоматизація, сервіс.

ABSTRACT**Samoilenko Vitalii**

graduate work on:

“INFORMATION TECHNOLOGIES FOR DETERMINATION OF METAL HEAT FIELD PARAMETERS AT THEIR PROCESSING BY SURFACE BY ELECTRON-PULSED METHOD”

The purpose of this work is to develop such information support and mathematical apparatus, which would allow to set and solve problems related to the prediction and express evaluation of future parameters of the material processed by the electron-pulse method.

As a result of the work, tools were created to automatically solve prediction problems and to determine the parameters of the thermal field of the metal when processing its surface electron-pulse method.

This work consists of four sections. Each section is devoted, respectively: to the analysis of the subject area, mathematical models and methods used in the thesis, modeling and design of the software application and labor protection. Total amount of work - 110 pages. Thesis contains 28 figures, 8 tables and a reference to 23 sources.

Keywords: software application, thermal floor metal, metal processing, electron-pulse method, forecasting, automation, service.