

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

**ЧЕРНЕЦЬ ВАСИЛЬ СЕРГІЙОВИЧ,
ЧЕРТКОВ МИКОЛА ВІКТОРОВИЧ**

УДК 519.246.8: 620.179.1

**РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ
ПАРАМЕТРІВ ЯМОК В'ЯЗКОГО ВІДРИВУ ПОВЕРХНІ РУЙНУВАННЯ
ВИСОКОМІЦНИХ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ**

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

Роботу виконано на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв
Коноваленко Ігор Володимирович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних технологій
Стухляк Петро Данилович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 28 грудня 2018 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №41 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 401.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Нейронні мережі можуть бути застосовані як для виявлення різних видів пошкоджень, так і для розрахунку їх параметрів, з подальшим оцінюванням стану матеріалу. Проте побудова універсальної нейромережі потребує принципово іншого рівня складності моделі та великої кількості дослідних зразків, які представлятимуть поверхневі об'єкти різних видів. Про це свідчить значна кількість праць присвячених даній тематиці, автори яких зосереджені, переважно, на вирішенні конкретних проблем. Дану роботу присвячено розвитку нових, високоточних методів фрактодіагностування, зокрема лабораторного дослідження параметрів ямок в'язкого відриву на поверхні руйнування високоміцних титанових сплавів. Маючи сукупність параметрів, які описують геометрію окремих ямок та їх конгломератів, можна робити висновок про стан матеріалу, механізми його деформування і руйнування.

Дана магістерська є продовженням дослідження поверхні в'язкого відриву титанового сплаву (Konovalenko, I.; Maruschak, P.; Prentkovskis, O. Automated method for fractographic analysis of shape and size of dimples on fracture surface of high-strength titanium alloys. *Metals* 2018, 8, 161; doi:10.3390/met8030161), яке дозволяє отримати дані про фізико-механічні властивості дослідженого зразка на основі фрактограми поверхні руйнування зразка.

Мета роботи: завданням дослідження була розробки методу для автоматизованого дослідження ямок в'язкого відриву є надзвичайно важливим та актуальним.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основним об'єктом дослідження є метод для автоматизованого дослідження ямок в'язкого відриву.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримано нові дані про форму, розміри, особливості розташування ямок відриву на поверхні руйнування;
- проаналізовано ефективність відомих морфологічних параметрів, які характеризують фізико-механічні властивості дослідженого зразка;
- проведено чисельний фрактографічний аналіз поверхні вкритої ямками відриву та встановлено кореляційних зв'язом між їх параметрами та властивостям пластичності;
- використано нейромережу, яка із хорошою точністю виявляє складну форму ямок в'язкого відриву
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях те екології.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведені дослідження забезпечують отримання даних про розміщення ямок відриву у зоні пошкодження, на основі яких у подальшому розраховуються параметри, які характеризують фізико-механічні властивості дослідженого зразка.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» у 2018 році.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 частин, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 116 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проведено огляд сучасних праць, у яких нейромережі використовують для пошуку на зображенні зони з дефектом, оточеної непошкодженими ділянками.

В аналітичній частині проведено огляд сучасних методів фрактографічного контролю. Встановлено, що утворені поверхні в'язкого відриву мають дуже складну морфологію, при якій менші ямки часто є складовою частиною поверхні більших ямок відриву. З точки зору інформативності аналізу поверхні саме більші ямки дозволяють зробити висновок про фізико-механічні властивості матеріалу. Тому основну увагу фокусували на виявленні ямок саме цього типу.

У технологічній частині приведено характеристику механічних властивостей титанових сплавів, методів РЕМ- мікроскопії зразків, особливості фрактографічного контролю ділянок матеріалів після різних режимів випробувань.

У конструкторській частині апробовано нейромережу розроблену доц. *Коноваленком І.В.*, яка із високою точністю розпізнає форму ямок в'язкого відриву. За експертною оцінкою фахівців, результат розпізнавання може бути використаний для подальшого аналізу фізико-механічних властивостей матеріалу. Зокрема, на основі результату нашої моделі легко обчислити площу ямок, їх кількість, еквівалентний діаметр, візуальну глибину, нахил тощо.

У спеціальній частині розвинуто принципи та методи використання САПР та підходи до оцінювання параметрів меж ямок в'язкого відриву, розкрито питання точності методу.

У частині «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації наукової роботи і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

У частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання планування робіт по охороні праці наукових підрозділах та установах.

У частині «Екологія» проаналізовано вплив антропологічної діяльності на природне середовище, запропоновано підходи щодо ресурсозбереження, дбайливого ставлення до довкілля.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі отримали подальший розвиток оптико-цифрові методи для аналізу оптичних та фрактографічних (одержаних методами РЕМ-мікроскопії) на основі виділення їх характерних ознак та обчислення параметрів поверхонь в'язкого відриву. В даній роботі одержано нові фрактографічні результати, які доповнюють дані проф. М.Г.Чаусова щодо зміни вихідних механічних властивостей двофазного високоміцного титанового сплаву ВТ23 ($\sigma_{\text{в}} \geq 1150$ МПа, $\delta = 15\%$), які виникають за статичного деформування після ударно-коливального навантажування.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. І. Коноваленко, П. Марущак, В. Чернець, М. Чертков Розроблення автоматизованого методу ідентифікації параметрів ямок в'язкого відриву поверхні руйнування високоміцних титанових сплавів // Матеріали VI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 12 - 13 грудня 2018 р.). - Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 33.

АНОТАЦІЯ

В роботі вирішено завдання створення автоматизованої системи технічного діагностування зображень поверхні руйнування високоміцного титанового сплаву ВТ23.

Проаналізовано можливості region-based нейромереж для виявлення на зображенні об'єктів. Такі нейромережі є універсальними і можуть бути використані для пошуку практично будь-яких об'єктів: тріщин дорожнього покриття (як у наведених в огляді працях), людей, автомобілів, продуктів тощо. Особливість таких нейромереж у тому, що вони видають результат у виді прямокутної (як правило) ділянки (bounding box), у якій з високою долею ймовірності нейромережа виявила об'єкт. Нейромережі цього типу (R-CNN, YOLO, SSD тощо) показують хороший результат у реальному масштабі часу та знайшли широке застосування. Але щодо контексту вирішуваного нами завдання вони не можуть бути застосовані, так як результат у вигляді прямокутника, де нейромережа знайшла об'єкт, є дуже приблизним і не може дати потрібної для аналізу фізико-механічних властивостей матеріалу даних: площі об'єкта, його еквівалентного діаметра, нахилу тощо. В роботі апробовано нейромережу, яка із високою точністю розпізнає форму ямок в'язкого відриву. За експертною оцінкою фахівців, результат розпізнавання може бути використаний для подальшого аналізу фізико-механічних властивостей матеріалу. Зокрема, на основі результату нашої моделі легко обчислити площу ямок, їх кількість, еквівалентний діаметр, візуальну глибину, нахил тощо.

Ключові слова: автоматизований аналіз, дефектність, ідентифікація інформаційних ділянок, зображення, алгоритм.

ANNOTATION

The task of creating an automated system of technical diagnostics of images of the surface of the destruction of a high-strength titanium alloy VT23 is solved.

The possibilities of region-based neural networks for the detection of objects in the image are analyzed. Such neural networks are universal and can be used to search for virtually any object: cracks in the road surface (as in the reviews given in the review), people, cars, products, etc. The peculiarity of such neural networks is that they produce a result in the form of a rectangular (usually a bounding box), in which, with high probability, the neural network has detected the object. NNCs of this type (R-CNN, YOLO, SSD, etc.) show a good result in real time and are widely used. But in relation to the context we solve the problem, they can not be applied, since the result in the form of a rectangle, where the neural network found the object, is very approximate and can not give the necessary for analysis of the physical and mechanical properties of the data material: the area of the object, its equivalent diameter, etc. In this work, a neural network is tested, which with high accuracy recognizes the shape of the pit of a viscous separation. According to an expert assessment of experts, the result of recognition can be used for further analysis of the physical and mechanical properties of the material. In particular, based on the results of our model, it is easy to calculate the area of pits, their number, equivalent diameter, visual depth, inclination, etc.

Keywords: automated analysis, defect, identification of information areas, image, algorithm.