

УДК 620.194:620.197

Д. Ю. Петрина, В. М. Гоголь, Л. Г. Петрина
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВПЛИВ РОБОЧИХ СЕРЕДОВИЩ І НЕМЕТАЛІЧНИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА СТІЙКІСТЬ РЕЗЕРВУАРНОЇ СТАЛІ ДО КОРОЗІЇ

Встановлено, що якісний склад нафти впливає на корозійну стійкість резервуарної сталі. Найбільш небезпечні в корозійному відношенні є сульфідні включення в металі. Сумісна дія складу нафти та неметалічних включень значно знижує корозійну стійкість резервуарної сталі.

Ключові слова: механічні напруження, механічні домішки, пітинг, електрохімічна неоднорідність металу, пластова вода.

Рис. 2. Табл.2 Літ. 10.

Д. Ю. Петрина, В. М. Гоголь, Л. Г. Петрина ВЛИЯНИЕ РАБОЧИХ СРЕД И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА СТОЙКОСТЬ РЕЗЕРВУАРНОЙ СТАЛИ К КОРРОЗИИ

Установлено, что качественный состав нефти влияет на коррозионную стойкость резервуарной стали. Наиболее опасными в коррозионном отношении являются сульфидные включения в металле. Совместное действие состава нефти и неметаллических включений существенно снижает коррозионную стойкость резервуарной стали.

Ключевые слова: механические напряжения, механические примеси, питтинг, электрохимическая неоднородность металла, пластовая вода.

D. J. Petryna, V. M. Hohol, L. G. Petryna ESTABLISHED THAT THE QUALITY OF THE OIL AFFECTS THE CORROSION RESISTANCE OF STEEL STORAGE TANK

The most dangerous in regard to corrosion is included in the metal sulfide. Joint action part of oil and non-metallic inclusions considerably reduces the corrosion resistance of steel storage tank.

Keywords: mechanical stress, mechanical impurities, pitting, electrochemical heterogeneity of metal, fossil water.

Вступ. Понад 70% устаткування, що експлуатується в нафтогазовій галузі промисловості України, в даний час має термін експлуатації 30 – 35 років і більше. Резервуари для зберігання нафти є одними з найбільш небезпечних об'єктів [1 – 4]. Причини цього полягають у високій вибухо-пожежній небезпечності продуктів зберігання, великих розмірах конструкцій і пов'язаної з цим великою довжиною зварних швів, порушеннях правил будівництва та експлуатації тощо. Кількість аварій на резервуарах з кожним роком зростає, оскільки більша частина з них відпрацювала свій проектний ресурс.

Однією з основних причин виходу з ладу нафтових резервуарів є корозія металу внутрішньої поверхні [5]. Корозія резервуарів зберігання нафти зумовлена присутністю води, яка надходить з нафтопродуктами (підтоварна вода) або конденсується у верхній частині з газової фази. Оскільки нафта знаходиться над шаром підтоварної води, вона насичується нею. Розчинність води в нафті низька і залежить від температури [6]. І хоч нафта не бере безпосередньої участі в корозійному процесі, з нею надходить не тільки вода, але й інші активні складники, зокрема, кисень, сірководень, солі та органічні кислоти.

На інтенсивність корозійно-водневої деградації нафтосховищ впливає багато чинників [7 – 9]: фізико-хімічні властивості нафтопродукту, вміст в ньому корозійно-активних домішок, наявність органічних і неорганічних речовин тощо. Тому вивчення корозійних характеристик резервуарної сталі може дати додаткову інформацію для прогнозування надійності та довговічності нафтових резервуарів. У зв'язку з цим такі дослідження були проведені в даній роботі.

Матеріали і методика експерименту. Експерименти виконували на сталі Ст.3сп, Ст.3, 20Х. Корозійну стійкість сталі визначали гравіметричним методом. Дослідження проводили на резервуарі РВС-100, установленому в цеху № 1 ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (м. Надвірна

Івано-Франківської області). Нафту постачали з нафтогазовидобувних управлінь Надвірни і Рожнятова.

Основні показники цих нафт наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Показники нафт, які використовувались в дослідженні

№ п/п	Найменування показників	Нафта з	
		Надвірни	Рожнятова
1	Густина при 20°C, кг/м ³	887,4	848,0
2	Вміст води, % об.	2,0	5,2
3	Вміст хлористих солей, м ² /дм	165,0	478,2
4	Вміст сірки, % мас.	0,5	0,46
5	Вміст мех. домішок, % мас.	0,05	0,04

Результати досліджень. Для визначення корозійної стійкості використовували зразки зі сталі Ст 3сп, з якої виготовлений резервуар. Вони були вирізані з різних ділянок: верхньої частини стінки резервуару, яка постійно контактувала упродовж експлуатації з повітрям і конденсованою водою; середньої частини стінки, яка постійно контактувала з нафтою; стінки поблизу дна резервуару; дна резервуару. Дві останні ділянки постійно контактували з підтоварною водою. Зразки для випробувань вирізали з резервуару таким чином, щоби досліджувані поверхні були якомога ближче до внутрішньої поверхні резервуару [1]. Корозійну проникність визначали за випробувань у підтоварній воді. Експериментальні результати наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Глибинний показник порозії (П) сталі Ст. 3сп різних ділянок нафтового резервуару у під товарній воді

№ п/п	Ділянка	Підтоварна вода з нафт	
		Надвірни	Рожнятова
1	Верхня частина	0,27	0,32
2	Середня частина	0,13	0,16
3	Нижня частина	0,28	0,33
4	Дно	0,23	0,28

Аналіз отриманих результатів досліджень показав, що метал, який в процесі експлуатації контактував лише з нафтою (середня ділянка), має найвищу корозійну стійкість. Найнижча корозійна стійкість була зафіксована у сталі стінки резервуару біля дна. Очевидно, це зумовлено максимальними механічними навантаженнями у цьому місці резервуару в поєднанні з дією підтоварної води.

При контакті металу резервуару з рожнятівською нафтою його корозійна стійкість на всіх ділянках суттєво спадала. Це, на наш погляд, пов'язано з підвищенням вмісту води та хлористих солей в цій нафті. Вода сприяє розчинюванню солей, що утворює більш агресивне робоче середовище.

Останнім часом з'явилися дані про суттєвий вплив на розвиток процесів локальної корозії корозійно-активних неметалічних включень (КАНВ) [10].

КАНВ є двох типів. Перший тип представляє собою алюмінати кальцію, другий – неметалічні включення, які мають ядро з алюмінатів кальцію і округлені оболонкою із сульфіду кальція. Розмір більшої частини таких включень знаходиться в межах 5 ... 10 мкм.

Провели лабораторні випробування зразків сталей, які виплавлені за двома технологіями: 1) високоякісна сталь 20X (рафінована і модифікована кальційвмістимими лігатурами); 2) вуглецеві сталі звичайної якості Ст.3 і Ст. 3сп без модифікації кальційвмістимими лігатурами.

Найбільш рівномірна корозія була на зразках з модифікованої кальцієм сталі 20X. Сталі типу Ст.3 характеризуються високими швидкостями як місцевої, так і рівномірної корозії.

Аналіз випробувань показав, що схильність до пітингоутворення зростає в ряді Сталь 20Х (модифікована кальцієм сталь) → Ст 3сп → Ст.3.

На рисунках 1 і 2 представлені отримані нами залежності коефіцієнта пітингоутворення та швидкості корозії від загального вмісту сірки в сталі. Визначальний вплив на розвиток процесів локальної корозії має вміст сульфідних включень в сталі, що добре узгоджується з термодинамічними даними [10], згідно яким сульфідні – найбільш нестійка фаза в сталі, яка розчиняється в першу чергу при контакті з водою, що вміщує велику кількість хлорид-іонів.

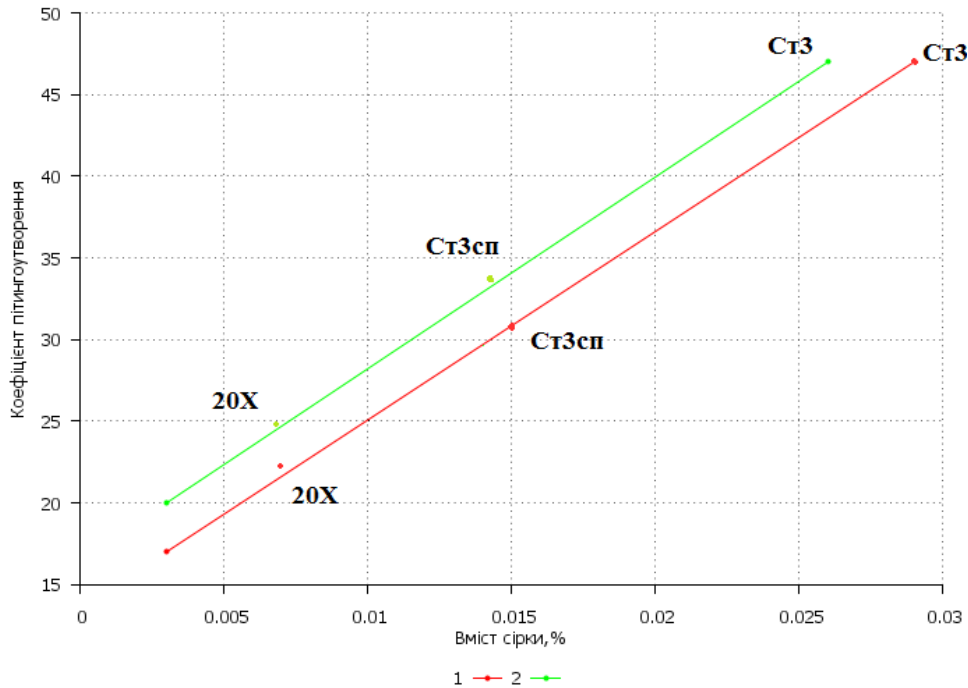


Рис. 1. Залежність коефіцієнта пітингоутворення від вмісту сірки в сталі:
1 – нафта з Надвірні; 2 – нафта з Рожнятова

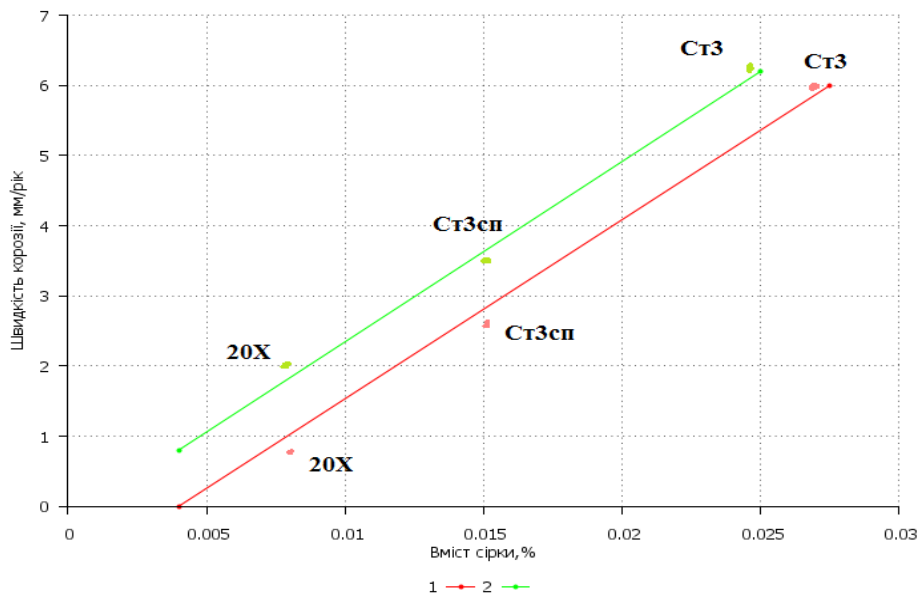


Рис. 2. Залежність швидкості корозії від вмісту сірки в сталі:
1 – нафта з Надвірні; 2 – нафта з Рожнятова

Висновки. Аналіз літературних даних не дає можливості виявити визначального впливу частинок, які деякі автори [10] відносять до КАНВ, на пришвидшення процесів локальної корозії.

© Д. Ю. Петрина, В. М. Гоголь, Л. Г. Петрина

Тим не менше очевидно, що неметалічні включення, незалежно від їх типу, мають вплив на стійкість до локальної корозії, як і будь-яка інша неоднорідність, що приводить до електрохімічної гетерогенності металу. Необхідно тільки визначити ступінь впливу кожного з них на стійкість до локальної корозії. Найбільш небезпечними в корозійному відношенні є сульфідні включення, так як їхня термодинамічна стійкість найнижча.

Актуальним на сьогоднішній день стає проблема обґрунтування оптимальної допустимої щільності КАНВ та їх вплив на розвиток процесів локальної корозії.

Тому необхідно продовжити дослідження, що спрямовані на вивчення впливу КАНВ на корозійну стійкість резервуарної сталі. Цими питаннями автори роботи планують зайнятися в подальших своїх дослідженнях.

1. Крижанівський Є.І. Корозійно-воднева деградація та протикорозійний захист резервуарів зберігання нафти / Є.І. Крижанівський, Г.М. Никифорчин, О.І. Звірко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – № 2 (39). – С. 5 – 18.
2. Котляревский В.А. Безопасность резервуаров и трубопроводов / В.А. Котляревский, А.А. Шаталов, Х.М. Ханухов. – М.: Изд-во «Экономика и информатика», 2000. – 555 с.
3. Розенштейн И.М. Аварии и надёжность стальных резервуаров / И.М. Розенштейн. – М.: Недра, 1995. – 253 с.
4. Ханухов Х.М. Анализ причин аварий стальных резервуаров и повышение безопасности их эксплуатации / Х.М. Ханухов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2003. – № 10. – С. 49 – 52.
5. Алиев Р.А. Сооружение и ремонт газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз / Р.А. Алиев. – М.: Недра, 1987. – 272 с.
6. Foroulis Z.A. Corrosion and corrosion inhibition in the petroleum industry / Z.A. Foroulis // Werkstoffe und Korrosion. – 1982. – 33. – P. 121 – 131.
7. Саакян Л.С. Защита нефтегазопромыслового оборудования от коррозии / Л.С. Саакян, А.П. Ефремов. – М.: Недра, 1982. – 227 с.
8. Sloniowski A. The Estimation of Corrosion Processes Growth on Bottom Surfaces of Crude Oil Storage Tanks (Polish) / A. Sloniowski // Dohrona Pezed Korozja. – 1996. – No 12. – P. 314 – 316.
9. Sanders P.F. Profonling in the oil industry / P.F. Sanders, P.J. Sturman // In: Petroleum microbiology. – ASM Press, 2005. – P. 171 – 198.
10. Зайцев А.И. Природа и механизмы образования в стали коррозионно-активных неметаллических включений. Пути обеспечения чистоты стали по этим включениям. Коррозионно-активные неметаллические включения в углеродистых и низколегированных сталях / А.И. Зайцев, И.Г. Родионова, В.В. Мальцев. – М.: Metallurgizdat, 2005. – С. 37 – 51.

Стаття прийнята до друку 25.03.2015.