

ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертаційну роботу Чучмана Мар'яна Романовича "НАВОДНЮВАННЯ ТА ОПІР РУЙНУВАННЮ ТРУБНИХ СТАЛЕЙ У СІРКОВОДНЕВИХ СЕРЕДОВИЩАХ ЗА СТАТИЧНИХ ТА ЦИКЛІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ",

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії

Актуальність теми дисертаційної роботи і зв'язок з планами відповідної галузі науки.

Для забезпечення надійності роботи обладнання, яке експлуатується у сірководневих корозивних середовищах, необхідно враховувати корозійно-механічну тривкість металу та, особливо, довговічність зварних з'єднань. Більшість досліджень корозійно-механічної тривкості металу проведено за статичних напружень, що лише частково моделює реальні умови роботи бурових платформ, обладнання в умовах морського шельфу, яке зазнає також циклічних навантажень, вібрації та ін. На сьогодні корозійно-втомне руйнування сталей в сірководневих середовищах за умов одночасної дії різного за характером навантаження залишається практично не вивченим.

Головними чинниками корозійного розтріскування та корозійної втоми металів є локальне електрохімічне розчинення та водневе окрихчення. Залежно від умов, зокрема виду навантаження, вагомість кожного з цих чинників в зародженні та розвитку тріщини може змінюватися в широких межах. Тому дослідження закономірностей корозійно-механічного руйнування трубних сталей і їх зварних з'єднань та визначення відповідального за нього чинника є актуальним науково-технічним завданням, яке було поставлене у дисертаційному дослідженні Чучмана М.Р.

Дисертаційна робота Чучмана М.Р. виконана в рамках 4-х фундаментальних держбюджетних тематичних планів Національної академії наук України: НД № 18/343 "Встановлення впливу сумісної дії статичних і циклічних навантажень на довговічність низько- та високолегованих сталей у хлоридно-сульфідних середовищах" (№ держреєстрації 0106U004813, 2006-2008 рр.); НД № 18/364

„Вибір та удосконалення матеріалів для деталей фонтанної та запірної арматури, яка працює в корозивних сірководневих середовищах” (№ держреєстрації 0107U004064, 2007-2011 рр.); НД № 18/3.17 ”Встановлення впливу сірководнево-хлоридних середовищ на руйнування зварних з’єднань маловуглецевих та низьколегованих сталей під дією статичних та циклічних навантажень” (№ держреєстрації 0109U002655, 2009-2011 рр.); № 18/3.41 “Встановлення впливу корозійно-електрохімічних чинників та наводнювання на опірність руйнуванню трубних сталей у сірководневих середовищах” (№ держреєстрації 0112U002786, 2012-2014 рр.).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації та їх достовірність.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи Чучмана М.Р. забезпечується значним обсягом експериментального матеріалу, коректно вибраними методами дослідження, застосуванням сучасного обладнання, в тому числі оригінального, що підтверджено патентами на корисну модель, ретельним аналізом одержаних експериментальних даних.

Основні положення та висновки дисертації обговорені на авторитетних міжнародних конференціях, таких як “Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій” (Львів, 2009, 2014 р.р.), “Технологія-2012” (Сєверодонецьк, 2012), “Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів” (Львів, 2014 р.).

Достовірність практичних рекомендацій підтверджена актами про використання результатів дослідження, затвердженими у чинному порядку.

Наукова новизна отриманих у роботі результатів, сформульованих положень та висновків.

В дисертаційній роботі Чучмана М.Р. вперше встановлено, що ступінь наводнювання сталі у хлорид- та ацетатвмісних розчинах в межах рН 2,7...4,0 за насичення сірководнем майже однакова не зважаючи на різну швидкість корозії. Концентрація абсорбованого водню в низьколегованій зварювальної сталі 17Г1СУ досягає максимальних значень 25...32 ppm, що в 4...7 разів вище порівняно з

середовищами без H_2S . В абсорбованому водні концентрація дифузійно-рухливого в $\sim 2,2 \dots 3,5$ рази перевищує концентрацію водню з вищою енергією зв'язку з металом. За відсутності H_2S дифузійно-рухливий водень складає всього $\sim 30 \dots 40\%$ від сумарного його вмісту.

Вперше досліджено динаміку накопичення абсорбованого водню для низьколегованої зварювальної сталі 17Г1СУ в хлоридно-ацетатних середовищах насичених сірководнем. Показано, що частка абсорбованого водню від загального виділеного за 720 годин корозії сталі складає не більше 20%.

Вперше визначено переважні чинники корозійно-механічного руйнування сталей в залежності від характеру напружень. Так, корозійно-механічне руйнування сталей 20 та 30ХМА за статичних та симетричних і асиметричних циклічних напружень, сталі 12Х21Н5Т за статичних напружень протікає переважно за дії водневого чинника. Корозійно-механічне руйнування сталей 17Г1СУ та 12Х21Н5Т за асиметричних та симетричних циклічних напружень зумовлено сумісною дією корозійного та водневого факторів.

Вперше встановлено, що схильність до корозійного розтріскування сталей 20 та 30ХМА, головним чином, визначається концентрацією дифузійно-активного водню, а за циклічних навантажень – кількістю водню з вищою енергією зв'язку з металом.

Вперше на прикладі сталей 20, 30ХМА та 12Х21Н5Т показано, що зі зростанням амплітуди асиметричних циклів довговічність зразків знижується істотніше, ніж зі зростанням їх середніх напружень. А висока опірність сталей сірководневому корозійному розтріскуванню не є ознакою їх високої витривалості за сумісної дії статичних і циклічних напружень у середовищах насичених сірководнем.

Практична цінність отриманих результатів.

Встановлено, що для низьколегованої сталі підвищеної міцності 30ХМА асиметричні циклічні навантаження амплітудою до 10% від умовної границі текучості ($\sigma \leq 0,1\sigma_{0,2}$) практично не впливають на величину порогових напружень за статичних навантажень. За вищих амплітуд циклічних напружень витривалість

сталі різко знижується, тож використовувати зазначену сталь за таких умов для нафтогазовидобувного обладнання за наявності сірководню не доцільно.

Визначено величину порогових коефіцієнтів інтенсивності напружень у стандартному сірководневому розчині НАСЕ. Їх значення задовольняють прийнятим в інженерній практиці критеріям використання сталей у сірководневих середовищах: за статичних і повторно-статичних навантажень (для сталі 30ХМА становлять $43,6 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$, для сталі 20 – $33,5$ та $30,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ відповідно).

Показано, що механічні властивості зварного з'єднання виконаного електродом УОНІІ-13/55Р на сталі 17Г1СУ не змінюються при наявності пор сумарною площею $\sim 15\%$ від площі його перерізу. Пори, лінійні розміри яких не перевищують допустимих згідно з ВСН 012-88, знижують опірність сірководневому корозійному розтріскуванню на $\sim 20\%$ і є недопустимі за наявності асиметричних циклічних напружень за амплітуд, що перевищують $0,2\sigma_{0,2}$. допустимий.

Одержані результати використані на ТОВ “Укрспецмаш” та НВ ДП УкрНДІ нафтопереробної промисловості “МАСМА”, зокрема для процесів переробки високосірчистих нафт західного регіону України (Коханівське та Орховицьке родовища).

Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових працях.

Основний зміст дисертаційної роботи Чучмана М.Р. відображено у 17 наукових публікаціях, з них 6 статей у наукових фахових виданнях, 2 патенти України на корисну модель та 9 тез міжнародних та Всеукраїнських конференцій.

Опубліковані роботи повністю відображають зміст дисертації.

Зміст дисертації.

Дисертаційна робота Чучмана М.Р. складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Викладена на 113 сторінках друкованого тексту, у тому числі 6 таблиць та 75 рисунків, 125 джерел на 14 сторінках. Обсяг роботи та її структура відповідає вимогам ДАК до кандидатських дисертацій.

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, показано зв'язок

роботи з науковими темами, сформульовано мету та задачі роботи, зазначено її наукову новизну та практичну цінність.

У першому розділі розглянуто літературні дані щодо впливу умов навантаження на корозійно-механічну стійкість матеріалів, роль асиметрії циклів у руйнуванні сталей в корозивних середовищах, проаналізовано методики визначення кількості абсорбованого металом водню, що дозволило коректно сформулювати мету та задачі дослідження, обрати правильну стратегію дослідження.

У другому розділі наведена характеристика матеріалів (трубні сталі: сталь 20, 30ХМА, 17Г1СУ, 12Х21Н5Т; зварні з'єднання сталі 17Г1СУ, виконані електродом УОНИИ – 13/55Р; корозивні середовища) та описано обладнання, методи і методики проведення експерименту.

У третьому розділі представлено результати дослідження статичних і циклічних навантажень та їх сумісної дії на довговічність і тріщиностійкість трубних сталей у сірководневому розчині NACE.

У четвертому розділі обговорено одержані дані, щодо опірності зварних з'єднань сталі 17Г1СУ, виконаних електродом УОНИИ-13/55Р, статичним, симетричним та асиметричним циклічним навантаженням і впливу на них дефектів зварних швів. Також оцінено корозійну тріщиностійкість різних зон зварних з'єднань у сірководневому середовищі NACE під статичним навантаженням.

У п'ятому розділі представлено результати вивчення впливу природи корозивного середовища на швидкість корозії та наводнювання сталі 17Г1СУ, а також статичних і циклічних навантажень на наводнювання сталей 20, 30ХМА, 12Х21Н5Т, 17Г1СУ.

Після кожного розділу зроблено узагальнення представлено матеріалу.

Мова та стиль дисертації.

Дисертаційна робота написана державною мовою, грамотно. Розподіл експериментального матеріалу на розділи є логічним. Застосована в роботі наукова термінологія є загальноновизнаною. Стиль викладення результатів, нових

наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання. Експериментальні дані проілюстровані графіками, фотографіями, діаграмами, таблицями, що сприяє розумінню викладених результатів. Якісні мікрофотографії дають чітке уявлення про морфологію поверхні зразків сталі та її зміну внаслідок випробувань.

Тема та зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. У другому розділі доцільно було зазначити як розраховувався показник швидкості корозії (K), який використовується при обговоренні результатів у 5-му розділі. Також не зазначено середнє квадратичне відхилення значень показника швидкості корозії, що ускладнює сприйняття даних рис. 5.1 – 5.6 і табл. 5.1 та обговорення зміни його величини.

2. При описанні у розділі 2 статистичної обробки результатів (концентрація сірководню) не зазначено для якого рівня значущості наведено середнє квадратичне відхилення (стор. 49).

3. При описанні дослідження корозійної тріщиностійкості сталей (стор. 40) не обґрунтовано, чому саме вибрано програму навантаження за прямокутним циклом при визначенні коефіцієнта інтенсивності напружень за повторно-статичних навантажень.

4. Недостатньо поясненими є експериментально встановлені принципово різні за характером дані, щодо динаміки швидкості корозії у водних розчинах насичених сірководнем: розчин NACE (рис. 5.1 стор. 84), 5%NaC+H₂S (рис. 5.4 стор. 88), H₂O (дист.)+H₂S (рис. 5.5 стор. 89) та 0,5%CH₃COOH+H₂S (рис. 5.6 стор. 90).

5. Доцільно було з'ясувати глибину проникнення водню у досліджені зразки сталі 17Г1СУ.

6. Враховуючи наведені на стор. 92 міркування автора дисертаційної роботи щодо ролі поверхнево активних йонів при наводнюванні сталі, більш коректно висновок 4 формулювати як «відсутність залежності наводнювання сталі від

йонного складу корозивного середовища насиченого сірководнем в якому корозія протікає з різною швидкістю».

7. В тексті роботи є технічні помилки: порушено порядок посилання на літературні джерела (на стор. 15 після посилання на джерело 26 йде посилання на джерело 76); не всі скорочення внесені до переліку скорочень (відсутнє скорочення 33 – зварні з'єднання); на стор. 52 є розбіжність між текстом (5% розчин) та підписом до рис. 3.1. (3% розчин); не зазначені одиниці вимірювання маси у розрахунковій формулі (стор. 48).

Зазначені зауваження не зменшують загальної позитивної оцінки та високої науково-практичної цінності дисертаційної роботи Чучмана М.Р., яка не лише вирішує проблему прогнозування схильності трубних сталей до руйнування при одночасній дії статичних та циклічних навантажень, а й відкриває перспективи подальшого розвитку дослідження корозійно-механічної тривкості металів та зварних з'єднань.

Висновок, щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.


Дисертація Чучмана Мар'яна Романовича "Наводнювання та опір руйнуванню трубних сталей у сірководневих середовищах за статичних та циклічних навантажень" є завершеною науково-дослідною роботою, що виконана на належному науковому та методичному рівні. Робота характеризується внутрішньою єдністю, написана грамотно з використанням сучасної наукової термінології.

Автореферат повністю відображає основні положення дисертаційної роботи. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає вимогам державних стандартів і ДАК України.

Дисертація за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю одержаних результатів повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника" затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №576, а її автор Чучман Мар'ян Романович заслуговує присудження

наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Офіційний опонент
завідувач кафедри хімії Чернігівського
національного педагогічного
університету імені Т.Г.Шевченка
доктор технічних наук, доцент

 І.М. Курмакова

Підпис І.М.Курмакової засвідчую
Начальник відділу кадрів Чернігівського
національного педагогічного
університету імені Т.Г.Шевченка



 Л.Ф. Лук'яненко