

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Демченко Марії Олександрівни**

**«Вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій»,**

яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

5.11.13 - прилади і методи контролю та визначення складу речовин

### **1. Актуальність теми дисертації**

Надійна експлуатація металевих конструкцій промислових будівель потребує проведення постійного моніторингу їх технічного стану. Основним інформативним показником якого є результати порівняння проектних і фактичних значень механічних напружень в умовах експлуатаційних навантажень. Критичні значення фактичних механічних напружень виникають в локальних зонах елементів металевих конструкцій через порушення умов експлуатації, зазначених у технічній документації.

Серед всіх конструктивних елементів промислових споруд найбільше навантаження мають перекриття, з прогоном між опорними елементами, що виконані зі сталевих фасонних профілів. Дані елементи працюють на вигин, де в місцях найбільшого прогину виникають максимальні значення механічних напружень. Зміна напружено-деформованого стану металевих конструкцій будівель може бути спричинена низкою чинників, таких як: зміна призначення будівлі; реорганізація технологічного процесу зі зміною обладнання технологічних ліній в самій будівлі; експлуатація споруди за межами проектних режимів; природні катаклізми; потоншення під дією корозії елементів конструкцій; зміна нормативних вимог, що пред'являються до будівництва.

Особливе значення для контролю технічного стану промислових будівель має розробка оперативних методів неруйнівного контролю, які дозволять визначати значення дійсних механічних напружень фасонних профілів з високою точністю протягом всього життєвого циклу будівлі, без його пошкодження.

Відповідно до викладеного, дисертаційна робота, метою якої є обґрунтування та вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій, з використанням ефекту акустопружності для діагностики дійсних механічних напружень металу фасонних профілів металевих конструкцій, вирішує актуальне та важливе науково-практичне завдання.

### **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, їх достовірність**

Наукові положення, результати і висновки досліджень, що отримані в

дисертаційній роботі, цілком науково обґрунтовані.

Розроблені в дисертації геометричні моделі металевих конструкцій є обґрунтованими, зроблені припущення та спрощення є коректними. Отримані результати аналітичного дослідження впливу геометричних величин на акустичний сигнал не суперечать реальним фізичним явищам та процесам, урахування умов проведення діагностики уточнюється результатами аналітичного розрахунку. Дослідження проведено з використанням відомих методів геометричного та імітаційного моделювання, акустичної діагностики, методів цифрової обробки сигналів, теорії ймовірності та методів програмування. Достовірність отриманих результатів не викликає сумніву, результати перевірені з використанням методів статистичної обробки експериментальних даних.

### **3. Важливість отриманих результатів для науки та практичного використання**

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1. Вдосконалено акустичний метод діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій, що базується на ефекті акустопружності, шляхом використання дзеркально-тіньового методу прозвучування матеріалу на ділянках з різними значеннями механічних напружень та різницевого методу визначення дійсних механічних напружень з використанням поперечних ультразвукових хвиль.

2. Отримано нову аналітичну залежність дійсних механічних напружень металевих конструкцій від геометричних параметрів та типу фасонного профілю, типу розподілення напруження за довжиною профілю, що необхідні для реалізації вдосконаленого акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій.

3. Встановлено вплив геометричних та акустичних величин на результат діагностики дійсних механічних напружень та обґрунтовано способи їх зменшення шляхом використання блоку п'єзоелектричних перетворювачів та корегування виміряних значень інтервалів часу в залежності від температури навколишнього середовища.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що створено систему діагностики напружено-деформованого стану для визначення дійсних механічних напружень в фасонних профілях металевих конструкцій, яка може бути інтегрована в комплексний аналіз напружено-деформованого стану промислових будівель. Обґрунтовано загальну методика проведення акустичної тензометрії з використанням дзеркально-тіньового методу прозвучування. Розроблено програмне забезпечення для обробки та аналізу результатів діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій. Запропоновано методика уточнення коефіцієнтів акустопружнього зв'язку матеріалу фасонних профілів металоконструкцій існуючих будівель, з використанням ділянки нейтральної лінії профілю

металевої конструкції. Розроблено модель комплексного аналізу напружено-деформованого стану металевих конструкцій, яка включає використання вдосконаленого акустичного методу діагностики фасонних профілів.

Результати дисертаційного дослідження мають практичне впровадження в ТОВ «Інженерно-будівельна компанія «Укрспецбуд» та ТОВ «Енерго-Інвест» та в навчальному процесі приладобудівного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

#### **4. Повнота освітлення результатів в опублікованих працях, апробація роботи**

Наукові публікації автора, в цілому відображають зміст дисертації. Основний зміст, наукові положення та результати дисертації в 28 наукових праць, з них: вісім статей у наукових фахових виданнях, що входять до наукометричних баз, двадцять тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій в тому числі 5 закордонних.

#### **5. Оцінка вмісту дисертації**

В дисертація послідовно вирішується актуальна науково-практична задача вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій промислових будівель в умовах експлуатації для забезпечення їх надійної експлуатації.

Аналіз сучасного стану проблеми забезпечення надійності будівель та їх безпечної експлуатації визначає головні вимоги до металевих конструкцій та шляхи їх можливої діагностики в період експлуатації без втручання та зупинки технологічних процесів в виробництві. В якості об'єкту контролю автором обрано прокатні та зварні фасонні профілі, що є основними складовими елементами металевих конструкцій будівель та знаходяться під впливом основних експлуатаційних навантажень. Однією з важливих експлуатаційних характеристик даних конструкцій є напружено-деформований стан їх елементів, зміна якого може призвести до виникнення аварійних ситуацій та загроз для людей, що там знаходяться. Автором пропонується вирішення зазначених завдань шляхом використання акустичної тензометрії. На основі проведеного аналізу літературних джерел сформульовано мету і завдання наукових досліджень.

В першому розділі проведений аналіз об'єкту контролю, його фізико-механічних особливостей. Висвітлено механізм формування механічних напружень та необхідність діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій промислових будівель в період їх експлуатації. Проведений аналіз методів, які використовуються для визначення дійсних механічних напружень металевих конструкцій, що показав доцільність та

перспективність використання методу акустичної тензометрії, який оснований на явищі акустопружності, тобто залежності відносної зміни швидкості поширення ультразвукової хвилі в об'єкті контролю від величини механічних напружень.

У другому розділі обґрунтовано можливість вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій з встановленням дійсних механічних напружень в полицях фасонних профілів в перерізі дії максимальних значень напружень. Проведений аналіз факторів структури, хімічного складу, анізотропії, технології виготовлення, дійсних та залишкових напружень для обґрунтування необхідності врахування кожного з них при розробці математичної залежності, тобто впливу на відносну зміну швидкості ультразвукової хвилі при використанні дзеркально-тіньового методу для встановлення усередненого значення напруження по базі прозвучування. Проведено теоретичне дослідження впливу зміни геометричних розмірів фасонних профілів типу двотавр та швелер, що мають плоскопаралельні та похилі внутрішні грані полиць, на положення акустичної вісі. Наведена аналітична залежність між часом проходження ультразвукової хвилі, геометричними параметрами та схемою розподілення напружень профілю для визначення одновісних механічних напружень усереднених по базі прозвучування в полиці фасонного профілю.

В третьому розділі запропоновано схему побудови системи діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій. Для технічної реалізації запропонованої системи проведено аналіз та обґрунтовано вибір технічних засобів для її реалізації. Розроблено методику визначення акустопружних коефіцієнтів зв'язку з використанням запропонованої системи. Автором проведено аналіз та класифікацію похибок, що виникають у процесі акустичної діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів дзеркально-тіньовим методом.

У четвертому розділі представлені результати дослідження часових інтервалів проходження ультразвукової хвилі на нейтральній лінії фасонних профілів. Автором отримані значення акустопружних коефіцієнтів зв'язку для фасонних профілів металевих конструкцій для напружень розтягування та стиснення. В даному розділі наведено методику діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів, та з її використанням здійснено акустичну діагностику напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій промислових будівель. Приведені результати дослідження напружено-деформованого стану фасонних профілів адміністративно-господарчої будівлі, що тримані за допомогою використання розроблених методик та експериментальної установки проведено.

## **6. Зауваження по роботі**

1. В п. 1.4 необхідно чітко розрізняти «методи тензометрії» та «методи

ультразвукової діагностики та вимірювань».

2. В п. 1.5 вказано, що для контролю обирається поперечна хвиля, але не наведено критичного аналізу її вибору.

3. На мій погляд термін «дійсні механічні напруження» не дуже вдалий. Можливо було б краще використати термін «фактичні механічні напруження».

4. В п. 2.1 зазначено, але не обґрунтовано вплив залишкових напружень в поверхневому шарі гарячекатаних сталевих фасонних профілів на усереднене значення напруження при прозвучуванні.

5. В роботі не відображено, за якими критеріями та якими методами в програмному середовищі проводиться статистична обробка результатів експерименту.

6. В описі експериментів наведених в п.п. 4.1.1 та 4.1.2 не вказані налаштування системи діагностики встановлені під час проведення вимірювань.

7. В роботі автор отримує акустопружні коефіцієнти зв'язку для сталі С245, однак відсутній перехід до модуля пружності (модуля Юнга) та порівняльний аналіз з акустопружними коефіцієнтами, отриманими для даного матеріалу іншими методами.

8. В п. 4.4 не вказано, які напруження стиснення чи розтягу контролюються на промисловому об'єкті.

Але наведені зауваження не знижують наукову цінність проведених досліджень та їх практичне значення для сучасного стану та розвитку методів і засобів неруйнівного контролю технічного стану об'єктів.

## **7. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам**

Незважаючи на вказані вище зауваження, дисертація за актуальністю, науковою новизною, особистим внеском автора, практичною значимістю, обсягом, рівнем публікацій відповідає вимогам до дисертацій та авторефератів. Матеріали наукових досліджень викладено чітко, послідовно та логічно, висновки за розділами та загальні висновки дисертації містять якісні та кількісні наукові та практичні результати.

За поставленою метою та вирішеними задачами, об'єктом та предметом досліджень, отриманими результатами робота Демченко Марії Олександрівни відповідає паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Автореферат достатньо повно і ґрунтовно розкриває основний зміст дисертації і відповідає вимогам щодо обсягу й оформлення.


Основні результати дисертації мають практичне впровадження, що підтверджується відповідними актами.

## 8. Висновок про дисертацію в цілому

Все вказане вище дозволяє вважати, що дисертація Демченко М.О. є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішена важлива науково-технічна задача вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій і отримані нові наукові отримані результати.

Робота цілком відповідає п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор – Демченко Марія Олександрівна присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальність 05.11.13 – приладі і методи контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник,  
провідний інженер  
Головної астрономічної  
обсерваторії НАН України

 О.І. Шевченко

Підпис д.т.н., провідного  
інженера Головної астрономічної  
обсерваторії НАН України  
О.У. Шевченка завіряю.

Учений секретар Головної  
астрономічної обсерваторії НАН України  
  
Л.М. Сварій