

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

Присташ Андрій Степанович
Сторожук Юрій Вадимович

УДК 681.3 (07)

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕКСПРЕС-МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ
ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ЗА КІЛЬКІСНИМ АНАЛІЗОМ МОРФОЛОГІЇ ПОВЕРХНІ
РУЙНУВАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗРАЗКІВ**

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

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

Тернопіль – 2019

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 кафедри КТ

Золотий Роман Захарійович,
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. Перспективним напрямом для розвитку фрактального аналізу є застосування глибоких нейронних мереж. Останнім часом глибокі звивисті нейронні мережі (CNN) досягли прекрасного підвищення продуктивності в задачах Super Image Resolution (SISR). Однак більшості існуючих моделей на основі CNN все ще важко вивчити та повною мірою використовувати адекватні ієрархічні особливості, що має вирішальне значення для ідеального відновлення як високочастотної, так і низькочастотної інформації.

Відомо програмне забезпечення яке містить шість і навіть більше алгоритмів аналізу поверхонь, тому важливо провести експеримент, щоб визначити, який алгоритм забезпечив найбільшу точність значень фрактальної розмірності (D^*) та калібрувати цього алгоритму на поверхнях, генерованих із відомими значеннями D . При цьому застосування епоксикомпозитів, наповнених різними за формою, дисперсністю і природою наповнювачів, для захисту устаткування обумовлює комплекс їх властивостей: довговічність і хімічна стійкість до морського середовища, стійкість до перемінних температур, низька теплопровідність, порівняно з металами, корозійна тривкість, зносостійкість. Отже, все більшої уваги приділяють практичному застосуванню таких матеріалів і автоматизованому дослідженню їх властивостей, зокрема із застосуванням фрактальної розмірності.

Огляд літератури свідчить про те, що всі проведені до цього часу дослідження Букетова А.В., Сапронова О.О., Браїла М.В., Золотова Р.З., Колосова О.Є. не охоплювали кількісного аналізу ФР поверхні руйнування матеріалів, зокрема епоксикомпозитів. Відомі праці В. Козака та О. Попадюк щодо оцінювання фрактальності зламів, проте співставлення фрактальної розмірності з енергоємністю руйнування в їх працях відсутні. Основна мета цього дослідження - визначити фрактальний характер та закономірності руйнування епоксикомпозитів, що мають різні міжфазні співвідношення та різні механічні характеристики, використовуючи цифровий аналіз зображення та встановити, чи існує кореляція між значенням фрактальності поверхні і ударною в'язкістю руйнування.

Метою цієї магістерської роботи є розробка автоматизованих методів для оцінювання енергоємності руйнування полімеркомпозитних захисних покриттів із самоорганізованою структурою на основі урахування закономірностей фізико-хімічних процесів при формування епоксикомпозитних матеріалів.

Предметом дослідження є процеси випробувань покриттів формування їх зламів та відповідних оптико-цифрових ознак, а також властивостей композитних матеріалів і покриттів.

Основні завдання дослідження: комп'ютерний аналіз зображень як основним інструмент діагностичних систем, що дозволяє істотно підвищити якість діагностики.

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

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

А. Присташ, Ю. Сторожук, Д. Баран, О. Маруцак Автоматизований експрес-метод порівняння механізмів руйнування епоксикомпозитів за кількісним аналізом морфології зламу лабораторних зразків // 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 автоматизованого аналізу морфології зламів епоксикомпозитних зразків з метою зменшення трудомісткості та вартості досліджень ударної в'язкості.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання ФР як ознаки цілеспрямованого регулювання їх експлуатаційних характеристик.

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

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано мету і основні завдання дослідження, визначено наукову новизну роботи і перспективи її розвитку, показано зв'язок дисертаційної роботи з іншими темами. Наведено відомості про апробацію результатів дослідження та кількість публікацій.

В першому розділі проведено огляд, зокрема основну увагу приділено автоматизованим схемам обладнання і режими випробування композитів.

В другому розділі проведено опис автоматизованих методів і технологічних особливостей існуючих методів і підходів для оцінювання фрактальної розмірності оптичних зображень.

В третьому розділі обґрунтовано вибір обґрунтовано вибір методів обчислення ФР, зокрема вибір порогу градієнтного фільтра, який відрізняється тим, за даними градієнтних методів. Визначено оптимальний поріг і підвищують достовірність оцінювання аналізованого параметра.

В четвертому розділі встановлено нові закономірності ударного руйнування епоксикомпозитів на їх зв'язок із ударною енергією руйнування. У епоксикомпозитах, поверхні руйнування зразків у 2-D просторі ніколи будуть однакові, через відмінності в формуванні зв'язків між наповнювачем та епоксидною смолою. Особливо відрізняються ударна в'язкість та міцність.

Виявлено ФР поверхні руйнування композитних матеріалів із частками фулерену C_{60} за схемами випробувань (1-6), проведених доц. О.О. Сапроновим.

В п'ятому розділі оцінено економічну ефективність проекту.

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

Висновки

У магістерській роботі розвинуто фрактальний аналіз поверхонь руйнування епоксикомпозитів після ударних випробувань, оскільки існуючі методи та діагностичні системи оброблення таких зображень не задовольняють сучасним вимогам до подібних систем.

Встановлено в взаємозв'язок D поверхні руйнування композитних матеріалів із частками фулерену C_{60} за схемами випробувань (1-6), проведених доц. О.О. Сапроновим та енергією ударного руйнування зразків.

Застосування фрактального підходу дозволило враховувати геометричні особливості поверхонь руйнування притаманні крихким та в'язким ділянкам, які в свою чергу пов'язані з енергетичними параметрами процесу їх формування. Саме це було теоретично обґрунтовано і апробовано під час проведення досліджень.

Анотація

Тема: «Автоматизований експрес-метод оцінювання ударної в'язкості епоксикомпозитів за кількісним аналізом морфології поверхні руйнування лабораторних зразків»

Магістерська робота (комплексна): 111 с. пояснювальної записки, 12 аркушів графічного матеріалу (слайдів), 41 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: автоматизовані методи обчислення фрактальності, поверхні зразків.

Метою роботи є розробка алгоритмів обчислення фрактальної розмірності епоксипокриттів. При цьому буде апробовано та встановлено кореляційну залежність між ФР та енергією руйнування, що забезпечить встановлення механізмів підвищення характеристик композитів, що дозволяє збільшити термін експлуатації розроблених матеріалів.

Методи дослідження: оптико-цифровий аналіз.

У магістерській роботі обґрунтовано та експериментально виявлено в взаємозв'язок ФР (D) поверхні руйнування композитних матеріалів із частками фулерену C_{60} за схемами випробувань (1-6), проведених доц. О.О. Сапроновим та енергією ударного руйнування зразків.

За даними оптико-цифрового аналізу виявлено та описано геометричні особливості поверхонь руйнування притаманні крихким та в'язким ділянкам, які в свою чергу пов'язані з енергетичними параметрами процесу їх формування. Саме це було теоретично обґрунтовано і апробовано під час проведення досліджень.

Summary

Topic: "Automated express method for evaluating the toughness of epoxy composites by quantitative analysis of the surface morphology of the destruction of laboratory samples"

Master's thesis (comprehensive): 111 p. explanatory note, 12 sheets of graphic material (slides), 41 literary sources.

Object of study: automated methods for calculating fractal surfaces of samples.

The purpose of this work is to develop algorithms for calculating the fractal dimension of epoxy coatings. This will test and establish the correlation between the FR and the energy of destruction, which will ensure the establishment of mechanisms to improve the performance of composites, which allows to increase the life of the developed materials.

Research methods: optical-digital analysis.

In the master's thesis, the interfacial surface of fractal dimensions of composite materials with C₆₀ fullerene particles according to the schemes of tests (1-6), conducted by Assoc. professor O.O. Sapronov and impact toughness energy of the specimens.

According to optical-digital analysis, the geometric features of fracture surfaces inherent in brittle and viscous areas are identified and described, which in turn are related to the energy parameters of their formation process. This was theoretically substantiated and tested during the research.