

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

**ШАЙКІН АНАТОЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,  
ШПАКОВИЧ ВОЛОДИМИР БОГДАНОВИЧ**

УДК 519.246.8: 620.179.1

**СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ФРАКТОДІАГНОСТУВАННЯ  
ПОВЕРХОНЬ ДИНАМІЧНО ЗРУЙНОВАНИХ ЗРАЗКІВ ЗА ДАНИМ РАСТРОВОЇ  
МІКРОСКОПІЇ ТА ЦИФРОВОЇ 3-D ПРОФІЛОМЕТРІЇ**

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:** кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій  
**Голотенко Олександр Сергійович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 28 грудня 2018 р. о 13<sup>00</sup> 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.** Ця робота є кроком до побудови більш узагальненої моделі для фрактографічного аналізу поверхонь, ці переваги достатні для того, щоб запропонований доц. *І.В. Коноваленком* та проф. *П.О. Марущаком* підхід застосовувати на практиці.

Безперечно, застосування нейромережі може бути узагальнене як для виявлення різних видів пошкоджень, так і для розрахунку їх параметрів. 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 і кількість робіт, приведених в огляді, де автори також зосереджені на вирішенні конкретних проблем. У статті ми сфокусували увагу на вирішенні завдання лабораторного дослідження параметрів ямок в'язкого відриву на поверхні титанових сплавів. 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 було отримання даних про розміщення ямок відриву на поверхні руйнування, з подальшим обчисленням параметрів, які характеризують фізико-механічні властивості дослідженого зразка

**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 розміщення ямок відриву на поверхні руйнування;
- проаналізовано ефективність параметрів, які характеризують фізико-механічні властивості дослідженого зразка;
- проведено чисельний фрактографічний аналіз поверхні вкритої ямками відриву різного розміру та морфології;
- 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 та 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 – 94 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. На відміну від цього випадку у даній роботі аналізували поверхню руйнування високоміцного титанового сплаву ВТ23, яка утворена численними ямками відриву різного розміру та морфології за умов динамічного незрівноваженого процесу одержаних в лабораторії проф. *М.Г. Чаусова*, доц. *А.П. Пилипенка*.

В аналітичній частині проведено огляд сучасних методів фрактографічного контролю. Встановлено, що в проаналізованих працях нейромережі використовують для пошуку на зображенні зони з дефектом, яка оточена непошкодженими ділянками, то в даній роботі предметом аналізу є виключно сама зона пошкодження.

У технологічній частині приведено характеристику об'єкту досліджень та проведено лабораторні випробування, підготовки зразків, аналізу поверхонь їх руйнування, опис одержаних закономірностей.

У конструкторській частині проведено експериментальні дослідження фрактограм з застосуванням розробленої нейромережі, яка із хорошою точністю виявляє складну форму ямок в'язкого відриву так, що результат розпізнавання використано для подальшого аналізу фізико-механічних властивостей матеріалу. Для цього на основі результату, отриманого застосуванням пропонованої моделі, розраховують такі параметри ямок, як площу, кількість, еквівалентний діаметр, коефіцієнт форми, візуальну глибину, нахил. Маючи значення цих параметрів для всієї сукупності ямок поверхні, проводили їх статистичний аналіз, зроблено висновки про фізико-механічні властивості матеріалу.

У спеціальній частині розвинуто принципи та методи використання САПР та підходи до оцінювання параметрів меж ямок в'язкого відриву та їх кількісного опису.

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) та 3-D профілометричних зображень на основі виділення їх характерних ознак та обчислення параметрів поверхонь в'язкого відриву. Встановлено, що принципи використання нейронних мереж для виявлення дефектів різної природи дуже схожі. Тому в огляді наведено низку прикладів застосування нейромереж для вирішення схожих задач.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. І. Коноваленко, П. Марущак, А. Шайкін, В. Шпакович Використання згорткових нейромереж для обчислення параметрів поверхонь руйнування, вкритих ямками відриву // 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. 34.

## АНОТАЦІЯ

В роботі вирішено завдання створення автоматизованої системи технічного діагностування зображень поверхні руйнування високоміцного титанового сплаву ВТ23, яка утворена численними ямками відриву різного розміру та морфології. Запропоновано нові підходи, які задовольняють сучасні вимоги до подібних систем за точністю, достовірністю оброблення діагностичних (оптичних та РЕМ-мікроскопічних зображень), що знижує імовірність виникнення помилок при оцінюванні технічного стану матеріалу або конструкції підданій динамічному руйнуванню.

Використання нейромережі суттєво зменшує кількість параметрів, які слід налаштовувати вручну. Разом із цим, значно зростає кількість параметрів самої моделі, тому нейромережа під час навчання виявляє значно більше характерних ознак об'єктів, що позитивно впливає на якість їх виявлення. Це робить метод більш універсальним та точним. Крім цього, застосування нейромережевих моделей дозволяє сформулювати методику аналізу на основі засобів AI (artificial intelligence).

**Ключові слова:** автоматизований аналіз, дефектність, градієнтний фільтр, ідентифікація інформаційних ділянок, оптичні зображення, алгоритм.

## ANNOTATION

The task of creating an automated system of technical diagnostics of images of the surface of the destruction of high-strength titanium alloy BT23, which is formed by numerous pits of separation of different sizes and morphologies, is solved. New approaches are proposed that satisfy the modern requirements for such systems in the accuracy, accuracy of diagnostic (optical and REM-microscopic images) processing, which reduces the probability of occurrence of errors in the evaluation of the technical state of a material or structure subjected to dynamic destruction.

The use of the neural network significantly reduces the number of parameters to be manually adjusted. At the same time, the number of parameters of the model is significantly increased, so the neural network during the training reveals much more characteristic features of the objects, which positively affects the quality of their detection. This makes the method more versatile and accurate. In addition, the use of neural network models allows us to formulate an analysis method based on AI (artificial intelligence).

**Keywords:** automated analysis, defect, gradient filter, identification of information areas, optical images, algorithm.