ВІДГУК

офіційного опонента

Тимофеєвої Ларіси Андріївни

на дисертаційну роботу Гаращенко Олени Сергіївни

«Вплив структурно-фазового стану на експлуатаційні характеристики металу зварних з'єднань паропроводів», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

Актуальність теми

Сучасні технології енергетичної галузі України потребують вирішення ряду проблем, пов'язаних з безпечною експлуатацією теплових електростанцій. Однією з найважливіших задач є обґрунтування подальшої експлуатації, визначення залишкового ресурсу та передбачення руйнування елементів систем паропроводів. Найбільш поширеною причиною локального руйнування паропроводів є пошкодження зварних з'єднань труб, що працюють тривалий час в умовах повзучості та малоциклової втоми.

За останні десятиліття проведено достатню кількість робіт, спрямованих на вивчення структурно-фазового стану металу зварних з'єднань з метою отримання експертних висновків щодо оцінки їх надійності, визначення вихідної структури металу, яка є менш схильною до деградації, та визначення залишкового ресурсу безпечної експлуатації. Вивчення структурно-фазового стану металу зварних з'єднань є доцільним, оскільки саме зміни та особливості структурних складових у результаті фізико-хімічних процесів у них призводять до руйнування паропроводів. Незважаючи на проведені дослідження, на сьогоднішній день відсутні методичні підходи щодо кількісної оцінки змін структурно-фазового стану металу зварних з'єднань у залежності від терміну експлуатації паропроводів ТЕС.

У зв'язку з наведеною проблематикою, доцільною є задача кількісного оцінювання та статистичного аналізу структурно-фазового стану металу окремих ділянок зони термічного впливу, а також металу шва та основного металу в умовах повзучості залежно від часу експлуатації системи паропроводу. Це надасть можливість науково обґрунтовано визначати залишковий ресурс та забезпечити

попередження процесу руйнування.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідної роботи кафедри «Зварювання» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Здобувачка була відповідальним виконавцем науково-дослідної роботи відповідно до завдань держбюджетної (МОН України) теми: «Теоретичні і практичні основи збільшення надійності експлуатації ТЕС» (ДР №0120U101658, 2020-2022 рр.).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Науково-технічний аспект дисертаційної роботи Олени Сергіївни Гаращенко належним чином обґрунтований. Отримані наукові положення, висновки і рекомендації базуються на використанні математичного апарату теорії імовірності та математичної статистики, кореляційного і регресійного аналізу з використанням спеціально розробленого програмного продукту. За рахунок дослідження зразків взятих з елементів паропроводів, які працювали в реальних умовах експлуатації, це створює необхідні умови для обґрунтованості одержаних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в даній дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати застосовані під час неруйнівного контролю та діагностування елементів паропроводів ТЕС України.

Основні нові наукові результати дисертації.

В даній дисертаційній роботі розглядається оцінка впливу структурно-фазового стану металу зварних з'єднань на їх залишковий ресурс. Для досягнення цієї мети були використані наступні методи та підходи:

- Дослідження структурно-фазового стану металу зварних з'єднань паропроводів із теплостійких сталей 12Х1МФ і 15Х1М1Ф є актуальною проблемою з точки зору важких умов повзучості та малоциклової втоми. У рамках цього дослідження було проведено комплексний статистичний аналіз геометричних

характеристик структурних елементів, що працювали протягом тривалого часу - близько 280 тис. годин.

- В результаті було встановлено відмінності фрактальних розмірностей границь структурних складових на зображеннях окремих ділянок зварних з'єднань паропроводів у залежності від часу їх експлуатації. Отриманий результат є новим для даного об'єкту дослідження.

- Вперше враховується геометрична складність границь виділення структурних складових металу зварних з'єднань, яка була визначена за допомогою статистичного аналізу розподілу фрактальної розмірності, отриманої з використанням клітинного методу виміру.

- Було удосконалено кількісну оцінку нерівномірності розподілу структурних складових металу з метою виявлення особливостей змін структурно-фазового стану окремих ділянок зони термічного впливу, а також металу зварного шва і основного металу в залежності від напрацювання в умовах повзучості.

- Для статистично обґрунтованого визначення структурно-фазових змін металу зварних з'єднань паропроводу з урахуванням ресурсу напрацювання, було удосконалено оцінку кількості вкраплень перліту, відстаней між ними та їх розмірів.

Отже, дана наукова робота пропонує нові підходи та методи для визначення структурно-фазового стану металу зварних з'єднань та їх впливу на залишковий ресурс. Результати дослідження можуть бути корисні для підвищення ефективності експлуатації зварних з'єднань у різних виробничих галузях.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

- У контексті досліджень розглядається програмне забезпечення, призначене для дослідження зображень структури металу мікрошліфів та їх порівняльного статистичного аналізу. Для досягнення цієї мети використано фрактальний аналіз границь зерен та метод сікучих ліній, що дозволяють визначити кількість зерен та їх розміри.

- В дисертаційній роботі було проведено дослідження для визначення залишкового ресурсу зварних з'єднань, які експлуатуються в різних умовах. Для

цього використано методику, що передбачає дискретне виділення окремих структурних складових та оцінку експлуатаційної деградації структури матеріалу. Аналіз морфологічних особливостей структури матеріалу зони термічного впливу дозволив зробити висновки щодо зв'язку між умовами експлуатації зварних з'єднань та характером їх руйнування. Отримані результати досліджень дозволили розробити рекомендації щодо визначення залишкового ресурсу експлуатації зварних з'єднань, а також щодо впливу на ресурс їх роботи шляхом направленої зміни умов експлуатації чи використання інших зварювальних матеріалів. Дані рекомендації можуть бути корисні в контексті тривалої експлуатації зварних з'єднань в умовах повзучості.

- Результати виконаних досліджень доповнили навчальні курси «Експериментальні методи у зварюванні», «Зварювання сталей і кольорових металів», що викладаються студентам у Національному Технічному Університеті «Харківський політехнічний інститут».

- Результати виконання дослідження оцінено та рекомендовано до впровадження на АТ «Українські енергетичні машини».

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень опубліковані у 14 наукових роботах, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України (у т. ч. 1 стаття – одноосібна), 2 статті у міжнародній наукометричній базі Scopus), 6 публікацій у збірниках матеріалів та тез конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

За темою дисертації зараховано 7 публікацій: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті у періодичних наукових виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Гаращенко Олени Сергіївни складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків.

У вступі дисертації ретельно обґрунтовано актуальність теми, продемонстровано її наукову і практичну значимість, викладено мету і завдання дослідження, що передбачає вирішення певних проблем, описано зв'язок дисертаційної роботи з іншими науковими планами та темами, а також наведено результати апробації дисертаційної роботи та публікації.

У першому розділі представлено аналіз наукових джерел, що підтверджує актуальність проблеми змін структурно-фазового стану металу зварних з'єднань паропроводів, що експлуатуються в умовах повзучості та малоциклової втоми. Було проаналізовано хімічний склад та механічні властивості теплостійких сталей перлітного класу. На основі отриманих даних було встановлено основні вимоги до структурного стану металу зварних з'єднань, а також розглянуто особливості контролю зварних з'єднань з огляду на їх надійність експлуатації.

Другий розділ містить опис методів, обладнання та матеріалів, що використовувалися для дослідження та аналізу структурно-фазового стану і властивостей металу зварних з'єднань. В розділі подано удосконалені методики аналізу структурних змін у металі досліджуваних зразків зварних з'єднань, які були вирізані з діючих паропроводів. Дослідження проводилися з використанням розробленого програмного забезпечення для аналізу структурно-фазового стану на основі одержаних зображень за допомогою оптичної та електронної мікроскопії.

Третій розділ містить результати металографічного аналізу структурних змін у складових металу зварних з'єднань паропроводів з теплостійких сталей перлітного класу 12Х1МФ і 15Х1М1Ф, що довготривало експлуатуються в умовах повзучості і малоциклової втоми. Аналіз одержаних зображень мікрошліфів виконувався з використанням клітинного методу та сікучих ліній.

В четвертому розділі наводяться результати досліджень структурно-фазових змін в металі ділянок зони термічного впливу зварних з'єднань паропроводів після тривалого впливу експлуатаційних навантажень в умовах повзучості і малоциклової

втоми. Аналіз виконували на зразках зварних з'єднань зі сталей 12Х1МФ і 15Х1М1Ф, що мали термін напрацювання понад 270 тис. год.

В п'ятому розділі наведено результати досліджень впливу експлуатаційних навантажень на метал зварних з'єднань паропроводів. Вивчені особливості впливу фізико-хімічних процесів на структурно-фазові зміни, механізми повзучості і втоми, а також на експлуатаційні характеристики, пошкоджуваність і руйнування зварних з'єднань. Оцінено статистичні характеристики досліджених ознак структурно-фазового складу металу після руйнування зварних з'єднань, і обґрунтовано практичне використання методичних розробок щодо металографічного аналізу.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 121 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Щодо розділу 1 обсягом 27 с. (с. 11÷36) «Особливості експлуатації, структура і властивості зварних з`єднань паропроводів і котлів (літературний огляд)» можна відзначити описовий стиль викладу замість аналітичний огляду з критичним аналізом предметної області дослідження.

2. Щодо розділу 2 обсягом 12 с. (с. 37÷48) «Методи, методики, обладнання і матеріали, що використовувалися в роботі» необхідно зробити наступні зауваження:

- розділ має занижений відносний обсяг щодо роботи в цілому;

- опису можливостей програмі аналізу металографічних зображень приділено мало уваги (один підрозділ обсягом 2 с.) при тому що дане програмне забезпечення використовується в дослідженнях на протязі всієї подальшої роботи (3-5 розділи).

3. Щодо розділу 3 обсягом 29 с. (с. 49÷77) «Дослідження структурно-фазових змін металу зварних з`єднань із сталей 12Х1МФ і 15Х1М1Ф після їх тривалої експлуатації в умовах повзучості і втоми» можна відзначити те, що у дослідженнях окремо не відокремлені одержані результати для сталей 12Х1МФ і 15Х1М1Ф при тому що у назві підрозділу вказано обидві марки сталей.

4. Щодо розділу 4 обсягом 30 с. (с. 78÷107) «Дослідження структурно-фазового стану металу зварних з`єднань котлів і паропроводів після їх напрацювання понад 270 тис. год» можна відзначити відсутність порівняльного аналізу за основними статистичними характеристиками досліджених ознак між різними ділянками як це зроблено у 3 або 5 розділах.

5. Щодо розділу 5 обсягом 30 с. (с. 108÷137) «Підвищення експлуатаційних характеристик зварних з`єднань паропроводів» можна відзначити відсутність посилань на отримані акти використання результатів дослідження (додаток В).

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Гаращенко Олени Сергіївни «Вплив структурно-фазового стану на експлуатаційні характеристики металу зварних з'єднань паропроводів» за своїм змістом відповідає спеціальності 132 – Матеріалознавство. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі одержаних науково обґрунтованих результатів вирішена актуальна для матеріалознавства теплостійких перлітних сталей та їх зварних з'єднань задача визначення надійності і залишкового ресурсу експлуатації паропроводів ТЕС України.

Подана дисертаційна робота «Вплив структурно-фазового стану на експлуатаційні характеристики металу зварних з'єднань паропроводів» Гаращенко Олени Сергіївни відповідає спеціальності 132 – Матеріалознавство, відповідає

вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувачка Гаращенко Олена Сергіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Офіційний опонент

Професор кафедри інженерія вагонів та якість продукції Українського державного університету залізничного транспорту, д.т.н., професор Ларіса ТИМОФЄЄВА

Ларіса Тимофеєва

Особистий підпис
засвідчую _____ 20__ р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ