

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу **Мельник Наталії Петрівни**
“Розвиток методу магнетопружної акустичної емісії для діагностування стану
тривалоексплуатованих феромагнетних елементів конструкцій”,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності
05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій

Актуальність теми дослідження. Ефективність методів і засобів діагностики та неруйнівного контролю характеризується здатністю систем аналізу отриманих сигналів точно виявляти, ідентифікувати та класифікувати прояви різних явищ взаємодії зондуючого сигналу з неоднорідностями матеріалу, що відповідають дефектам. Для діагностування феромагнетних елементів матеріалів і конструкцій ефективним є метод магнетопружної акустичної емісії (МАЕ), яка виникає за перемагнечування феромагнетного конструкційного матеріалу і пов’язана з ефектом Баркгаузена.

Пружні імпульси, які супроводжують стрибкоподібні зміни намагнеченості, виходять на поверхню зі значних глибин металу, їх реєструють вимірювальними засобами і обробляють. Застосування методу МАЕ в реальних умовах експлуатації феромагнетних елементів обладнання передбачає перемагнечування певного об’єму діагностованого об’єкта. При цьому важливе значення має система оброблення та інтерпретації інформації сигналу, що дозволяє обчислити його статистичні характеристики, параметри функцій амплітудного та часового розподілів.

Отже, аналіз закономірностей генерування сигналу МАЕ, вибір, обґрунтування його статистичної моделі та розроблення оптимальних алгоритмів опрацювання є важливим науковим завданням.

Також подібна науково – технічна задача досліджується в дисертаційній роботі, що свідчить про її суттєву актуальність. Іншим підтвердженням цього можна вважати той факт, що задачі, сформульовані в дисертaciї, відповідають завданням підприємств нафтогазової галузі, на замовлення яких було виконано низку проектів.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відділі акустичних методів технічної діагностики у відповідності до науково-дослідних програм і тематичних планів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України. Починаючи з 2013 року і включно до 2019 року автор дисертаційної роботи була відповідальним виконавцем 9-х держбюджетних та господарських проектів, які відповідають напряму дослідження.

Наукові та практичні результати виконаних досліджень використані в «ПАТ Укртранснафта» та управлінні магістральних газопроводів «Прикарпаттрансгазу».

Мета роботи полягає у вирішенні наукової задачі – розробленні нової методики діагностування стану феромагнетних об'єктів контролю на базі аналізу механізму генерування магнетопружної акустичної емісії та статистичного модуля зареєстрованого сигналу. Аналіз результатів дисертаційних досліджень вказує на досягнення зазначеної мети роботи.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- вивчено механізми генерування МАЕ, що дозволило пов'язати параметри сигналу з характеристиками досліджених полікристалічних матеріалів, зокрема трубних сталей;

- розвинуто імпульсну модель зареєстрованого сигналу за результатами аналізу механізму генерування МАЕ, яка враховує його основні ознаки. Запропоновано низку додаткових параметрів оцінювання пошкодженості матеріалу;

- встановлено вплив умов перемагнічування на зміну параметрів сигналу МАЕ, створено процедуру оптимізації реєстрування сигналу, що забезпечило порівноважність результатів діагностування;

- запропоновано нову методику діагностування напружено-деформованого стану металоконструкцій.

Практична цінність роботи підтверджується її загальною спрямованістю на розробку методів технічного діагностування, розвитку методів опрацювання сигналів МАЕ отриманих в реальних умовах, з метою оцінки зміни структури металу за впливу технологічних чинників, що може відображатись концентрацією водню в металі.

Результати роботи використано у «ПАТ Укртранснафта» та управлінні магістральних газопроводів «Прикарпаттрансгазу», що підтверджено актами впроваджень.

Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації і їх достовірність та новизна.

Обґрунтованість наведених в дисертації наукових положень та висновків базується на успішному визначенні перспективних напрямів вирішення сформульованої задачі, виборі адекватних моделей досліджень, опрацюванні недоліків та переваг існуючих методів МАЕ, комплексному характері експериментів, сучасними математичними методами обробки їх результатів. Достовірність результатів дослідження підтверджується їх відповідністю сучасним уявленням про природу дефектів, які діагностуються.

Оцінка змісту дисертації.

Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури з 295 найменувань та додатків, в яких наведено допоміжний матеріал та акти впровадження результатів роботи. Загальний обсяг роботи складає 200 сторінок, 64 рисунка і 6 таблиць.

Таким чином, автор структурувала та систематизувала наукову проблему, сформульовану в дисертації, що дозволило її успішно вирішити.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, вказано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету, об'єкт та предмет дослідження, перелічено задачі та методи дослідження, сформульовано наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача та наведено апробацію результатів дисертації та публікацій.

У **першому розділі** проведено аналіз сучасного стану використання методів оцінювання пошкодженості тривалоексплуатованих конструкцій. Розгорнутий аналіз методів МАЕ дозволив зробити важливий висновок про перспективність його розвитку.

У **другому розділі** описано механізми генерування МАЕ, які сформульовано на засадах раніше відомих підходів, але розвинуто на основі попередньо проведеного аналізу. Це дало змогу пов'язати параметри сигналу, з характеристиками досліджуваного феромагнетного матеріалу та виокремити його характерні ознаки. Обґрунтовано, що запропоновані методи дають змогу отримати більш точні кількісні характеристики пошкоджень, ніж відомі аналоги.

У **третьому розділі** розвинуто математичну модель сигналу МАЕ, обґрунтовано його інформативні параметри та запропоновано алгоритм оцінювання. Розроблено алгоритми стабілізації струму перемагнічування та індукції перемагнечувального поля на основі оцінювання умов збудження на зміну параметрів МАЕ.

У **четвертому розділі** автором дисертації створено та апробовано новий метод діагностування пошкодженості матеріалів об'єктів тривалої експлуатації підданих наводнюванню, корозії та ін.

У **висновках** сформульовано основні наукові результати дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота є завершеною науковою роботою, за структурою, мовою і стилем написання відповідає вимогам МОН України, які ставляться до кандидатських дисертацій.

Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації, аналіз автореферату.

Основні результати дисертаційної роботи в достатній мірі опубліковано в 26 наукових працях, із яких 7 статі у наукових фахових виданнях України, 3 з яких входять у провідні міжнародні наукометричні бази (Scopus та Web of Science); 18-матеріали міжнародних науково-технічних конференцій та 1 стандарт ПАТ «Укртранснафта». Основні наукові положення і висновки, які представлені в дисертації та авторефераті, ідентичні між собою. Автореферат повністю відображає актуальність роботи, зміст і суть одержаних наукових результатів, їх практичне

значення, детально виокремлює особистий внесок здобувача та демонструє апробацію результатів. Плагіату та запозичень немає.

Проте, є низка зауважень по дисертації та автореферату, зокрема:

1. З огляду літератури (ст. 26-58) не зрозумілі деякі фізико-механічні передумови та аспекти застосування МАЕ:

- чи можна застосовувати цей метод для оцінювання поточного стану конструкцій (магістральних газопроводів, посудин, що працюють під тиском, металоконструкцій), за відсутності даних про початковий стан металу?

- відомо, що металоконструкції можуть мати значні градієнти структури та механічних властивостей, оскільки виготовлені з прокату різних партій. Що у такому випадку є «непошкодженим матеріалом», для даного методу?

2. В розділі 2 «Аналіз механізму...», автором докладно обґрунтовано застосування МАЕ, проте слід уточнити:

- чи можна даним методом оцінити стан матеріалу в контексті стадійності накопичення пошкоджень, наприклад, стан передруйнування, щоб запобігти непрогнозованому руйнуванню конструкції?

- чи можна метод використовувати лише для дефектоскопії чи і для дефектометрії?

- як використати результати методу для оцінювання залишкової довговічності конструкцій?

3. В 4 розділі доведено, що метод МАЕ є структурно-чутливим. Проте в матеріалах можуть відбуватися не лише типові, а й особливі структурно-механічні перетворення, наприклад, за динамічних незрівноважених процесів. Крім того відомо, що певні види навантаження (наприклад багатоциклова втома) передбачають накопичення пошкоджень на мікрорівні, коли немає поліморфних перетворень, а відбувається зміна дислокаційної структури в межах зерна, тому слід уточнити, як оцінити межу чутливості методу для різних типів навантаження?

4. Чи є кореляційний зв'язок між даними пропонованого методу МАЕ та деградацією механічних властивостей?

Загальні висновки

Дисертаційна робота *Мельник Наталії Петрівни* на тему: “Розвиток методу магнетопружної акустичної емісії для діагностування стану тривалоексплуатованих феромагнетних елементів конструкцій”, представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.10.02 –діагностика матеріалів і конструкцій, є завершеною науковою працею, в якій розв’язано актуальну науково-технічну задачу з розвитку методу діагностування стану тривалоексплуатованих металоконструкцій за параметрами сигналу МАЕ, а також отримано нові методи і моделі аналізу пошкодженості, що дозволяють підвищити точність дефектоскопії та дефектометрії об’єктів підвищеного експлуатаційного ризику.

Робота відповідає вимогам паспорту вказаної спеціальності, а також чинним вимогам “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а **Мельник Наталія Петрівна** заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій.

Офіційний опонент:
завідувач кафедри автоматизації
технологічних процесів і виробництв
Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
доктор технічних наук, професор

П.О. Марущак

Підпис д.т.н., проф. Марущака П.О. засвідчує
Вчений секретар Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
канд. техн. наук, доц.

Г.М. Крамар

