

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

**Головатий Микола Юрійович,
Сідловський Марко Петрович**

УДК 608

**РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ОБЧИСЛЕННЯ
ПАРАМЕТРІВ ФОРМИ МОРФОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗАМКНУТИМ
КОНТУРОМ**

Спеціальність 8.05020201 – Автоматизоване управління технологічними процесами

АВТОРЕФЕРАТ

дипломної роботи (комплексної) на здобуття освітньо-кваліфікаційного
рівня «магістр»

Тернопіль – 2017

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:

кандидат технічних наук, доцент
Левицький Віталій Васильович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться «20» лютого 2017 р. о 9.00 год. на засіданні екзаменаційної комісії у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя

Завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв, д.т.н., проф.

П.О. Марущак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасна технічна діагностика є однією з найбільш високотехнологічних галузей наукової та практичної діяльності, найважливіше завдання якої полягає в розробці нових ефективних методик ранньої дефектоскопії та дефектометрії дефектів та пошкоджень матеріалів і конструкцій. Кілька останніх десятиліть характеризуються значним проривом в технічній оснащеності діагностики. Комп'ютерний аналіз зображень став основним інструментом технічних діагностичних систем, що дозволяє істотно підвищити її якість. Найактивніше інформаційні технології впроваджуються в дефектоскопію.

В даний час в багатьох країнах інтенсивно використовується підхід кількісної оцінки зображень тріщин та пор для аналізу їх впливу на механізми непрогнозованого руйнування конструкцій (фрактодіагностування).

Однак проведений аналіз існуючих на даний момент програмних комплексів аналізу зображень дефектів свідчить, що більшість з них не має прикладного програмного забезпечення для вимірювання повного набору діагностичних ознак і чисельного оцінювання технічного стану конструкції, а містить лише засоби реєстрації зображень, ведення обліку діагностичної інформації про технічну систему і найбільш часто використовувані засоби для попередньої обробки зображень, підвищення якості та маркування зображень.

Дослідження в магістерській роботі спрямовані на розроблення методів та системи для розроблення автоматизованого методу обчислення параметрів форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром. Під таким об'єктами у роботі розуміли ямки в'язкого відриву які несуть значну інформацію про перебіг процесу деформування та руйнування матеріалу. Особливо цінним є те, що діагностично значущу інформацію про характер формування морфології зламів матеріалу буде одержаного на основі аналізу фрактограм поверхні руйнування зразків одержаних методом скануючої мікроскопії.

У даний час переважно при фактографічних дослідженнях використовуються програмні засоби які дозволяють оператору в ручному режимі здійснювати вимірювання параметрів ямок. Однак такі системи є обмеженими у розумінні процесу аналізу розвитку форми ямок та їх взаємного розташування. Діагностично важливими показниками, які вносять істотний внесок в оцінювання напружено-деформованого стану матеріалу під час деформування та руйнування, є й інші статистичні параметри: нерівномірність діаметра, кривизна, звивистість меж між ямками та ін. Фрактодіагностичні дослідження ямок в'язкого відриву на основі сучасних методів та систем дозволяють оцінювати якість матеріалу та причини його руйнування із вищим ступенем достовірності.

Сучасні діагностичні системи, що застосовуються в механіці руйнування, рідко дають таку можливість. Крім того, рівень вимог до технічного діагностичного обладнання, яке використовується в даній галузі, незмінно підвищується, що вимагає застосування нових інформаційних методів і

сучасних засобів до його реалізації. Тому задача, яка розв'язується в магістерській роботі, а саме розроблення автоматизованого методу обчислення параметрів форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром, що дозволяє автоматизувати етапи діагностики і здійснювати кількісний моніторинг морфології поверхні руйнування матеріалів і конструкцій є актуальною задачею.

Тема даної дипломної роботи: "Розроблення автоматизованого методу обчислення параметрів форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром".

Метою нашої роботи є розроблення автоматизованого методу фрактодіагностування, який буде одночасно недороговартісним, ефективним та нескладним у використанні, тобто таким, що зможе принести користь навіть не надто досвідченим у цьому питанні спеціалістів.

Для проведення оптико-цифрового аналізу використаємо цифрові фотографії матеріалу, отриманні в результаті дослідження множинних дефектів зразків.

Предметом дослідження є визначення залежності між параметрами об'єктів із замкнутим контуром обчисленими автоматизованим методом, механізмами руйнування матеріалів.

Основні завдання дослідження: визначення автоматизованого методу неруйнівного контролю матеріалу, що дозволить обчислити параметри об'єктів із замкнутим контуром.

Методи дослідження – базуються на використанні паралельно-ієрархічного перетворення – для оцінювання інформаційних ознак фрактографічних зображень, методи фільтрації – для усунення шумів різної природи, теорії експерименту та комп'ютерного моделювання для перевірки адекватності розроблених моделей.

Апробація результатів дослідження. Основні положення досліджень магістерської роботи доповідались на «V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів» (17-18 листопада 2016 року).

Наукова новизна одержаних результатів:

- на основі просторово-зв'язного аналізу проведено оцінювання діагностичних зон фактографічних зображень;
- удосконалено метод автоматичного вибору порогу градієнтного фільтра, та порогу бінаризації для підвищення достовірності аналізу фактографічних зображень;
- застосовано процедуру знаходження перепадів інтенсивностей між зонами дискретизованих зображень на основі просторово-зв'язного препарування, виділення контурів та визначення їх діагностичних ознак.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що на основі розроблених теоретичних положень реалізовано систему для автоматизованого діагностування форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром.

Обґрунтовано вибір алгоритмів для оброблення фрактографічних зображень, найбільш інформативними для сегментації зображень поверхонь руйнування матеріалів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовується актуальність роботи, окреслено наукову проблему, стан і необхідність її вирішення існуючими та новими технічними засобами. Визначено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів. Надається інформація про апробацію проведених досліджень.

В першому розділі проведено аналітичний огляд методів та систем для оброблення та аналізу фрактографічних зображень. Проведений аналіз показав, що задача створення системи оцінювання фрактографічних зображень потребує свого вирішення, оскільки існуючі методи та системи розпізнавання фрактографічних зображень не задовольняють сучасним вимогам до подібних систем за точністю та достовірністю ідентифікування.

Також проведено аналітичний огляд основних положень комп'ютеризованого підходу до аналізу зображень, який дозволив визначати обов'язкові етапи оброблення зображень, а також порівняти різноманітні методи виділення морфологічних об'єктів із замкнутим контуром, кількісне оцінювання їх морфологічних ознак.

В другому розділі удосконалено алгоритм формування діагностичних ознак для оцінювання пошкодженості поверхні ямками відриву, або пітингами після отримання та оброблення фрактографічних зображень з подальшою їх сегментацією, що дозволяє виділити ділянки зображень, які можна розглядати як однорідні. Для перевірки ефективності вибраних у роботі фільтрів було використано модельне зашумлене зображення з подальшим обробленням фільтрами підвищення ефективності. Таким чином, гістограма яскравості зображення, обробленого за допомогою пропонованого алгоритму містить чітке розмежування, на відміну від гістограм зображень оброблених попередніми методами, в яких спектр яскравостей залишився суцільним. Це свідчить про чітке розділення фону і об'єкта фрактографічного контролю.

В третьому розділі сформульовано рекомендації щодо уникнення спотворень у системі оцінювання інформативних параметрів фрактографічних зображень на прикладі визначення стану поверхні руйнування зразків алюмінієвих та титанових сплавів, показники якої дозволяють оцінити адекватність дій з аналізу цифрових фрактографічних зображень та забезпечують високу достовірність встановлення форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром.

В четвертому розділі розроблено систему для оцінювання параметрів фрактографічних зображень, яка дозволяє проводити оцінювання форми та розмірів ямок в'язкого відриву та здійснювати їх кількісний порівняльний аналіз за такими показниками: співвідношення діаметрів і відповідних площ; нерівномірності форми.

Подібний підхід є кроком до створення підсистеми прийняття рішень, яка забезпечила високу достовірність визначених параметрів і виключить неоднозначність в інтерпретації одержаних результатів.

В **п'ятому розділі** оцінено економічну ефективність проекту, для цього обчислено:

- 1) економічні параметри (показники прибутковості, рентабельності, окупності тощо);
- 2) науково – технічні параметри (новизна, корисність, технічний рівень, радикальність, можлива широта застосування тощо);
- 3) соціальні параметри (значимість для якості життя населення).

В **шостому та сьомому розділах** описано заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та екології.

Висновки

У магістерській роботі виконані дослідження, що спрямовані на підвищення достовірності оброблення фрактографічної інформації шляхом застосування сучасних методів та розробленої системи оцінювання параметрів форми морфологічних об'єктів.

Основні теоретичні та практичні результати магістерської роботи:

- проведено аналіз, який показав, що задача створення системи оцінювання фрактографічних зображень є актуальною і такою, що потребує подальшого дослідження. Існуючі методи та системи оцінювання, не завжди задовольняють сучасним вимогам до подібних систем за точністю, достовірністю оброблення фрактографічних зображень, що призводить до виникнення помилок розрахунку параметрів форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром.

- розвинуто методи аналізу фрактографічних зображень в частині виділення характерних ознак зображень при одночасному підвищенні завадостійкості розпізнавання фрактографічних образів.

- удосконалено метод автоматичного вибору порогу фільтра, що забезпечує визначення оптимального порогу та підвищує достовірність оцінювання форми ямок відриву та пітингів.

Анотація

Головатий М.Ю., Сідловський М.П. Розроблення автоматизованого методу обчислення параметрів форми морфологічних об'єктів із замкнутим контуром
Магістерська робота (комплексна): 167 с. пояснювальної записки, 11 аркушів графічного матеріалу, 98 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: зображення зламів зразків, одержані на растровому електронному мікроскопі.

Метою роботи є розроблення такого автоматизованого методу оцінки руйнування матеріалу, який буде одночасно недороговартісним, ефективним та нескладним у використанні, тобто таким, що зможе принести користь навіть не надто досвідченим у цьому питанні спеціалістам.

Методи дослідження: оптико-цифровий аналіз.

У магістерській роботі розв'язано задачу розроблення автоматизованого методу обробки сигналів та аналізу зображень при фрактографічних дослідженнях поверхонь в'язкого руйнування матеріалів, що дозволяє, у порівнянні з відомими методами, підвищити якість формування та відновлення морфологічних ознак в умовах часових та апаратних обмежень. Проведено імітаційне моделювання процесу аналізу тестових фрактографічних зображень яз ямками в'язкого відриву різної форми та порівняння результатів відновлення з результатами, одержаними відомими методами. Оцінено економічну ефективність проекту та запропоновано заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та охорони довкілля.

Summary

Theme: "Development of automated method for determining critical crack tip opening according to numerical analysis of SEM images"

Master's thesis: 167 pages. explanatory note, 11 pages of graphic material, 98 references.

The object of study: the image breaks samples obtained in scanning electron microscope.

The aim is to develop this automated method for assessing material destruction, which will be simultaneously nedorohovartisnym, effective and easy to use, that is, one that will benefit even not very experienced in this matter experts.

Methods: opto-digital analysis.

In the master's work solved the problem of development of automated methods of signal processing and image analysis in the research fractography ductile fracture surfaces of materials that allows, in comparison with known methods, improve the quality of development and restoration of morphological characteristics in terms of time and hardware limitations. A simulation test analysis process fractography images viscous ductile failure dimples of different shapes and recovery compare results to those from known methods. Reviewed the economic efficiency of the project and proposed measures for safety, life safety in environment methods. Reviewed the economic efficiency of the project and proposed measures for safety, life safety in environment.