Науковий супровід водневої трансформації енергетичної інфраструктури

Розвиток водневої енергетики відкриває нові можливості для декарбонізації промисловості, транспорту та енергетичного сектору. Водночас впровадження водневих технологій потребує вирішення важливої науково-технічної проблеми – забезпечення надійності та безпечної експлуатації інфраструктури для виробництва, транспортування, зберігання й використання водню. До неї належать трубопроводи, резервуари, посудини високого тиску та інші металеві конструкції, що контактують із воднем, який здатний проникати в метал та впливати на його деформацію і руйнування, знижуючи пластичність, ударну в'язкість та характеристики опору поширенню тріщин. Ця проблема особливо важлива для сталевих конструкцій тривалої експлуатації, які за дії механічних навантажень та агресивних робочих середовищ зазнали деградації, в тому числі на рівні структурних змін металу.

Вирішенню зазначеної проблеми сприятиме науковий проєкт «Ентропійна модель деградації сталей перлітного класу водневої інфраструктури», який реалізують науковці відділу діагностики корозійно-водневої деградації матеріалів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України. У межах проєкту під керівництвом д.т.н., проф., член-кореспондента НАН України Ольги Звірко дослідники розробляють новий підхід до вивчення механізмів взаємодії водню зі сталями феритно-перлітної структури та модель для кількісного оцінювання деградаційних процесів і прогнозування зміни властивостей матеріалу. Поруч із досвідченими науковцями (д.т.н., проф. Григорій Никифорчин та д.т.н., ст.н.с. Олександр Цирульник) у проєкті працюють молоді вчені (м.н.с., докт. філ. Олег Венгринюк та м.н.с. Дмитро Демянчук). Проєкт фінансується НФДУ у межах конкурсу «Передова наука в Україні 2026–2028».



Особливістю дослідження є застосування ентропійного підходу, який дає змогу розглядати матеріал як складну нерівноважну систему, що змінює свій стан під впливом експлуатаційних чинників. Такий підхід дає можливість вийти за межі традиційного оцінювання стану сталей за їх механічними властивостями й глибше зрозуміти фізичні механізми деградації металу. Ґрунтуючись на отриманих результатах буде розроблено модель деградації металу та локального руйнування за дії водню, яка базуватиметься на ентропійному підході і дасть можливість прогнозувати водневу деградацію сталей з огляду збереження роботоздатності водневої інфраструктури для зберігання, транспортування та використання водню.

Дослідження за проєктом мають особливе значення для наукового супроводу розвитку водневої інфраструктури для цілей водневої енергетики у рамках реалізації Водневої стратегії України в умовах енергетичної трансформації та інтеграції у європейську енергосистему. Отримані результати сприятимуть науковому обґрунтуванню безпечного використання металевих конструкцій у водневих технологіях, розвитку сучасних методів оцінювання їхньої надійності та загалом зміцненню енергетичної безпеки держави.