

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Семака Петра Михайловича

«Оцінювання стану приповерхневих шарів матеріалів за швидкістю хвиль Релея
різної частоти»

зі спеціальності 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій

Актуальність теми дисертації.

Деградаційні процеси призводять до змін властивостей матеріалу на поверхні, які поступово призводять до його руйнування. Тому використовуються різноманітні методи покращення поверхневих шарів матеріалів. Відповідно, контроль процесів деградації поверхневих шарів в процесі експлуатації різноманітних виробів, а також оцінка результатів різноманітних процесів, направлених на модифікацію поверхневих шарів, є актуальним завданням. Попри велику кількість різноманітних методів оцінки стану матеріалу більшість з них є достатньо трудомісткі або їх застосування часто обмежується лабораторними умовами. Дисертаційна робота Семака П.М. присвячена розробці методів оцінювання приповерхневих шарів матеріалів з допомогою визначення швидкості поверхневих хвиль Релея різної частоти. Цей підхід поєднує в собі відносну простоту вимірювань з високою інформаційністю, оскільки швидкість акустичних хвиль є чутливою до змін стану матеріалу різної природи. Проте для застосування цієї методики в неруйнівному контролі необхідно вирішити ряд методичних та технічних завдань.

Тому розвиток методів вимірювання швидкості поверхневих акустичних хвиль різної частоти та методик оцінки розподілу властивостей матеріалу за результатами визначення швидкості, а також адаптація цих методик до конкретних об'єктів досліджень є актуальною науково-технічною задачею, на розв'язання якої і спрямована дисертаційна робота Семака П.М.

Загальна характеристика роботи.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Дисертація викладена на 138 сторінках, проілюстрована 52 рисунками, містить список використаних джерел із 143 найменувань.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У **першому** розділі розглянуті чинники, що впливають на швидкість акустичних хвиль, а також особливості поширення поверхневих акустичних хвиль Релея. Проаналізовані сучасні методи збудження та реєстрації поверхневих акустичних хвиль, їх особливості, переваги та недоліки. Проведено аналіз методів визначення швидкості цих хвиль. Приведені приклади оцінки розподілу властивостей матеріалів по глибині на основі визначення швидкості поверхневих акустичних хвиль.

У **другому** розділі визначено величину товщини поверхневого шару, який можна оцінити з допомогою швидкості поверхневої акустичної хвилі певної частоти. В основі запропонованого підходу покладено розподіл енергії поверхневої акустичної хвилі за товщиною. Проаналізовано оптимальні характеристики зондуючого акустичного імпульсу, виходячи із розподілу поверхневої акустичної хвилі по глибині матеріалу. Запропоновано методику визначення швидкості поверхневої акустичної хвилі з великою тривалістю імпульсу, а також практичну схему її реалізації. Також розглядається конструкція перетворювача для збудження та реєстрації поверхневих акустичних хвиль.

У **третьому** розділі проведено дослідження стану металу парогону, який тривалий час був у експлуатації, з допомогою розробленої методики. Виявлено локальні ділянки парогону в яких спостерігається зменшення швидкості поверхневої акустичної хвилі. Також в цих ділянках виявлена частотна залежність швидкості поверхневої акустичної хвилі. На основі проведених досліджень зроблено висновок про поверхневу локалізацію змін властивостей металу поверхні. Проведені металографічні дослідження металу парогону, на основі яких зроблено висновок про деградаційні зміни в ділянках із аномальними значеннями швидкості.

У **четвертому** розділі оцінюється стан поверхневих шарів металу, підданого абразивно-струменевій обробці з допомогою визначення швидкості поверхневих хвиль Релея. Розглядається механізм зміни приповерхневого шару металу, підданого абразивно-струменевій обробці. Проведено аналіз різноманітних

механізмів у зміну швидкості в металі після абразивно-струменевої обробки. Зроблено висновок про значний вклад шорсткості поверхні та пластичної деформації поверхневого шару у зміну швидкості поверхневої акустичної хвилі. Запропоновано методику оцінки товщини модифікованого поверхневого шару на основі визначення швидкості поверхневих акустичних хвиль різної товщини.

Висновки належним чином відображають результати дисертаційної роботи.

Додатки містять акти впровадження результатів дисертаційної роботи та список опублікованих праць за темою дисертації.

Основні наукові результати та їх новизна.

До нових наукових результатів можна віднести:

- проведено оцінку товщини шару матеріалу, яку можна характеризувати на основі визначення швидкості релеївської хвилі певної частоти, згідно якої для хвилі довжиною Λ її швидкість в основному визначається шаром матеріалу товщиною $0,6 \Lambda$;
- розроблено нову методику визначення швидкості для хвиль різної частоти для імпульсів з великою тривалістю, що забезпечує достатню роздільну здатність по товщині;
- створено методику дослідження матеріалу парогону та виявлення локальних ділянок парогону, в яких відбулися деградаційні зміни;
- показано можливість визначати розподіл параметрів приповерхневих шарів металу, які виникли в результаті абразивно-струменевої обробки, з допомогою аналізу швидкості релеївських хвиль різних частот, що дозволило розробити методику оцінювання стану металу після абразивно-струменевої обробки.

Обґрунтування наукових положень, висновків та рекомендацій.

Положення, висновки та рекомендації, отримані в дисертації Семака П.М. забезпечуються коректністю постановки та проведення досліджень, апробацією розроблених методів на об'єктах контролю, узгодженням отриманих результатів із відомими в літературі чи отриманими іншими методами.

Отримані результати представлені на наукових конференціях та опубліковані в провідних вітчизняних наукових виданнях.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертаційна робота викладена професійно та грамотно. Матеріали дисертації логічно систематизовані. Тема та зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.02.10 – діагностика матеріалів та конструкцій.

Зауваження до дисертації та автореферату.

1. Зміни швидкості поверхневої акустичної хвилі, які необхідно визначати, є достатньо малі. В роботі не вказано, чи потрібно створювати певні умови для досягнення необхідної точності вимірювань і наскільки стійка запропонована методика вимірювань до зовнішніх впливів, таких як, наприклад, вібрації чи коливання температури.

2. Чи можна використовувати запропоновану методику для об'єкту контролю на поверхні якого присутні тріщини, так як тріщина певної глибини повинна по-різному впливати на поширення хвиль різної частоти, оскільки для них характерною є різна глибина проникнення.

3. Форма поверхні об'єкту контролю є важливою для визначення швидкості поверхневих акустичних хвиль. Поверхня парогону має циліндричну форму і з матеріалів дисертації роботи не зовсім зрозуміло, яким чином враховували форму поверхні об'єкту контролю під час вимірювань.

4. В роботі запропонований метод оцінки товщини наклепаного шару в зразку, підданому абразивно-струменевій обробці за величиною зміни швидкості поверхневих акустичних хвиль різної частоти. Чи можливо даний підхід використовувати для визначення інших характеристик наклепаного шару?

5. Для акустичних методів діагностики важливим є стан поверхні об'єкту контролю, проте в дисертаційній роботі не вказано, яка необхідна якість обробки поверхні для вимірювань швидкості з допомогою контактних п'єзоелектричних перетворювачів і чим визначається величина допустимих нерівностей поверхні.

Однак слід підкреслити, що зроблені зауваження не знижують цінності отриманих результатів та наукового рівня дисертаційної роботи.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Семака П. М. із врахуванням наукової новизни отриманих результатів, актуальності вирішених завдань і можливості їх практичного використання є закінченим науковим дослідженням.

За змістом, структурою та обсягом дисертація Семака П.М. «Оцінювання стану приповерхневих шарів матеріалів за швидкістю хвиль Релея різної частоти», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, задовольняє вимоги МОН України до кандидатських дисертацій, а також відповідає паспорту спеціальності 05.02.10 - діагностика матеріалів та конструкцій, а її автор Семак Петро Михайлович заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент,

доцент кафедри зварювального виробництва,

діагностики та відновлення металоконструкцій

Національного університету «Львівська політехніка»

кандидат технічних наук,

доцент



Дзюбик А. Р.

Підпис доцента кафедри зварювального виробництва, діагностики та відновлення металоконструкцій НУ «Львівська політехніка», кандидата технічних наук, доцента Дзюбика А. Р. засвідчую:

Вчений секретар НУ «Львівська політехніка»



Брилинський Р. Б.