



УДК 621.643

ВПЛИВ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА pH СЕРЕДОВИЩА НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ МАТЕРІАЛУ ТРУБОПРОВОДУ

*Л. Я. Побережний, А. І. Станецький, М. С. Полутренко,
Т. Ю. Пиріг*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти
і газу. Україна, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15,
poberezhny@nung.edu.ua*

Дослідження деформаційної поведінки сталі в умовах навантажень та впливів, які імітують експлуатаційні, дають змогу краще оцінити залишковий ресурс безпечної експлуатації діючих, та ресурс роботи нових трубопроводів, коректніше прогнозувати експлуатаційні ризики та оцінювати рівень потенційних загроз довкіллю, спричинених експлуатацією даних технічних об'єктів. Важливо вивчити кінетику деформації у корозійних середовищах, оскільки рівень пошкоджень у результаті синергічної дії механічного та корозійного чинників зростає нелінійно, відповідно так само збільшуються імовірності розгерметизації та руйнування трубопроводу, а, отже, й пов'язані з цим експлуатаційні ризики.

Метою роботи, яка стала продовження раніше виконаних досліджень, є вивчення впливу pH середовища та експлуатаційної деградації на деформаційну поведінку матеріалу трубопроводу в підкислених хлоридно-сульфатних середовищах. Актуальність роботи зумовлена тим, що на західній Україні, де проходять основні транзитні магістральні нафтогазопроводи, поширені кислі ґрунти з хлоридними та хлоридно-сульфатними електролітами [1]. З літератури [2, 3, 4] відомо про особливу чутливість тривалоексплуатованих трубопровідних сталей до водневого окрихчення, ризик виникнення якого в кислих середовищах найбільший. Тому необхідно докладно вивчити деформаційну поведінку матеріалу нафтогазопроводів на пізній стадії експлуатації у основних



типах ґрунтових електролітів з метою оптимізації робочих режимів та вчасного запобігання можливим позаштатним чи навіть аварійним ситуаціям.

Для вивчення кінетики низькотемпературної корозійної повзучості, користуючись побудованою за результатами механічних випробовувань зразків-моделей, вирізаних зі стінки труби (сталь 17Г1СУ), діаграмою згину вибрано три рівні номінальних напружень відповідно до величини границь текучості та міцності матеріалу трубопроводу – 330, 420 та 510 МПа.

Для коректного виявлення впливу корозійного середовища на деформаційну поведінку сталі трубопроводу повзучість вивчали спочатку на повітрі (імітуючи роботу трубопроводу з непошкодженим ізоляційним покриттям) (рис. 1, а), а потім у 3 модельних середовищах (табл. 1) (рис. 1, б-г). Час експозиції складав 300000 min.

Таблиця 1. Склад модельних середовищ (МС)

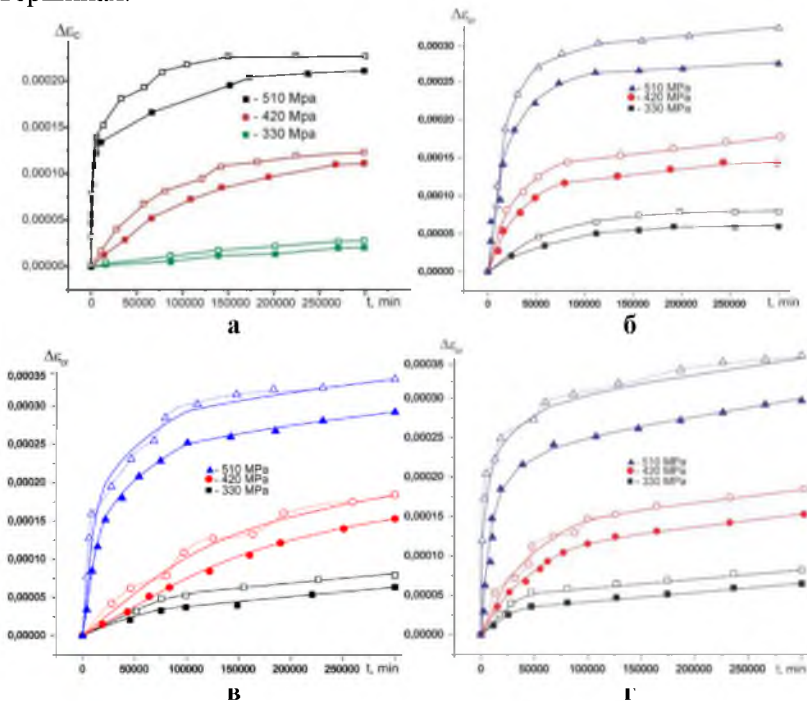
| № МС | Концентрація, mol/l | |
|------|---------------------------------|---------|
| | Na ₂ SO ₄ | HCl |
| 1 | 0,01 | 0,00001 |
| 2 | 0,05 | 0,0001 |
| 3 | 0,1 | 0,001 |

На повітрі спостерігаємо зростаючу кінетику (рис. 1) із заниканням на останній стадії та виходом на плато як для матеріалу в стані поставки, так і для експлуатованого. Зміна деформації повзучості знаходиться в межах 15...20 %.

В підкислених хлоридно-сульфатних середовищах (рис. 1, б-г) спостерігаємо кінетику повзучості подібну до такої у нейтральних аналогах [5]. Зокрема, зі збільшенням концентрації кислоти при високому рівні номінальних напружень з'являються стрибкоподібні прирости деформації, пов'язані, очевидно, із зміною механізму перебігу корозійних процесів. Такий перехід зумовлений збільшенням частки водневої деполаризації та виділенням атомарного водню у місцях утворення гальванічних пар. Останній спричиняє перебіг процесу наводнення та розвиток водневої крихкості, що, в свою чергу викликає корозійне розтріскування, яке й ілюструють стрибки деформації

на кінетичній кривій.

При зменшенні рН фіксуємо істотні деформаційні стрибки (рис. 1, в, г). Особливо помітні вони в області високих напружень, що пояснюється впливом механічного чинника на фоні водневого окрихчення. Виразно спостерігаються цикли прискорення-сповільнення деформації, які відповідають циклам росту тріщини. Найінтенсивніші вони на першому етапі експозиції, далі швидкість приросту деформації спадає. Це пов'язано з притупленням вершин корозійних тріщин внаслідок збільшення швидкості розчинення матеріалу трубопроводу та відповідним зменшенням рівня концентрації напружень у їх вершинах.



■ – сталь в стані поставки, □ – 41 рік експлуатації

Рисунок 1. Кінетика деформації сталі трубопроводу на повітрі (а), в MS1 (б), в MS2 (в) та в MS3 (г)

В подальшому необхідно розширити діапазон досліджуваних ґрунтових електролітів, а також вивчити рівень



чутливості матеріалу трубопроводу до біокорозії. Також потрібно провести дослідження з метою оптимізації параметрів активного протикорозійного захисту нафтогазопроводів на пізній стадії експлуатації для підвищення надійності їх експлуатації, продовження ресурсу роботи та запобігання позаштатним ситуаціям.

Висновки:

1. Встановлено закономірності зміни несучої здатності матеріалу нафтогазопроводів на пізній стадії експлуатації у підкислених хлоридно-сульфатних модельних середовищах.
2. Показано, що в кислих ґрунтових електролітах деградована трубопровідна сталь має схильність до раптових деформаційних стрибків, які можуть спричинити спонтанну розгерметизацію трубопроводу.
3. Зафіксована деформаційна поведінка сталі трубопроводу потребує подальшого системного вивчення з метою підвищення рівня безпеки та забезпечення надійної експлуатації наявних нафто- та газопровідних мереж.
4. Необхідно вивчити вплив терміну експлуатації на електрохімічні показники сталей нафтогазового сортаменту з метою оптимізації параметрів активного та пасивного протикорозійного захисту.

Література:

1. Крижанівський Є. Розсіяна пошкодженість і деградація властивостей сталей нафтових та газових трубопроводів / Крижанівський Є., Никифорчин Г.// Вісник ТНТУ.- 2011.- Спецвипуск Ч.1.- С.30-36
2. Петров Л. М. Фізико-хімічні аспекти механіки корозійного руйнування / Л. М. Петров // Фіз.-хім. механіка матеріалів. - 2001. - № 3. - С. 127-129.
3. Nykyforchyn H. M. Assessment of hightemperature hydrogen degradation of power equipment steels / H. M.Nykyforchyn, O. Z.Student // 16th European Conference of Fracture „ECF16“, Alexandroupolis, Greece, 2006. - Paper No. 749
4. Крижанівський Є. І. Особливості стрес-корозії сталі магістральних трубопроводів в кислих електролітах / Є. І.



- Крижанівський, Л. Я. Побережний // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2004. - № 4 (13). - С. 69-72.
5. Побережний Л. Я. Вплив експлуатаційної деградації на несучу здатність матеріалу магістральних трубопроводів / Л. Я. Побережний, П. О. Марущак, А. І. Станецький // Фіз.-хім. механіка матеріалів, 2012.-Спец вип №9.- Т. 2.- С. 642-646.

УДК 621.643

НЕБЕЗПЕЧНІ ВПЛИВИ ДЖЕРЕЛ БЛУКАЮЧИХ ЗМІННИХ СТРУМІВ НА ПІДЗЕМНІ ТРУБОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ

*Л.Я. Побережний, Г.М. Присліпська, А. В. Яворський
Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу 76019,
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15. E-mail:
poberezhny@nung.edu.ua*

Підземній корозії, пов'язаній з впливом ґрунтового електроліту, бактерій та мікроорганізмів приділяється значна уваги і вона є достатньо дослідженою. Такий вид корозії як електрокорозія пов'язують з впливом блукаючого струму на матеріал трубопроводу від джерел постійного струму [1, 2]. Інтенсивні корозійні руйнування при натіканні постійного блукаючого струму спостерігаються у місцях виходу струму із трубопроводу, однак, відомі випадки коли наскрізні корозійні ураження (свищі) виникали на трубопроводах в зонах, що знаходилися поза межами витікання постійних блукаючих струмів [3, 4, 5].

Джерелами змінних блукаючих струмів є електрифікований рейковий транспорт (електровози, електропоїзди) та високовольтні лінії електропередач.

Електрифіковані залізні дороги змінного струму здійснюють на магістральні трубопроводи магнітний і гальванічний вплив. Як прийнято дослідниками, магнітний