

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Олега Ігоровича Венгринюка “Розвиток розрахунково-експериментальних методів оцінювання деградації сталей магістральних газопроводів за транспортування ними водню”, подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 11 – Математика та статистика» за спеціальністю 113 – Прикладна математика

За результатами вивчення дисертаційної роботи, ознайомлення з опублікованими роботами здобувача за темою дисертації слід відзначити наступне:

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Актуальність зумовлена сучасними тенденціями розвитку водневої енергетики та необхідністю використання наявної газотранспортної інфраструктури України для транспортування водню, що не викликає жодних сумнівів. Перепрофілювання магістральних газопроводів потребує науково обґрунтованого оцінювання технічного стану трубних сталей, оскільки сумісний вплив експлуатаційної деградації сталей трубопроводів, зумовленої їх тривалою експлуатацією, та наводнювання внаслідок взаємодії з транспортованим газоподібним воднем може суттєво погіршувати їх механічні характеристики, насамперед пластичність і тріщиностійкість, що безпосередньо впливає на безпечність та надійність експлуатації трубопровідних систем. Особливої актуальності набуває розроблення сучасних математичних моделей і розрахунково-експериментальних методів прогнозування деградації матеріалу та визначення критеріїв його граничного стану, адже експериментальне визначення окремих характеристик, зокрема тріщиностійкості, для експлуатованих труб є суттєво ускладненим. У цьому контексті використання методів математичного моделювання та машинного навчання для прогнозування механічних властивостей деградованих сталей є науково обґрунтованим і практично значущим підходом. Отже, тема дисертаційної роботи є важливою, актуальною та має наукове і прикладне значення для забезпечення безпечної експлуатації та перепрофілювання магістральних газопроводів в умовах розвитку водневої енергетики.

Оцінка наукового рівня дисертації та наукових публікацій здобувача.

Робота виконана у Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України у рамках науково-дослідних робіт відділу діагностики корозійно-водневої деградації матеріалів:

“Дослідження ролі водневого чинника в експлуатаційній деградації конструкційних сталей” (№ д/р 0121U108961);

“Дослідження закономірностей розвитку пошкоджень в тривало експлуатованих конструкційних сталях за впливу різних за природою наводнювальних середовищ” (№ д/р 0124U000911);

“Розроблення методології оцінювання роботоздатності існуючих газопроводів для підвищення стійкості функціонування енергетичної системи України при транспортуванні зеленого водню” (грант Національного фонду досліджень України № 2022.01/0099).

Дисертаційне дослідження характеризується логічною послідовністю та належною структурованістю виконання поставлених завдань. Проведені дослідження повною мірою відповідають сформульованій меті, об’єкту та предмету дослідження. Обраний здобувачем комплекс теоретичних, обчислювальних та експериментальних методів, є обґрунтованим і забезпечив отримання науково значущих результатів, які виконують поставлене наукове завдання та відповідають темі та завданням дисертаційної роботи.

У роботі розроблена обчислювальна модель на основі фізико-інформованих нейронних мереж для прогнозування просторово-часового розподілу концентрації водню в металі, а також математичні моделі прогнозування тріщиностійкості трубних сталей, в якій інтегровано розв’язок рівняння дифузії водню, що дає можливість прогнозувати деградацію механічних властивостей матеріалу в умовах експлуатації за дії водню. У результаті проведених досліджень отримано обґрунтовані результати та зроблено висновки, які відповідають меті та завданням дисертаційного дослідження.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основні результати дисертаційної роботи висвітлено у 18 наукових працях, зокрема у статтях у періодичних наукових виданнях, реферованих Web of Science Core Collection та/або Scopus: Engineering Failure Analysis (Q1), International Applied Mechanics (Q3), Strength of Materials (Q3), Materials Science (Q3). Матеріали дисертації доповідалися і обговорювалися на багатьох міжнародних конференціях.

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

Результати дисертаційного дослідження мають високий ступінь наукової новизни та практичне значення.

Наукова новизна одержаних результатів:

Обґрунтовано доцільність зниження швидкості навантаження під час випробувань високо пластичних трубних сталей за методом J -інтеграла для забезпечення дифузії водню до зони передруйнування та достовірного визначення його впливу на в'язкість руйнування;

Вперше розроблено обчислювальну модель прогнозування просторово-часового розподілу концентрації дифузійно рухливого водню в металі стінки труби з використанням фізико-інформованих нейронних мереж, яка забезпечує прогнозування зміни концентрації водню в умовах експлуатації та може бути використана для подальшого оцінювання деградації механічних властивостей матеріалу;

Сформульовано математичні моделі прогнозування статичної тріщиностійкості сталей магістральних газопроводів залежно від концентрації водню, які враховують експлуатаційну деградацію металу. Моделі інтегровано з розв'язком рівняння дифузії водню для реальних умов експлуатації трубопроводів, що забезпечує прогнозування зміни тріщиностійкості сталей залежно від концентрації водню та ступеня їх експлуатаційної деградації.

Обґрунтовано критерій оцінювання граничного стану металу магістральних газопроводів за параметром статичної тріщиностійкості в умовах транспортування водню, який базується на закономірностях впливу наводнювання, швидкості навантаження та експлуатаційної деградації металу й використовує розрахунок коефіцієнтів інтенсивності напружень для тріщиноподібних дефектів з урахуванням їх геометричних параметрів і робочого тиску.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені математичні моделі, обчислювальні методи та запропонований критерій оцінювання роботоздатності трубних сталей дають змогу прогнозувати їх тріщиностійкість і граничний стан в умовах транспортування водню, що сприяє підвищенню надійності та безпечності експлуатації і перепрофілювання магістральних газопроводів. Практична цінність результатів підтверджується їх апробацією у ТОВ "ІПП-Центр" та впровадженням у навчальний процес Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі. Наукові положення, результати, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження, що виносяться на захист, є обґрунтованими та достовірними. Їх підтверджено коректним використанням сучасного математичного апарату, адекватним застосуванням методів математичного моделювання, чисельних методів і

машинного навчання, узгодженістю теоретичних положень з результатами експериментальних досліджень, практичною апробацією розроблених моделей, а також апробацією отриманих результатів у наукових публікаціях та на наукових конференціях.

Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності. Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням. Поставлене наукове завдання виконано на високому науковому рівні. Здобувач продемонстрував належне володіння методологією наукових досліджень, сучасними методами математичного моделювання, чисельного аналізу та машинного навчання, а також уміння комплексно поєднувати теоретичні, обчислювальні й експериментальні підходи для розв'язання актуального наукового завдання. Отримані результати є логічно послідовними, достатньо обґрунтованими та свідчать про високий рівень наукової підготовки здобувача, оволодіння здобувачем методології наукової діяльності та набуття необхідних компетентностей доктора філософії зі спеціальності 113 – Прикладна математика.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності. Ознак порушення принципів академічної доброчесності не встановлено. Дисертація містить результати власних досліджень автора, а використані ідеї, результати та тексти інших авторів належним чином процитовано з посиланнями на джерела.

Зауваження до дисертації.

1. Під час побудови моделі просторово-часового розподілу водню за допомогою нейронної мережі недостатньо обґрунтовано вибір використаного методу оптимізації.
2. Чим можна пояснити високу узгодженість розв'язку рівняння дифузії, отриманого за допомогою нейронної мережі, з аналітичним розв'язком у всій області дослідження, за винятком області поблизу початкових умов?
3. У роботі недостатньо висвітлено питання програмної реалізації розробленої моделі. Доцільно було б надати програмний код обчислювальних алгоритмів у додатках до дисертації або зазначити доступне джерело його зберігання (наприклад, репозиторій).

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Венгринюка Олега Ігоровича на тему “Розвиток розрахунково-експериментальних методів оцінювання деградації сталей

магістральних газопроводів за транспортування ними водню” є цілісною завершеною науковою роботою. Вона містить нові науково-обґрунтовані результати, які розв’язують важливе науково-технічне завдання, що полягає у розробленні математичних моделей та розрахунково-експериментальних методів оцінювання деградації сталей магістральних газопроводів із урахуванням впливу водню на їх тріщиностійкість. За актуальністю, обсягом проведених досліджень, новизною отриманих результатів, рівнем виконання поставленого наукового завдання, повнотою публікацій матеріалів дослідження та їх апробації дисертаційна робота відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40, та вимогам “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор О. І. Венгринюк заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 – Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика».

Рецензент

молодший науковий співробітник
відділу міцності матеріалів і конструкцій
у водневовмісних середовищах
Фізико-механічного інституту
ім. Г. В. Карпенка НАН України,
доктор філософії



Ярослав САПУЖАК

Підпис Ярослава САПУЖАКА засвідчую:

Учений секретар
Фізико-механічного інституту
ім. Г. В. Карпенка НАН України
к.т.н., ст.н.с.




Валентина КОРНІЙ