

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**КРАВЕЦЬ ВАСИЛЬ ГРИГОРОВИЧ
РОМАНИШИН ОЛЕКСАНДР БОГДАНОВИЧ**

УДК 681.3 (07)

**РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ МЕХАНІЧНИХ
ВИПРОБУВАНЬ ТА ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
СТАЛЬНИХ ЗРАЗКІВ**

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи (комплексної) на здобуття освітнього
рівня «магістр»

Робота виконана на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

Завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв, доктор технічних наук, професор

Марущак Павло Орестович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент:

доктор технічних наук, професор кафедри КТ

Стухляк Петро Данилович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться «24» грудня 2019 р. о 9.00 год. на засіданні екзаменаційної комісії у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За експлуатації в металевих конструкціях можуть виникати різні порушення мікроструктури, які вважають дефектами. Дефектом є несправність у вигляді структурної неоднорідності, що виникла внаслідок експлуатаційного впливу (корозійне, наводнювальне середовище, високі температури), недоліків їх конструкції, монтажу або утримання.

Приведено фізико-механічний опис методів оцінювання дефектності методів механічних випробувань та мікроскопічного аналізу, що застосовується до дефектів металургійного обладнання. Ролики машин безперервного лиття заготовок як об'єкт довготривалої пошкоджуваності. Прояв деградаційних властивостей виявляють методами автоматизованих механічних випробувань із подальшим фрактодіагностичним аналізом. Це спричинене неоднорідностями структури теплостійких сталей та поверхневими пошкодженнями ролика МБЛЗ. Вказані типи дефектів, які можуть бути виявлені таким методом.

Приведено фізичну структуру методу термоцикування та огляд методів технічного діагностування. Проаналізовано як компоненти випробувальних систем впливають на сигнальне представлення дефектоскопічної інформації. Зазначимо, що сигнал для досліджень було отримано з використанням діючого випробувального обладнання наявного в ТНТУ ім. І. Пулюя

Якщо систематизувати проблеми, які виникли у зв'язку з розширенням сфери застосування автоматизованих методів механічних випробувань та електронно-мікроскопічних досліджень сталених матеріалів, збільшенням обсягів цифрової інформації на яких акцентується увага у наукових публікаціях (праці Русина Б.П., Коноваленка І.В., Гонсалеса Р.Ф., Вудса Р.Е, Претта У., Дуди Р., Харта П., Панасенка О.В. та інших), то можна окреслити низку актуальних наукових задач, а саме: розроблення нових автоматизованих методів проведення механічних випробувань; оброблення та розпізнавання цифрових зображень, тощо.

Метою цієї магістерської роботи є розробка алгоритмів і програмних засобів автоматизованих лабораторних випробувань у галузі матеріалознавства та механіки руйнування, які дозволяють визначати міцність, довговічність, аналізувати природу руйнування матеріалів. При цьому буде комп'ютеризовано безконтактний аналіз стану поверхні руйнування зразків, оцінювання її морфологічних особливостей.

Предметом дослідження є розроблення нових методів: автоматизованих механічних досліджень, одержання та аналіз зображень та оброблення фрактограм за методом контекстного пошуку по зображеннях, виділення та локалізації об'єктів.

Основні завдання дослідження: автоматизовані механічні випробування з подальшим комп'ютеризованим обробленням та розпізнаванням зображень у прикладних електронно-мікроскопічних системах.

Методи дослідження: оптико-цифровий аналіз, математичні методи функціонального та статистичного аналізу, лінійної алгебри, теорії інформації, комп'ютерного експерименту та сучасних технологій програмування.

Апробація результатів дослідження. Основні положення досліджень магістерської роботи доповідались на VII науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року).

Нові методи аналізу електронно-мікроскопічних зображень та мікропрофілю поверхонь біокородованих сталевих зразків / П. Марущак, І. Коноваленко, В. Кравець, О. Романишин // Тези доповідей VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року), Тернопіль, ТНТУ.

Наукова новизна основних теоретичних та практичних результатів дипломної магістерської роботи полягає в використанні та вдосконаленні сучасних методів автоматизованих випробувань металевих матеріалів, із подальшим обробленням фрактографічних зображень на основі оптимізації емпіричних параметрів, які необхідно налаштувати для конкретної задачі оцінювання геометрії зруйнованих зразків.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для комп'ютерного аналізу зображень у складі техніко-діагностичних систем, що дозволяє істотно підвищити якість діагностики.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається із вступу, вільми розділів, висновків, переліку посилань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність та доцільність проведення досліджень, можливість їх застосування для лабораторних та натурних випробувань.

У **першому розділі** проведено огляд, зокрема основну увагу приділено . методам стереометрії як способу відтворення «історії руйнування». Відомі методи є найпоширенішими та широкоживаними, разом з тим вони містять як переваги, так і недоліки які систематизовано у роботі.

У **другому розділі** проведено опис методів випробувань зразків, описано основні принципи електронної мікроскопії, зокрема можливості базового програмного забезпечення мікроскопів РЕМ 106 И. Подано характеристики об'єкту та предмету дослідження. Описано напружено-деформований стан ролика МБЛЗ. Створено програму і методики теоретичних та експериментальних досліджень. Виконано підбір механічних пристосувань.

У **третьому розділі** розвинуто методи проведення автоматизованих випробувань із використанням автоматизованої системи керування сервогідравлічною машиною СТМ-100 на базі платформи МТЛ32.

У **четвертому розділі** додатково досліджено методичні аспекти вимірювання глибини зони витягування компактного зразка та окремих фрактографічних рельєфних утворень зламу. Перехід від піксельної до метричної системи забезпечували масштабуванням.

В п'ятому розділі оцінено економічну ефективність проекту.

В шостому - восьмому розділах описано заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та екології.

Висновки

Розроблено низку заходів та технічних пристроїв для автоматизації механічної та електронно-мікроскопічних випробувань з метою зменшення трудомісткості та вартості досліджень, підвищення точності й достовірності експериментальних результатів, покращення умов праці, швидкої зміни їх програми та зменшення часу експерименту.

З технологічної точки зору процес автоматизації випробувань металевих матеріалів включає в себе:

- автоматичне керування, встановлення, увімкнення та вимкнення електричних машин;
- автоматичне встановлення режимів випробувань відповідно до заданої програми;
- автоматичний збір, передавання й збереження, отриманих в процесі випробувань;
- автоматичне оброблення вимірних величин;
- подання результатів випробувань (протоколу) в потрібному вигляді.

Анотація

Тема: «Розроблення автоматизованих методів механічних випробувань та електронно-мікроскопічних досліджень сталених зразків»

Магістерська робота (комплексна): 106 с. пояснювальної записки, 12 аркушів графічного матеріалу (слайдів), 26 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: автоматизовані випробувальні установки, поверхні зруйнованих зразків.

Метою роботи є розробка алгоритмів і програмних засобів автоматизованих лабораторних випробувань у галузі матеріалознавства та механіки руйнування, які дозволяють визначати міцність, довговічність, аналізувати природу руйнування матеріалів. При цьому буде комп'ютеризовано безконтактний аналіз стану поверхні руйнування зразків, оцінювання її морфологічних особливостей..

Методи дослідження: оптико-цифровий аналіз.

У магістерській роботі розв'язано задачу розроблення автоматизованого методу автоматизації механічних випробувань із застосуванням цифрової та аналогової техніки. Під час випробувань вимірювали велику кількість електричних та неелектричних величин за допомогою закладених або вбудованих в машину на час випробувань давачів (*measuring element, sensor*).

Давачі можуть складатися з одного елемента (тензорезистори) або багатьох складних блоків багатофункціонального перетворення. Одночасно з записом показів давачів у пам'яті ЕОМ їх, звичайно, виводять і на прилади для здійснення візуального контролю за перебігом випробувань

Розглянуто підхід, який дозволяє створювати проблемно-орієнтовані та спеціалізовані експертні системи механічних випробувань та

фрактодіагностування, налаштовані на певну аналізовану ділянку контрольованого об'єкту. Оцінено економічну ефективність проекту та запропоновано заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та охорони довкілля.

Summary

Topic: "Development of automated methods of mechanical testing and electron microscopic examination of steel specimens"

Master's thesis (comprehensive): 106 p. explanatory note, 12 sheets of graphic material (slides), 26 literary sources.

Object of study: automated test installations, surfaces of destroyed samples.

The purpose of the work is to develop algorithms and software for automated laboratory tests in the field of materials science and fracture mechanics, which allow to determine the strength, durability, to analyze the nature of the destruction of materials. This will computerize the contactless analysis of the state of the surface of the destruction of the samples, evaluation of its morphological features.

Research methods: optical-digital analysis.

The master's thesis addresses the problem of developing an automated method of automation of mechanical tests using digital and analog techniques. During the tests, a large number of electrical and non-electrical quantities were measured using the measuring or sensor elements embedded or integrated into the machine during the testing.

Sensors can consist of a single element (strain gauges) or many complex blocks of multifunctional conversion. At the same time as recording the sensors in the memory of the computer, they are usually output to devices for visual monitoring of the test

An approach is considered to allow the creation of problem-oriented and specialized expert systems of mechanical testing and fractional diagnostics, tuned to a certain analyzed area of a controlled object. The cost-effectiveness of the project has been evaluated and measures for safety, life and environmental protection are proposed.