



ПРЕЗИДІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

01.11.2023

м. Київ

№ 368

Проблеми та перспективи транспортування суміші зеленого водню та природного газу в контексті розвитку водневої енергетики України

Заслухавши та обговоривши доповідь доктора технічних наук О.І.Звірко «Проблеми та перспективи транспортування суміші зеленого водню та природного газу в контексті розвитку водневої енергетики України», Президія НАН України відзначає важливість та актуальність фундаментальних та прикладних досліджень Фізико-механічного інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України, спрямованих на розв'язання проблеми безпечного транспортування енергоносіїв, зокрема сумішей водню з природним газом, газотранспортною мережею України. Завдяки цим дослідженням отримано вагомі науково-практичні результати: встановлено умови та критерії безпечної експлуатації, напрацьовано методологію оцінювання технічного стану сталей газопроводів, які тривалий час експлуатуються, з урахуванням деструктивного впливу транспортованого ними водню.

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю визначити можливість використання для транспортування сумішей водню з природним газом наявних газотранспортних мереж на основі їхнього технічного стану після тривалої експлуатації, що є стратегічно важливим для енергетичної та економічної безпеки України у післявоєнний період. В Україні є розгалужена мережа магістральних газопроводів, яку потенційно можна адаптувати для транспортування сумішей водню з природним газом. Однак переважна частина магістральних газопроводів має наднормативний термін експлуатації, що підвищує ризик їхнього руйнування через водневу крихкість. Тому важливо оцінити безпечність транспортування водню чи його сумішей з природним газом газотранспортними мережами з терміном експлуатації 30 та більше років.

Науковці Фізико-механічного інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України здійснюють фундаментальні дослідження в галузі водневого матеріалознавства, зокрема вивчають взаємодію водню з металами, вплив водню на фізико-механічні властивості сталей, механізм їх деградації, руйнування та працездатність, а також розробляють критерії оцінювання критичного структурно-механічного стану сталей за впливу механічного навантаження та водневмісного середовища.

Прикладні роботи інституту в цьому напрямі зосереджені на розробленні та застосуванні ефективних методів та засобів діагностування поточного технічного стану трубних сталей, а також оцінювання їхньої працездатності з урахуванням ступеня деградації металу та умов експлуатації. Розпочато проєкт «Розроблення методології оцінювання роботоздатності існуючих газопроводів для підвищення стійкості функціонування енергетичної системи України при транспортуванні зеленого водню» за фінансової підтримки Національного фонду досліджень України у рамках конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Дослідження щодо водневої деградації сталей трубопроводів проводяться також у міжнародній співпраці. Так, з науковцями Політехнічного університету Мілана (Італія) реалізовано проєкт «Розроблення новітніх методів для запобігання руйнуванням трубопроводів задля безпеки» у рамках програми НАТО «Наука заради миру та безпеки», а з науковцями Центру атомних досліджень Бхабхи (Індія) виконано білатеральний проєкт «Розроблення експрес-методу лабораторної симуляції експлуатаційної деградації конструкційних сталей енергетики для оцінювання їх схильності до корозійного розтріскування».

У рамках досліджень отримано низку важливих наукових результатів.

Встановлено, що корозійна активність природного газу через наявність у ньому вологи супроводжується наводнюванням металу, а додавання до нього газоподібного водню збільшує як його корозію, так і наводнювання, що зумовлює пріоритетність процесів на внутрішній поверхні труби у порушенні цілісності трубопроводів, а також свідчить про доцільність перегляду нормативних вимог щодо максимально допустимої вологості транспортованого газу у бік її зменшення.

Виокремлено дві основні стадії експлуатаційної деградації феритно-перлітних трубних сталей: деформаційного старіння та розвитку розсіяної пошкодженості. Остання особливо інтенсифікується за дії водню і саме на цій стадії метал досягає свого критичного структурно-механічного стану та втрачає працездатність, зокрема характеристики опору крихкому руйнуванню (статична тріщиностійкість та ударна в'язкість) різко знижуються. Встановлено, що статична тріщиностійкість є найчутливішою з механічних характеристик для оцінювання експлуатаційної деградації сталей.

Розкрито механізм розвитку пошкодженості феритно-перлітних трубних сталей за дії водню з урахуванням їх міцності: в низькоміцних сталях спочатку формуються воднево-деформаційні пори з трансформацією у мікроруйнування за декогезійним механізмом, тоді як у високоміцних – декогезійний механізм домінує на всіх стадіях.

Вперше запропоновано використовувати електрохімічні підходи для прогнозування механічних характеристик трубних сталей, насамперед опору крихкому руйнуванню, а також для проведення технічних експертиз експлуатаційних руйнувань.

Показано, що транспортування водню газопроводами підвищує ризик трансформації пошкодженості з мікро- на макрорівень через макророзшарування, яке може бути спричинене саме воднем.

Встановлено ряд особливостей наводнювання феритно-перлітних трубних сталей за тривалої витримки зразків-свідків у водні на полігоні газорозподільних мереж, зокрема значне зростання концентрації водню у металі та зниження опору водневій крихкості та тріщиностійкості, особливо для сталей, які тривалий час експлуатуються, та їх зварних з'єднань, що вказує на важливість подібних досліджень для оцінювання працездатності газопроводів.

Створено методологію оцінювання працездатності газорозподільних газопроводів під час транспортування водню або газоводневих сумішей, що ґрунтується на критеріях експлуатаційного зниження опору сталей крихкому руйнуванню за дії водню, зокрема тріщиностійкості за методом J -інтеграла.

Розроблено процедуру проведення технічної експертизи лінійної частини газотранспортної системи України щодо обґрунтування безпечного транспортування сумішей водню з природним газом, яка передбачає вибіркові дослідження різних характерних ділянок трубопроводів за чутливими до водневої деградації сталей механічними показниками та відповідними критеріями їх працездатності.

Президія НАН України постановляє:

1. Доповідь завідувача відділу Фізико-механічного інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України доктора технічних наук О.І.Звірко «Проблеми та перспективи транспортування суміші зеленого водню та природного газу в контексті розвитку водневої енергетики України» взяти до відома.

2. Відзначити важливість та актуальність фундаментальних і прикладних результатів, отриманих у Фізико-механічному інституті ім.Г.В.Карпенка НАН України, з розроблення науково-технічних засад, критеріїв та методології оцінювання технічного стану та працездатності сталей газопроводів, які тривалий час експлуатуються, під час транспортування сумішей водню з природним газом.

3. Фізико-механічному інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України:

3.1. До кінця 2024 року підготувати до друку узагальнену монографію, присвячену розвитку сучасних підходів та методів оцінювання працездатності сталей газопроводів, які тривалий час експлуатуються, під час транспортування газоводневих сумішей.

3.2. Впродовж 2024 року інтенсифікувати дослідження щодо новітніх підходів для обґрунтування працездатності газотранспортної мережі України, а також розробити і впровадити методичні рекомендації для підприємств газотранспортної галузі щодо використання їхніх результатів на практиці для безпечного транспортування сумішей водню з природним газом.

3.3. До кінця 2025 року розробити проєкт нормативного документа стосовно вимог до механічних властивостей сталей газопроводів та умов їх експлуатації під час транспортування газоводневих сумішей.

4. Рекомендувати дирекції Фізико-механічного інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України спільно з Інститутом електрозварювання ім.Є.О.Патона НАН України, Івано-Франківським національним технічним університетом нафти і газу, Інститутом проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАН України підготувати пропозиції щодо ефективних форм співпраці у питанні транспортування водню, а також можливості створення відповідної ключової лабораторії.

5. Контроль за виконанням цієї постанови покласти на Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України та Науково-організаційний відділ Президії НАН України.

Президент
Національної академії наук України
академік НАН України

Анатолій ЗАГОРОДНІЙ

В.о.головного вченого секретаря
Національної академії наук України
академік НАН України



Вячеслав БОГДАНОВ