

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.ф.-м.н., доцента Колупаєва Ігора Миколайовича

на дисертаційну роботу Гаращенко Олени Сергіївни

«ВПЛИВ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СТАНУ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛУ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

Безпечна експлуатація теплових електростанцій є надзвичайно важливою для енергетичного сектору України. Зокрема, вирішення питань, пов'язаних з системами паропроводів, включаючи визначення залишкового ресурсу, прогнозування потенційних відмов та обґрунтування подальшої експлуатації, є критично важливим. Довготривала експлуатація понад 300 000 годин спостерігається у більш ніж 70% цих систем, при цьому локальні руйнування зазвичай пов'язані з пошкодженнями зварних з'єднань, що працюють в умовах повзучості та малоциклової втоми.

Для отримання стійкої до деградації початкової структури металів зварних з'єднань та оцінки їх структурного і фазового стану з метою визначення залишкового ресурсу для безпечної експлуатації було проведено численні наукові дослідження. Ці дослідження є важливими через фізико-хімічні процеси, які відбуваються в структурних компонентах металу, що призводять до деградації і, в кінцевому підсумку, виходу з ладу паропровідної системи. Однак комплексна методика кількісної оцінки змін структурно-фазового стану металу зварних з'єднань паропроводів залежно від терміну їх експлуатації досі відсутня.

Тому актуальним завданням є кількісний та статистичний аналіз структурно-фазового стану окремих ділянок в межах зони термічного впливу, а також зварного шва та основного металу з урахуванням тривалості експлуатації в умовах повзучості. Такий підхід дозволяє систематично визначати залишковий

ресурс і сприяє прийняттю обґрунтованих рішень для завчасного запобігання деградації та руйнуванню.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась у рамках науково-дослідних робіт 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.). Науковий керівник НДР: д-р техн. наук, проф. В. В. Дмитрик.

3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Робота досліджує особливості структурних та фазових змін, що відбуваються у металі зварних з'єднань паропроводів, виготовлених зі сталей 12X1МФ та 15X1М1Ф, які працюють протягом тривалого часу за умов повзучості та малоциклової втоми. Встановлено розподіл структурних компонентів металу зварних з'єднань за їх відносною площею на мікрошліфах у залежності від терміну служби. Здійснено порівняльний аналіз фрактального розміру зображень елементів мікрошліфів металу зварних з'єднань в залежності від терміну служби. Виконано статистичний аналіз структурних компонентів за методом розрізання ліній за кількістю зерен, їх розмірами та відстанями між ними для зображень мікрошліфів металу зварних з'єднань у залежності від терміну служби. Визначено досліджені ознаки для найбільш критичних ділянок зварних з'єднань, які впливають на формування втомних тріщин. Також визначено тенденції впливу терміну експлуатації на статистичні характеристики досліджених ознак структурно-фазового стану металу зварних з'єднань, з метою формулювання практичних рекомендацій з оцінки надійності та залишкового ресурсу.

Особистим внеском здобувачки був розроблений програмний продукт для вирішення поставлених задач досліджень, а саме для детального дослідження структурно-фазового стану металу зварних з'єднань. Ця програма дозволяє візуалізувати зображення структури металу, визначати основні статистичні характеристики розподілу компонентів моделей кольору RGB і HSV, а також здійснювати статистичний аналіз розподілу обраних пікселів вздовж ширини та довжини зображення. Програма також може використовуватися для визначення фрактального розміру в заданому діапазоні масштабів, для вимірювання довжини контуру границь обраних структурних елементів та для статистичного аналізу кількості зерен і їх розмірів, які отриманих за допомогою методу розрізання ліній.

Окрема глава дисертації присвячена вивченню впливу робочих навантажень на метал зварних з'єднань паропроводів. Визначено особливості впливу фізико-хімічних процесів на структурні та фазові зміни, механізми криптозношування та втоми, а також на характеристики руйнування та тріщиностійкості зварних з'єднань. Оцінено статистичні характеристики досліджуваних ознак структурно-фазового складу металу після руйнування зварних з'єднань, а також обґрунтовано практичне застосування методологічних розробок у металографічному аналізі.

У висновках, що сформульовані у роботі, встановлено, що результати статистичного аналізу кількісних характеристик структурно-фазового стану металу зварних з'єднань паропроводів, які довгий час експлуатуються за умов криптозношування, можуть підвищити інформаційний зміст оцінки надійності.

4. Наукова новизна одержаних результатів

У даній дисертації були проведені теоретичні та прикладні дослідження структурно-фазового стану металу зварних з'єднань паропроводів, виготовлених з теплостійких перлітних сталей 12X1MФ та 15X1M1Ф, які працювали протягом тривалого часу (понад 280 тисяч годин) за умов повзучості та малоциклової втоми. Узагальнення отриманих результатів створює теоретичну базу для

вирішення важливої науково-прикладної проблеми забезпечення безпечної експлуатації паропроводів ТЕС, що має значний економічний вплив.

5. Достовірність отриманих результатів та висновків

Надійність отриманих результатів обумовлена використанням вивчених зразків, вирізаних з робочих елементів паропроводів ТЕС, а також застосуванням відповідної методології дослідження. Крім того, надійність викладених тверджень обґрунтована інтегрованим підходом до вивчення досліджуваного об'єкта, що також передбачає використання ряду специфічних методів у процесі дослідження.

6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

У цій роботі програмне забезпечення для вивчення зображень металевої структури мікрорельєфу та їх порівняльного статистичного аналізу має практичну цінність. Використання фрактального аналізу границь зерен та методу розрізання ліній для визначення кількості зерен та їх розмірів.

Застосування методології, яка дозволяє оцінювати експлуатаційну придатність металевої структури “в цілому” шляхом дискретного виділення окремих структурних компонентів, поява яких може свідчити про роботу за визначених умов протягом певного часу. На основі морфологічних ознак металевої структури зварних з'єднань робляться висновки про залежність між умовами їх роботи та характером руйнування. Також розроблені рекомендації щодо визначення залишкового ресурсу зварних з'єднань, які працювали тривалий час за умов повзучості.

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї здобувачки Гаращенко О.С. та результати дослідження за темою дисертації опубліковано у 14 наукових роботах, серед них 7 статей у фахових виданнях у галузі технічних наук (у т. ч. 1 стаття – одноосібна, 2 статті – у журналах, включених до наукометричної бази Scopus), 6 публікацій у збірниках матеріалів та тез конференцій.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

По тексті дисертації не витримується однозначна термінологія. Наприклад, у роботі використовується - "елемент структури матеріалу". Зокрема: "встановлено відмінності у фрактальних розмірах структурних компонентів на зображеннях окремих ділянок", "фрактальний аналіз меж зерен" (мабуть маючи на увазі - компоненти перліту), "перліт можна віднести до основного структурного елемента, що має найвищий відносний вміст у металі", "компонент перліту формувався під впливом зварювального тепла, зміцнювався та приймав округлу форму під час відпускання", та "компонент перліту сприяє прискореній трансформації початкової структури у ферокарбідну суміш".

Метою роботи є визначення кількісних показників змін структурно-фазового стану, у тому числі фрактального розміру структурних компонентів металу, як ефективної кількісної характеристики процесу самоорганізації структури металу при втомі. Це дозволить використовувати запропонований метод разом із відомими методами для значущого порівняльного прогнозу залишкового ресурсу. Подібні роботи вже проводились на прикладі інших металів, тому потрібно було виконати більш детальний статистичний аналіз одержаних результатів.

В роботі аналізуються морфологічні параметри металографічних зображень у серії уважно відібраних зразків для цілей дослідження. З одного

боку, якість зображень та підготовка мікрошліфів далекі від сучасних досягнень, а з іншого боку, метод аналізу фрактального розміру невразливий до саме цього питання. Залучення статистики, такої як "середнє" та "дисперсія", вимагає більшого об'єму даних.

Проте, результати впевнено показують обґрунтованість запропонованої методології.

У роботі відсутня певна кількість посилань на первинні джерела:

висловлення "Основою цього методу дослідження є подання зображення структури металу у вигляді масиву пікселів за допомогою програми для статистичного аналізу металографічних зображень, розробленої у НТУ "ХП" - без посилання на наукові праці або додаток А. Навіть не згадуються наукові праці, у яких розроблялись подібні (аналогічні) програми для дослідження зображень структури металів.

Щодо формулювання висновків дисертації, очевидно, автор намагався вичерпно розкрити вирішення поставлених проблем. Це складна робота, оскільки вона вимагає акцентування всіх основних пунктів, які стали здобутком роботи, особливо тих, що отримані в сенсі новизни. Коментарі щодо цієї частини є суб'єктивними та несуттєвими.

Складна структура дисертаційної роботи не додає цілісності змісту, втім ускладнює сприйняття позитивних результатів.

Тема дослідження дисертації безсумнівно потребує подальшого розвитку, включаючи врахування цих зауважень та недоліків. Врахування їх допоможе підкреслити оригінальність та збільшити цінність виконаної роботи.

9. Висновки

Дисертаційна робота Гаращенко О.С. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 13 – Механічна інженерія та спеціальності 132 – Матеріалознавство.

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значимість вважаю, що дисертаційна робота Гаращенко Олени Сергіївни «Вплив структурно-фазового стану на експлуатаційні характеристики металу зварних з'єднань паропроводів» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сама здобувачка, Гаращенко Олена Сергіївна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 132 – Матеріалознавство.

Рецензент – кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри Матеріалознавство Національного
Технічного Університету «Харківський
Політехнічний Інститут»

Ігор КОЛУПАЄВ

Підпис *Ігор Колупаєв*

ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

Ігор Колупаєв

ВЧЕНА РАДА

2023

ЗАСВІДЧУЮ: ЗАЩЕВ Ю.І.

