

Відгук
офіційного опонента, професора Дурягіної Зої Антонівни
на дисертаційну роботу Іvasенко Ірини Богданівни
«Оцінювання неоднорідності та пошкодженості конструкційних матеріалів методами
структурно-адаптивної обробки зображень»
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
зі спеціальності 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій

Актуальність теми дисертації та зв'язок з науково технічними програмами.
Створення ефективних методів аналізу зображень відповідає сучасним вимогам до систем технічної діагностики. Це актуально як для діагностики внутрішнього стану матеріалу так і для оцінювання ступеня пошкодження поверхонь металевих конструкцій. Використання сучасних методів обробки зображень та розпізнавання образів, систем штучного інтелекту є ефективним в задачах діагностики матеріалів і конструкцій.

Тема дисертаційної роботи відповідає науковим напрямам, які виконувалися в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, зокрема: "Створення математичних моделей фізичних явищ на базі теорії апроксимації, покращання зображень та розпізнавання образів"; "Розробка та впровадження комплексів цифрової обробки, аналізу та зберігання зображень, одержаних при дефектоскопії об'єктів підвищеної небезпеки методами капілярного, магнітного та радіаційного контролю для визначення їх технічного стану, залишкового ресурсу та паспортизації"; "Створення інтелектуальних інформаційних технологій розпізнавання дефектності об'єктів та аналізу їх геометричних параметрів при технічній діагностиці"; "Розроблення комп'ютеризованих методів кількісного аналізу елементів зламів і структури трубних сталей, спричинених їх деградацією" в яких автор була виконавцем; молодіжному гранту НАН України "Комп'ютеризована система обробки та аналізу цифрових зображень, отриманих при електронно-променевому зварюванні" в якій автор була керівником; "Створення методів автоматичного аналізу зображень пошкоджених зон трубопроводів на основі нових алгебр"; "Створення завадостійких методів опрацювання діагностичних зображень конструкційних матеріалів для кількісної оцінки їх параметрів та характеристик"; "Розроблення методів діагностування захисних покріттів елементів металевих конструкцій з використанням інтелектуальних обчислень"; "Розроблення наукових зasad діагностування технічного стану сталей за кількісними оцінками фрактографічних ознак пошкодженості елементів конструкцій, експлуатованих під впливом корозійних середовищ" в яких автор була відповідальним виконавцем.

Загальна характеристика та зміст роботи. Мета роботи, сформульована дисертанткою, полягає є розробленні та підвищенні ефективності застосування методів і засобів структурно-адаптивної обробки зображень, отриманих різними фізичними методами, для діагностики технічного стану матеріалів і поверхонь. Для досягнення поставленої мети було вирішено такі науково-технічні завдання: розроблено методи структурно-адаптивної локалізації, сегментації та визначення розмірів дефектів в області зварного шва на оцифрованих радіографічних зображеннях; розроблено метод безконтактного автоматизованого кількісного оцінювання ступеня корозійного ураження фарбованих поверхонь елементів металевих конструкцій за їх цифровим зображенням; змодельовано поверхневий шар алюмінієвого сплаву після лазерного армування частинками карбіду кремнію; розроблено методи структурно-адаптивної сегментації зон руйнування та аналізу форми ямок на фрактографічних зображеннях тепlostійких сталей; розроблено методи та засоби структурно-адаптивного аналізу зображень поруватості металевих покріттів.

Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків з наведеними актами впровадження результатів роботи.

У вступі сформульовано загальну характеристику роботи; обґрунтовано актуальність теми, наведено її зв'язок з науковими програмами; окреслено мету, об'єкт та предмет дослідження; сформульовано задачі, новизну отриманих результатів та практичне значення;

представлено дані про апробацію результатів роботи, публікації та особистий внесок авторки.

У першому розділі проаналізовано сучасні літературні джерела, в яких досліджено автоматизовані методи обробки та аналізу зображень у неруйнівному контролі та технічній діагностиці, зокрема, методи обробки радіографічних зображень зварних швів, фрактографічних зображень та оптичних зображень поверхні матеріалів, виокремлено невирішенні раніше задачі.

У другому розділі наведено розроблені методи покращання цифрових радіографічних зображень, а саме: метод оптимального розширення динамічного діапазону рівнів сірого елементів зображення з використанням узагальненої моделі логарифмічної обробки зображень; структурно адаптивні методи покращання зображень, що базуються на логарифмічній моделі представлення зображень та вейвлет перетворенні; алгоритм відновлення вхідного зображення з підвищеннем роздільної здатності.

У третьому розділі описано розроблені методи сегментації зварних швів та дефектів таких як пори, шлаки, утяжини, непровари на цифрових радіографічних зображеннях. Через введення нових інформативних ознак дефектів в зоні зварного шва підвищено імовірність їх правильної класифікації. Запропоновано метод визначення геометричних розмірів дефектів за канавковим еталоном чутливості на радіографічних зображеннях зварних швів, встановлено відносні похибки вимірювань.

У четвертому розділі наведено ряд методів сегментації характерних елементів зламів сталі та обчислення їх співвідношення. Запропонована технологія аналізу ямок на фрактографічних зображеннях зламів дає можливість отримати розподіл таких параметрів, як орієнтація та діаметр ямок. Побудовано технологію виділення субзерен, дозволяє проводити їх кількісний аналіз матеріалознавцем.

У п'ятому розділі описані розроблені методи сегментації зображень оксидокерамічних та лазерно модифікованих покриттів сплавів. Запропоновано метод визначення параметрів пор в оксидокерамічних покриттях за зображеннями поверхні. Розроблено метод аналізу зображень поверхневого шару алюмінієвого сплаву зміщеного частинками карбіду кремнію. Проведено 3D моделювання частинок карбіду кремнію різних розмірів та об'ємної концентрації.

У шостому розділі наведено ряд методів сегментації зон іржавіння фарбованих поверхонь конструкційних матеріалів. Розроблено метод завадостійкої сегментації корозійних ушкоджень на зображеннях фарбованих поверхонь довільного кольору на основі циліндричної колірної моделі і одномасштабного ретинексу для вирівнювання освітленості.

У висновках сформульовано основні наукові результати дисертаційної роботи.

За структурою, мовою та стилем викладення дисертаційна робота є завершеною науковою роботою, що відповідає чинним вимогам МОН України до докторських дисертацій.

Наукова новизна та практична значимість отриманих у роботі результатів. У дисертаційній роботі тримано ряд нових наукових та практичних результатів. Наукова новизна полягає в наступному:

1. Розроблено методику визначення глибини дефектів за їх радіографічними зображеннями та експериментально встановлено відносні похибки визначення ширини та глибини дефектів.

2. Розроблено методику структурно-адаптивної сегментації корозійних ушкоджень, що дозволяє підвищити достовірність кількісного оцінювання площин корозійно уражених ділянок.

3. Здійснено прогностичне моделювання механічних властивостей поверхневих шарів з різною об'ємною концентрацією та розмірами частинок.

4. За фрактографічним зображенням сталі здійснено структурно-адаптивну сегментацію зон руйнування, що дало змогу опосередковано оцінювати рівень деградації або зношування матеріалу.

5. Розроблено методику обчислення ступеня поруватості оксидокерамічних покріттів на зображеннях їх поверхні.

Практична цінність результатів, отриманих в дисертаційній роботі, полягає в підвищенні імовірності коректного діагностування сферичних пор та шлакових включенів у зварних швах; підвищенні точності визначення глибини залягання дефектів; підвищенні точності оцінювання поруватості оксидокерамічних покріттів.

Практичне значення отриманих результатів підтверджено актами впровадження.

Ступінь обґрунтованості, достовірність наукових положень та висновків сформульованих у дисертації. Обґрунтованість отриманих в дисертаційній роботі наукових положень та висновків забезпечується коректним застосуванням математичного апарату, опрацюванням недоліків відомих методів, наявністю експериментальної бази даних, що використана півд час моделювання. Достовірність отриманих результатів підтверджується апробацією основних положень на науково-технічних конференціях.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації і автореферату. Дисертаційна робота написана державною мовою, виклад матеріалу є структурованим, розділи розкривають поставлену мету. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.02.10 - діагностика матеріалів і конструкцій. Дисертація оформлена згідно з вимогами, які пред'являються до докторських дисертаційних робіт.

Повнота викладення основних результатів дисертації. Обсяг публікацій становить 44 наукові праці, серед них 31 стаття у наукових фахових виданнях України та наукових періодичних виданнях інших держав (із них 4 статті у наукових періодичних виданнях, що включені до баз даних Scopus та WEB of Science) та 13 у збірниках праць та тезах вітчизняних та міжнародних науково-технічних конференцій (із них 5 публікацій включені до баз даних Scopus та WEB of Science). Зміст дисертації відображені в опублікованих роботах. Внесок дисертанта в праці зі співавторами є вирішальним.

Повнота викладення основних результатів дисертації відповідає чинним вимогам до публікації результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук та їх апробації. Автореферат у повній мірі відображає зміст дисертації. В представлений докторській дисертації Іvasенко І.Б. не використано результатів її кандидатської дисертації.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.

1. Аналітичний огляд літератури, наведений у першому розділі роботи, зокрема по методиках обробки рентгенівських зображень зварних швів, свідчить, що вони дійсно важко дешифруються як через нерівномірності освітлення різних елементів досліджуваного об'єкта, так і через наявність недостатньо освітлених ділянок. Але в кінці розділу авторка не показала, які саме недоліки попередніх праць та в який спосіб планує виправити, а які з відомих результатів – удосконалити. Хоча в роботі йдеться про їх виправлення.
2. У другому розділі роботи під час опису методик структурно-адаптивного покращання цифрових радіографічних зображень, що стосується ідентифікації рівня сірого кольору або геометричних ознак зображень, таких як краї, кути, неоднорідності структури, не наводиться точність опрацювання цих параметрів порівняно з відповідними еталонами. Це не дає можливість оцінити ефективність використання розроблених методів для практичного використання.
3. В роботі не вказано діапазон збільшень сканувального електронного мікроскопа, за яких досліджувані зображення поверхні оксидокерамічних покріттів можна використовувати для прогностичного моделювання.

4. Не зрозуміло в який спосіб за інформативними ознаками дефектів на радіографічних зображеннях зварних швів автор гарантує їх коректну ідентифікацію. Адже аналогічні ознаки можуть бути притаманні різним типам дефектів. Тому без співставлення з відповідними металографічними зображенням обраних для аналізу ділянок матеріалу, зробити це практично не можливо.

5. Суттєвим недоліком роботи є порівняно невелика кількість експериментальних зразків, мікроскопічні зображення яких були опрацьовані запропонованими методами. В такий спосіб сумнівно очікувати високу повторюваність одержаних результатів, а виходячи з цього коректно діагностувати пори, шлакові включення та інші дефекти у елементах конструкцій або покриттях.

6. Не можу погодитись з висновком авторки, що використання структурно-адаптивного методу сегментації ділянок руйнування за фрактографічним зображенням сталі на основі матриці спільної появи дало змогу обчислити зношування матеріалу та оцінити степінь деградації. В данному випадку мова може бути тільки про встановлення співвідношення площ зон крихкого та в'язкого руйнування.

Наведені вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаного дисертаційного дослідження.

Заключна оцінка дисертаційної роботи. Дисертація Іvasенко Ірини Богданівни «Оцінювання неоднорідності та пошкодженості конструкційних матеріалів методами структурно-адаптивної обробки зображень» є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові наукові результати, що сприяють розробленню методологічних засад побудови методів обробки зображень, отриманих різними фізичними методами та створення на їх основі комп’ютеризованих засобів оцінювання стану матеріалів та елементів конструкцій.

Дисертаційна робота відповідає чинним вимогам до докторських дисертацій, а здобувач Іvasенко Ірина Богданівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.10 - діагностика матеріалів і конструкцій.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри матеріалознавства
та інженерії матеріалів Національного
університету «Львівська політехніка»
МОН України,
доктор технічних наук, професор

З. А. Дурягіна

Підпис професора З. А. Дурягіної засвідчує:

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка» МОН України
к.т.н., доц.



Р. Б. Брилинський