

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Гриненка Михайла Васильовича

«Моделювання напружено-деформованого стану та експериментально-розрахунковий метод оцінки опірності руйнуванню теплоенергетичної сталі»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 11 – Математика та статистика
за спеціальністю 113 – Прикладна математика

За результатами вивчення дисертаційної роботи М. В. Гриненка, яка є науковою роботою, що подана у вигляді рукопису і складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків, а також ознайомлення з опублікованими роботами здобувача за темою дисертації, слід відзначити наступне.

Актуальність теми дисертації та зв'язок з науково-технічними програмами.

Надійна експлуатація теплоенергетичного обладнання – одна зі складових енергетичної безпеки держави. Водночас його тривала експлуатація за сумісної дії підвищених температур, механічного навантаження та робочого воденьвмісного середовища зумовлює зміну структурно-механічного стану матеріалу, його пошкодженість та зміну напружено-деформованого стану, що, своєю чергою, впливає на залишковий ресурс. Оцінювання напружено-деформованого стану матеріалу, його міцності та опірності руйнуванню з урахуванням експлуатаційних чинників є особливо актуальним та важливим науково-технічне завданням для обґрунтування роботоздатності та ресурсу теплоенергетичного обладнання задля його безпечної тривалої експлуатації. Експериментальне дослідження локального напружено-деформованого стану металу в околі концентраторів в умовах, близьких до експлуатаційних, є складним. Тому дисертаційна робота Гриненка Михайла Васильовича, в якій розроблено алгоритм моделювання та експериментально-розрахунковий метод визначення напружено-деформованого стану та накопичення пошкоджень у модифікованому зразку Бріджмана з конструкційної сталі 22К з урахуванням пружно-пластичного деформування та наводнювання, є актуальною.

Дослідження за темою дисертації виконано у Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України у межах відомчих науково-дослідних робіт «Розроблення методології оцінювання технічного стану та

прогнозування ресурсу роботи елементів конструкції 2-го контуру енергоблоку АЕС за наявності водню» (№ держреєстрації 0118U000464, 2018 – 2020 рр.) та «Розвиток енергетичного підходу для оцінювання міцності та довговічності елементів конструкцій за складного навантаження у водневому середовищі» (№ держреєстрації 0121U108957, 2021 – 2023 рр., а також конкурсного проекту Національного фонду досліджень України «Фізико-механічні макро, мікро та нано механізми взаємодії водню із низьколегованими сталями як фундаментальний чинник міцності та працездатності систем зберігання і транспортування водню» (№ держреєстрації 0120U104904, 2020–2021 рр.).

Новизна представлених теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень.

У рамках поставленого та вирішеного у дисертації завдання отримано нові наукові та практичні результати.

Щодо наукової новизни отриманих результатів, слід відзначити значний внесок у розвиток теорії воднево-механічного руйнування конструкційних сталей шляхом розширення розрахункових моделей та розроблення ефективних методів визначення напружено-деформованого стану та накопичення пошкоджень з урахуванням пружно-пластичного деформування та наводнювання, а саме:

- Розроблено алгоритм моделювання методом скінченних елементів напружено-деформованого стану та накопичення пошкоджень у модифікованому зразку Бріджмана з урахуванням його пружно-пластичного деформування та наводнювання. Встановлено, що напруження та деформації в середині зразка є вищими, ніж поблизу поверхні.

- Розроблено експериментально-розрахунковий метод побудови істинних діаграм деформування та руйнування конструкційних сталей, за допомогою якого отримано істинні діаграми деформування модифікованих зразків Бріджмана зі сталі 22К за різних рівнів попереднього деформування та тривалості/інтенсивності наводнювання з використанням методу оптико-цифрової кореляції зображень.

- Встановлено вплив концентрації водню у попередньо деформованій сталі 22К на її опір руйнуванню.

Наукова обґрунтованість отриманих результатів, наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації та їх достовірність.

Всі отримані автором результати є новими, достовірними та належно обґрунтованими. У дисертаційній роботі проаналізовано сучасний стан

досліджень за літературними джерелами, чітко сформульовано мету та завдання дослідження, застосовано обґрунтований комплексний підхід для їх розв'язування. Отримані результати числових розрахунків верифіковано шляхом порівняльного аналізу з даними експериментальних досліджень. Це свідчить про високу наукову обґрунтованість сформульованих у дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій.

Про достовірність отриманих результатів свідчить проведення великого обсягу теоретичних досліджень, коректність і строгість математичних постановок задач, використання законів фізичної хімії та механіки руйнування при їх розв'язанні, застосовування до розв'язання рівнянь математичної фізики, обґрунтованих математичних методів, а також несуперечливість отриманих результатів з фізично очікуваними.

Результати дисертаційної роботи в часткових випадках узгоджуються з висновками інших дослідників та відомими закономірностями впливу попередньої деформації та водню на руйнування та пошкодженість сталей, що підтверджує їх правильне трактування.

Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Поставлені в дисертаційній роботі наукові завдання здобувач повністю реалізував на високому науково-методичному рівні з дотриманням методологічних вимог до наукової діяльності. Дисертант самостійно сформулював розрахункову модель накопичення пошкодження в металі на базі енергетичного підходу. Побудував математичні співвідношення, розробив алгоритм та відповідні числові програми для оцінювання напружено-деформованого стану з урахуванням пружно-пластичного деформування та наводнювання, представив отримані результати досліджень у графічній формі та порівняв з відповідними отриманими експериментальними даними. Здобувач проаналізував, узагальнив і оформив отримані результати досліджень у вигляді дисертації та опублікував їх самостійно, чи за співавторства, де його доробок є основним.

Вищезазначене засвідчує, що здобувач успішно опанував методологію наукової діяльності, набув необхідних теоретичних знань, умінь, навичок, загальних і спеціальних (фахових) компетентностей самостійного дослідника, необхідних для доктора філософії і визначених стандартом вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності.

Ознак порушення принципів академічної доброчесності не встановлено. Також при перевірці дисертації не виявлено академічного плагіату, не встановлено фабрикації та фальсифікації даних, чи будь-яких інших порушень академічної доброчесності.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. В анотації дисертації зазначено, що усі теоретичні розробки доведено до конкретної інженерної методики для прогнозування безпечної експлуатації елементів теплоенергетичного обладнання з урахуванням дії експлуатаційного середовища. Доцільно було б навести цю методику у роботі.

2. Необхідно уточнити умови навантаження зразків за режимами II та III при моделюванні напружено-деформованого стану модифікованого зразка Бріджмана методом скінченних елементів. Зокрема, у роботі на с. 62 вказано, що за режиму II зразок попередньо навантажували до «зусилля, внаслідок якого в зразку виникають напруження рівні напруженням пластичності», у підписах до рисунків 2.8 – 2.13 – до границі плинності, на стор. 71 вказано – до 50%; з даних рис. 2.7а рівень деформування є приблизно 40%. Щодо режиму III теж вказано неоднозначні відомості: на с. 63 – «зразок попередньо навантажувався до зусилля, внаслідок якого в зразку виникають напруження рівні напруженням міцності», у підписах до рисунків 2.8 – 2.13 – до границі міцності, на с. 71 та 72 – до 75%; з даних рис. 2.7б рівень деформування є приблизно 90%.

3. При розробленні експериментально-розрахункового методу оцінювання опірності руйнуванню конструкційної сталі зроблено припущення щодо ізотропності матеріалу (с. 48) та ізотропності деформування зразка (с. 89). Зважаючи на анізотропність сталей, варто було б чіткіше обґрунтувати можливі обмеження щодо застосування розробленого методу.

4. У загальних висновках до роботи є повтор.

5. У тексті дисертації зустрічаються незначні відхилення від чинної термінології. Зокрема, автор вживає терміни «межа міцності» (с. 38), «границя текучості» (с. 38) тощо. Відповідно до ДСТУ 2825-94 «Розрахунки та випробування на міцність. Терміни та визначення основних понять» необхідно використовувати терміни «границя міцності» та «границя плинності».

6. У дисертаційній роботі зустрічаються описки та недоопрацювання, зокрема: «зони разка» (с. 79), «здеформованіз» (с. 82), «базуючий на роботі[96]» (с. 89), «матеріаулу» (с. 90), «попеденьої деформації» (с. 91), повтор речення на с. 81, тощо.

Зроблені вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Гриненка Михайла Васильовича «Моделювання напружено-деформованого стану та експериментально-розрахунковий метод оцінки опірності руйнуванню теплоенергетичної сталі» є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові, науково обґрунтовані результати, які вирішують науково-технічне завдання оцінювання міцності та опірності руйнуванню конструкційних сталей з урахуванням пружно-пластичного деформування та наводнювання.

За новизною отриманих результатів та ступенем їх обґрунтованості дисертація відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, затверджених наказом МОН України № 44 від 12.01.2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Михайло Васильович Гриненко, заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Рецензент

завідувач відділу діагностики
корозійно-водневої деградації матеріалів
Фізико-механічного інституту
ім. Г. В. Карпенка НАН України,
доктор технічних наук, професор



Ольга ЗВІРКО

