

Корисна модель належить до галузі досліджень технічного стану експлуатованих конструкційних сталей, зокрема, до способів оцінювання їх опору крихкому руйнуванню внаслідок розвитку пошкодженості за дії експлуатаційних окрихчувальних чинників (пластична деформація, деградація структури, наводнювальний вплив технологічних чи зовнішніх середовищ). Він може бути використаний у науково-дослідних установах, заводських лабораторіях та промисловості.

Відомий спосіб оцінювання опору сталей крихкому руйнуванню методом ударної в'язкості [1]. За цим методом балкові зразки з надрізами - концентраторами напружень зазнають ударного навантаження, а вплив пошкодженості структури сталей на їх опір крихкому руйнуванню кількісно оцінюють за величиною енергії руйнування зразка. Однак надріз локалізує деформівні руйнуючі процеси у зразку тільки у січенні надрізу, усуваючи таким чином окрихчувальний вплив розсіяних у об'ємі зразка пошкоджень, як додаткових концентраторів напружень і деформацій.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі за технічною суттю є відомий спосіб оцінювання впливу водневої пошкодженості на опір сталей крихкому руйнуванню [2]. За цим методом балкові зразки без надрізів (концентраторів напружень) зазнають ударного навантаження, подібно як за способом [1]. А вплив розсіяних у об'ємі зразка пошкоджень на опір крихкому руйнуванню кількісно оцінюють за величиною енергії руйнування зразка.

Недоліком цього відомого способу є те, що ударні випробування проводять за кімнатної температури, за якої вплив абсорбованого сталлю водню максимальний. Водночас за такої температури зразки без надрізів із конструкційних сталей середньої та низької міцності, наприклад трубні, теплостійкі, тощо, навіть за ударного навантаження пластично деформуються, але не руйнуються.

Задача корисної моделі - розробити спосіб оцінювання ступеня експлуатаційної пошкодженості сталей низької та середньої міцності внаслідок дії експлуатаційних окрихчувальних чинників (пластична деформація, деградація структури, наводнювальний вплив технологічних чи зовнішніх середовищ).

Поставлена задача вирішується тим, що ударному навантаженню піддають зразки без надрізів за температури рідкого азоту. Це дає можливість максимально усунути запас пластичності сталей і виокремити окрихчуючий вплив розсіяних у об'ємі зразка пошкоджень як додаткових концентраторів напружень і деформацій.

Приклад. Випробування проводили на балкових призматичних зразках із феритно-перлітної трубної сталі 17Г1С, виготовлених відповідно способу-аналогу (рисунок). Експлуатаційну розсіяну пошкодженість моделювали попереднім електрохімічним наводнюванням, яке ініціює розвиток у об'ємі металу мікротріщин за механізмом НІС (Hydrogen-Induced Cracking) - воднем спричиненого розтріскування [3]. Наводнювання зразків реалізували у розчині сульфатної кислоти (рНІ) з добавкою стимулятора наводнювання і, водночас, інгібітора корозії, 10 г тіосечовини. Для наводнювання зразків застосували густини катодних струмів у діапазоні від 0,1 до 5 мА/см² упродовж 50 год.

За результатами ударних випробувань у рідкому азоті отримано енергію руйнування сталі у вихідному стані (ненаводненої сталі) E_p 41 Дж.

Після електрохімічного наводнювання за густини струмів 0,1, 0,25, 0,5 і 1,0 мА/см² енергія руйнування сталі не змінилася. З цього можна зробити висновок, що за такої інтенсивності наводнювання у сталі не ініціюється розвиток водневого розтріскування. Однак після наводнювання за густини струму 2,5 мА/см² енергія руйнування сталі дещо зменшилася - 36 Дж. Особливо сильно вона зменшилася після наводнювання за густини струму 5,0 мА/см² - 23 Дж. Отримані результати засвідчили, що розсіяна пошкодженість за механізмом НІС - воднем спричиненого розтріскування - ініціюється за густини струму 2,5 мА/см² і різко інтенсифікується за густини струму 5,0 мА/см².

Отже, спосіб за корисною моделлю дозволяє коректно оцінити ступінь експлуатаційної пошкодженості сталей низької та середньої міцності.

Джерела інформації:

1. ДСТУ ISO 148-1:2022 Металеві матеріали. Випробування на ударний вигин за Шарпі на маятниковому копрі. Частина 1. Метод випробування / Технічний комітет стандартизації "Стандартизація методів контролю механічних, металографічних та корозійних властивостей металопродукції" (ТК 81).

2. Патент на корисну модель № 158626. Спосіб оцінювання впливу водню на опір крихкому руйнуванню сталі. Дмитрах І.М., Звірко О.І., Цирульник О.Т., Сиротюк А.М., Лещак Р.Л. Номер заявки u202404684. Дата подання заявки: 30.09.2024 р. Публ. 26.02.2025 р. Бюл. № 9. 2 с.

3. Martin M. L., Sofronis P., Hydrogen-induced cracking and blistering in steels: A review. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2022. Volume 101, 104547. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2022.104547>.

