

## **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

05.11.13– прилади і методи контролю та визначення складу речовин

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

Експлуатація металевих конструкцій промислових споруд передбачає проведення постійного моніторингу їх технічного стану. Основним інформативним показником останніх є результати порівняння проектних і фактичних значень механічних напружень в умовах експлуатаційних навантажень. Критичні значення фактичного напруження виникають в локальних зонах елементів металевих конструкцій через порушення умов експлуатації, зазначених у технічній документації.

Серед всіх конструктивних елементів промислових споруд найбільшому навантаженню піддаються перекриття, які мають погони між опорними елементами. Такі конструктивні елементи металевих конструкцій, виконані зі сталевих фасонних профілів, працюють на вигин, де в місцях найбільшого прогину спостерігається виникнення максимальних значень механічної напруги. Для забезпечення надійності при проектуванні металевих конструкцій розраховують допустимі значення навантажень, які не призводять до виникнення критичних напружень в зонах їх максимальної концентрації. Зміна напружено-деформованого стану металевих конструкцій споруди може бути викликана 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; витончення під дією корозії елементів конструкцій; зміна нормативних вимог, що пред'являються до будівництва.

Для забезпечення цілісності споруди необхідно проводити контроль технічного стану споруди та визначати значення напруження в місцях їх концентрації. Тому, актуальним напрямом є розробка оперативних методів неруйнівного контролю, які дозволять діагностувати значення показників напружено-деформованого стану фасонних профілів з високою точністю протягом всього життєвого циклу будівлі, без його пошкодження.

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

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, що були сформульовані в дисертаційній роботі, є високим й базується на

аналізі літературних джерел за даною тематикою, достатній постановці мети і задачі дослідження, використанні сучасні методи дослідження, а також в якісному формулюванні отриманих висновків.

Методичні рекомендації, розроблені в дисертації мають практичну спрямованість, що підтверджується розробленими технічними рішеннями та впровадженням їх для діагностики промислових об'єктів.

### **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 на їх основі було розроблено систему діагностики напружено-деформованого стану для визначення дійсних механічних напружень в фасонних профілях металевих конструкцій, загальну методику проведення акустичної тензометрії з використанням дзеркально-тіньового методу прозвучування, програмне забезпечення для обробки та аналізу результатів діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій, методику уточнення коефіцієнтів акустопружного зв'язку матеріалу фасонних профілів металоконструкцій існуючих будівель, а також модель комплексного аналізу напружено-деформованого стану металевих конструкцій.

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 положення та отримані результати достатньо повно представлені в опублікованих автором наукових працях і апробовані на науково-технічних конференціях

За темою дисертаційної роботи опубліковано 28 наукових праць, з них: вісім статей у наукових фахових виданнях, що входять до наукометричних баз (одна з яких в іноземному журналі), двадцять тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій в тому числі 5 закордонних.

#### **5. Оцінка вмісту дисертації**

В дисертаційній роботі знайшли подальший розвиток наукові дослідження та положення, пов'язані з розробкою системи діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій промислових будівель. Вирішення задачі вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій автором проводиться поступово в декілька етапів. На першому етапі проведено аналіз всіх можливих факторів, що можуть впливати на результат діагностики, пов'язаних з фізичним станом об'єкту контролю та умовами проведення діагностики. На другому етапі сформована основна математична залежність визначення дійсних механічних напружень в фасонних профілях металевих конструкцій з урахуванням їх геометрії та законів розподілення напружень. Третій етап присвячено розробці системи для реалізації вдосконаленого методу акустичної діагностики. Четвертим етапом стало експериментальне підтвердження закладених теоретичних засад та отримання акустопружних коефіцієнтів зв'язку. На основі проведеного дослідження автором запропоновано методику комплексного аналізу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій промислових будівель під час їх експлуатації.

Дисертаційна робота складається з чотирьох розділів. У першому розділі проведено аналіз існуючих об'єктів контролю, а також методів та засобів, що використовуються для діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій. Проведений аналіз дозволив сформулювати мету дослідження, яка полягає у вдосконаленні акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій з використанням ефекту акустопружності для діагностики дійсних механічних напружень металу фасонних профілів металевих конструкцій.

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. Встановлено вплив на положення акустичної вісі, зміни геометричних розмірів фасонних профілів типу двотавр та швелер, що мають плоскопаралельні та похилі внутрішні грані полиць. Отримано нову аналітичну залежність дійсних механічних напружень металевих конструкцій від геометричних параметрів та типу фасонного профілю, типу розподілення напруження за довжиною профілю.

Третій розділ присвячено розробці системи діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій. Проведено аналіз та обґрунтування вибору технічних засобів для реалізації системи діагностики. Автором розроблено методику визначення акустопружних коефіцієнтів зв'язку з використанням запропонованої системи. Автор провів аналіз впливу складових похибки на результат діагностики дійсних механічних напружень та обґрунтував шляхи зменшення сумарної похибки.

У четвертому розділі автором отримані значення акустопружних коефіцієнтів зв'язку для фасонних профілів металевих конструкцій для напружень розтягування та стиснення. В даному розділі запропоновано модель комплексного аналізу напружено-деформованого стану шляхом комплексного використання пасивних та активних методів. На основі запропонованої моделі комплексного аналізу напружено-деформованого стану металевих конструкцій розроблено методику комплексної діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій промислових будівель під час їх експлуатації. Автором проведено дослідження напружено-деформованого стану фасонних профілів адміністративно-господарчої будівлі з використанням розроблених методик та експериментальної установки.

Таким чином можна констатувати, що в результаті виконаних досліджень в представленій дисертаційній роботі вдосконалено акустичний метод діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій для діагностики дійсних механічних напружень металу фасонних профілів металевих конструкцій промислових будівель.

## **6. Зауваження по роботі**

1. На початку роботи було сказано, що навантаження є тензором, а в подальших дослідженнях використовується гіпотеза про те, що на фасонний профіль діє навантаження одного виду, проте таке обмеження не завжди можна прийняти.

2. Не проаналізований вплив шумів на точність виділення і вимірювання часових інтервалів.

3. У формулі (3.2) наведено без пояснень і розгляду структури коефіцієнт акустичного тракту. Крім того, допущено некоректність у

позначенні розмірностей фізичних величин, що входять до формули (3.2).

4. Фактори, що впливають на точність визначення напружено-деформованого стану фасонних профілів металоконструкцій, що наведені на рис. 3.9, доцільно було б подати у формі діаграми Ішикави, що спрощує їх аналіз та формування результатів похибки.

5. З рис. 3.14 (п. 3.5) не зрозуміло, в який спосіб відбувається введення експериментальних даних в структурі програмного забезпечення системи діагностики.

6. У висновках доцільно було б навести числові дані технічних характеристик.

7. Стосовно оформлення роботи:

– під час друкування роботи допущено некоректне використання шрифтів (прийнято, що грецькі символи та кирилиця – прямі, латиниця – курсив);

– по тексту зустрічаються друкарські помилки, зокрема на сторінках 73, 74, 106.

В той же час представлені зауваження не впливають на наукову цінність дисертаційної роботи, а також теоретичні та практичні результати проведених досліджень.

Дисертаційна робота «Вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій» є завершеною роботою, в якій вирішено важливе науково-технічне завдання : є розробка оперативного методу неруйнівного контролю, який дозволяє діагностувати значення показників напружено-деформованого стану фасонних профілів з високою точністю протягом всього життєвого циклу будівлі, без її пошкодження.

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

Дисертація написана загальноприйнятою науковою мовою із використанням сучасної наукової термінології. Робота виконана на високому науковому рівні, становить завершену наукову працю, має суттєве практичне значення та містить вирішення актуальної задачі вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій. Зміст дисертації виважений та цілісний, робота Демченко Марії Олександрівни відповідає темі дослідження, а також паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Результати роботи мають практичне впровадження, що підтверджено відповідними актами.

## 8. Висновок про дисертацію в цілому

Критичний аналіз змісту дисертаційної роботи та автореферату показав, що наведені зауваження не стосуються її принципових положень. Це дозволяє зробити висновок, що дисертація Демченко М.О. є завершеною науково-дослідною роботою, спрямованою на вирішення задач підвищення надійності експлуатації промислових будівель та подовження терміну їх експлуатації за рахунок проведення акустичної діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій.

Вважаю, що подана дисертаційна робота «Вдосконалення акустичного методу діагностики напружено-деформованого стану фасонних профілів металевих конструкцій» за критерієм наукової новизни та практичної цінності одержаних результатів, об'єму та оформленню 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 заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальність 05.11.13 – приладі і методи контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент,  
доцент кафедри інформаційно-вимірювальних систем  
Національного авіаційного університету,  
кандидат технічних наук, доцент

О.В. Монченко



Монченко О.В.  
свідчу  
Вчений секретар  
Національного авіаційного університету  
Т. Енєвн