

ефект (1-8 місяців) та економічну доцільність, а методи є ефективними для третинних технологій і розробки виснажених родовищ.

Література:

1. Мороз, Л. Б. *Огляд впроваджень технологій з інтенсифікації видобування нафти і збільшення нафтовилучення на родовищах світу* / Л. Б. Мороз // *Нафтогазова енергетика*. - 2014. - № 1. - С. 22-31.
2. *Guntis Moritis. New companies, infrastructure, projects*//*Oil and Gas Journal*. –2001. – May 14. – P. 68-73.
3. *Hossein Hamidi. A technique for evaluating the heavy-oil viscosity changes under ultrasound in a simulated porous medium* / H. Hamidi, E. Mohammadian, R. Junin, R. Rafati, M. Manan, A. Azdarpour, M. Junid. //*Ultrasonics*. – 2014. Vol. 54. – P. 655-662.
4. *Y. Guoxiang. Pretreatment of Crude Oil by Ultrasonic-electric United Desalting and Dewatering* / L.Xiaoping, P.Fei, H.Pingfang, S.Xuan. // *Chinese Journal of Chemical Engineering*. – 2008. – Vol. 16. – № 4. – P. 564-569.
5. *Нагорний В.П., Денисюк І.І. Імпульсні методи інтенсифікації видобутку вуглеводнів*. – К.: *Ессе*, 2012. – 323 с.

УДК 624.017

РІДКО-ЗЕМЕЛЬНІ ТА ЛУЖНО-ЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ – РЕЗЕРВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РЕСУРСУ НАФТОГАЗОПРОВОДІВ

Макаренко В.Д., д.т.н., професор, **Гоц В.І.**, д.т.н., професор
Київський національний університет будівництва і архітектури
arhatenko_t@ukr.net

Максимов С.Ю., д.т.н., с.н.с., член-кореспондент НАН України
Інститут електрозварювання імені Є.О. Патона НАНУ

Винников Ю.Л., д.т.н., професор, **Матяш О.В.**, к.т.н., доцент,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Макаренко Ю.В.

Медичний університет «Манітоба», м. Вінніпег, Канада

Актуальність. На сьогодні традиційні методи легування майже вичерпали свій ресурс щодо підвищення корозійно-механічних властивостей, що обмежує їх резерв для подовження експлуатаційного ресурсу сталевих конструкцій, як-то нафтогазопроводів [1]. Використання рідко-земельних (РЗМ) і лужно-земельних металів (ЛЗМ) дуже актуально через договір між Україною і США про спільне освоєння родовищ на нашій території, тобто РЗМ і ЛЗМ – це додатковий резерв оборонної та економічної безпеки України. Тому комплексні модифікатори у вигляді лігатур з РЗМ і ЛЗМ мають як нукове, так і практичне значення. Вплив РЗМ і ЛЗМ на втомлену міцність особливо за умов активного впливу корозійного середовища вивчено недостатньо для розуміння дії міцкомодифікаторів на процес руйнування трубних сталей при одночасній дії цього середовища в знакомінному навантаженні. Ефективність впливу добавок пов'язана зі зміною морфології, розподілення і дисперсності структурних складових металу, а також неметалевих включень, що дозволяє в підсумку регулювати структурно-фвзовий склад металу та його вторинну фазу й стан меж зерен. Проведені дослідження дозволили обґрунтувати оптимальний вклад лігатур з РЗМ і ЛЗМ і їх дисперсний склад. Оцінено вплив комплексних лігатур з РЗМ і ЛЗМ на вміст газів (водню, кисню й азоту), які, як правило, негативно впливають на комплекс механічних, корозійних властивостей металу, що тривалий час експлуатується в корозійно-активних середовищах. Тому проведено комплекс досліджень

впливу РЗМ і ЛЗМ на корозійно-втрмленій міцність трубних сталей за багатоциклових навантажень.

Мета. Експериментальні дослідження впливу РЗМ і ЛЗМ на циклічно-динамічну міцність під змінним навантаженням у корозійно-агресивному середовищі (соляні розчини та середовища типу NACE).

Методика та організація дослідження. Вважається, що досі проведено недостатній обсяг експериментальних і теоретичних досліджень впливу модифікуючих мікродобавок рідко-земельних (церія, ітрія) і лужно-земельних (кальція, барія) елементів, введених в експериментальну трубну сталь у процесі її виплавки в електроконвертерних пічах, а тому слід провести серію додаткових досліджень у лабораторних і промислових умовах, що дозволить суттєво покращити експлуатаційні характеристики нафтогазопроводів.

Результати дослідження. Визначено, що найбільшим супротивом втомній корозії характеризуються сталі модифіковані РЗМ (церій, ітрій) і ЛМЗ (Са, Ва) і Zr. Схильність сталей до сульфідно-корозійного руйнування під напруженням (СКРН) оцінили за стандартом NACE TM 01-77 (90), метод А, на циліндричних зразках діаметром 64 мм, що дозволяла товщина стінки труб. Їх випробували в установках гиревого типу УСМР-6 під навантаженням (у кожному досліді – по 3 зразки). При цьому визначали порогові напруження σ_{SSC} для того, щоб порівняти якість сталей різних марок, виготовлених з різними модифікаторами. Умови випробувань по цьому стандарту наступні: тривалість 720 год. у 5%-вому розчині NaCl, який містить 0,5% CH_3COOH і насиченому H_2S ; pH =3; $t=20^\circ\text{C}$. Параметр σ_{SSC} визначали із залежності « $\sigma_i - t_{gt}$ » (σ_i – початкове напруження; t_{gt} – термін до руйнування, год.), при яких зразки не руйнуються на прийнятій годинниковій базі випробувань. Відзначимо, що нестандартним, але апробованим критерієм придатності сталі до експлуатації в середовищі, що містить сірководень, є співвідношення $\sigma_{SSC}/\sigma_{0.2}^{\text{min}}$. Коли воно перевищує значення 0,8, то матеріал вважають придатним до використання. Залежність « $\sigma_i - t_{gt}$ » будували по мінімальним значенням часу до руйнування під кожним навантаженням, бо використання середніх значень t недопустимо через необхідність гарантованої працездатності промислового обладнання в технологічних середовищах з сірководнем. Крім того, випробуванням піддавали зразки діаметром 6,4 мм на машині ІМА-5, а також на дослідній установці, яка дозволяє випробувати зразки при консольному згині з одночасним обертанням (частота 18 Гц).

З аналізу результатів випробувань відзначимо, що корозійно-втомлена міцність сталей економно-модифікованих РЗМ і ЛЗМ вища в 2,5-3,5 рази порівняно зі сталлю, яка не модифікована мікродобавками.

Висновки. Одним з ефективних шляхів зниження вмісту кисню та водню в металі шва при зварюванні труб нафтогазопроводів з основним покриттям може бути часткова чи повна заміна в електродному покритті феросплавів на комплексні лігатури. Ступінь зниження вмісту водню й кисню в наплавленому металі залежить від гранулометричного складу уведених в електродне покриття лігатур: зі зменшенням розміру їх частинок зростає вміст водню при зниженні кисню в металі шва. Оптимальний розмір частинок порошку комплексних лігатур – 0,2-0,3 мм. Збільшення вмісту комплексних лігатур з РЗМ, Ва і Zr в електродному покритті основного виду від 1 до 5% веде до зниження в наплавленому металі концентрації водню й кисню в 1,5-2 рази при одночасному підвищенні концентрації азоту в 1,2-1,5 рази. Оптимальний вміст комплексних лігатур, який забезпечує низький вміст газів в металі, – 2-3%.

Література

1. *Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах: Монографія / В.О. Онищенко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, С.Ф. Пічугін, М.О. Харченко, О.В. Степова, В.М. Савик, П.О. Молчанов, П.Ю. Винников, О.М. Ганошенко. – Полтава: ФОП Пусан А.Ф., 2018. – 258 с.*