

ВПЛИВ ДЕГРАДАЦІЇ НА МІКРОСТРУКТУРУ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛУ ЗВАРНИХ ШВІВ РЕЗЕРВУАРІВ ТА ПОСУДИН ВИСОКОГО ТИСКУ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ

Петрина Д.Ю.

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 72-71-47,
e-mail: public@nung.edu.ua

В умовах експлуатації та резервуарів зберігання нафти загалом переважає електрохімічна корозія їх зовнішніх поверхонь, яка найбільше розвивається у місцях пошкоджень захисних ізоляційних покриттів під впливом ґрунтового електроліту. Корозія внутрішньої поверхні більш властива промисловим нафтопроводам та резервуарам, що транспортують та зберігають неочищений продукт, який містить багато домішок.

Останнім часом зварні з'єднання сягають до 80% усіх відмов та поломок резервуарів зберігання нафти. Це пояснюється їх макро- і мікронеоднорідністю за структурою, хімічним складом і механічними властивостями. Звідси останнім часом значну увагу приділяють вивченню міцності, пластичності та в'язкості руйнування зварних з'єднань, які представляють собою найбільш небезпечні місця. Вивчення механічних характеристик пришовної області може дати додаткову інформацію для прогнозування надійності та довговічності зварних з'єднань.

Досвід експлуатації резервуарних парків нафтових родовищ свідчить [2, 6], що вертикальні сталеві резервуари зберігання нафти, які були відремонтовані ручним електродуговим зварюванням із заміною вуглецевої сталі на низьколеговану 09Г2С, часто руйнуються за корозійним механізмом, насамперед, у зоні термічного впливу уторного шва.

Крім того при перевірці пружно-деформованого стану методом скінченних елементів визначено, що основними концентраторами напруження у вертикальних резервуарах зберігання нафти є врізки приймально-роздаткових патрубків та зварні з'єднання між обичайками у придонній частині резервуару. При довготривалій експлуатації внаслідок дії корозії проходить стоншення стінок резервуарів і, тим самим, збільшення концентрації напруження у зоні ЗЗ.

Технологічний процес зварювання також є причиною початку абсорбції водню в глиб металу та подальшої водневої деградації. Водень виділяється від розщеплення води, масел, які є на поверхні листів або труб та потрапляє вглиб зварного з'єднання під час процесу плавлення металу. При охолодженні зварного шва водень дифузує в зону термічного впливу основного матеріалу. Ця зона характеризується зміною мікроструктури, завдяки процесам нагрівання і охолодження під час зварювання, високою міцністю на розтяг та зниженою пластичністю. Відбувається процес розтріскування матеріалу зони термічного впливу за кілька годин після завершення зварювання. З огляду на вищевказане, визначення ступеню деградації матеріалів резервуарів та посудин зберігання нафти та розрахунок остаточного ресурсу подальшої їх експлуатації не можливе без глибокого вивчення цього процесу у зварних з'єднаннях.

Типи ємностей та їх матеріали. Експерименти виконували на сталі Ст.3сп, Ст.3, 20Х, 16ГС. Дослідження проводили на резервуарі РВС-1000 (40 років експлуатації), установленому в цеху № 1 ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (м. Надвірна Івано-Франківської області), на установці попереднього скиду пластової води ємність ПЕ 200-16ГС (42 роки експлуатації) та ємність технологічна (34 роки експлуатації) (ГЗУ, с. Богдани, Чернігівської області).

На фотографіях видні яскраво виражені місця росту тріщини вздовж зварного з'єднання. **Основні дослідження.** Стан нового та деградованого металів зварних з'єднань оцінювали найширше за інтегральними механічними характеристиками, як твердість, міцність і пластичність при дослідженні на розтяг, ударна в'язкість та статична тріщиностійкість.

Якість зварного з'єднання початково завжди перевіряється вимірюванням твердості поперек його осі. Як видно з даних, представлених на рис.1, характеристики твердості матеріалу шва (МШ) вищі за відповідні показники основного металу (ОМ), що відповідає вимогам чинного регламенту на виконання зварного з'єднання (ЗЗ). Вже після експлуатації резервуарів впродовж терміну більшого 30 років твердість ОМ і ЗТМ знижується, проте найбільшого зниження зазнає зона МШ. Встановлено, що мікротвердість зварного з'єднання добре корелюється з розміром зерна – зонам підвищеної мікротвердості відповідають менші розміри зерна.



Рис. 3. Стан внутрішніх ЗЗ обичайок та днищ після довготривалої експлуатації

Характер зміни характеристик міцності та пластичності зварних з'єднань резервуарів та посудин високого тиску під дією тривалої експлуатації досліджувалося різними авторами [1-6]. Аналіз цих досліджень, дає можливість виділити дві стадії цього процесу: деформаційного старіння, розвитку пошкодженості. Це проявляється в аномалії механічної поведінки експлуатованого металу: одночасному зниженні, з одного боку, твердості та міцності, з іншого – ударної в'язкості, тріщиностійкості, опору корозійному і водневому розтріскуванню, а зменшення відносного звуження супроводжується підвищенням відносного видовження. Деградована сталь в такому стані створює небезпеку для подальшої експлуатації резервуарів.

Більш чутливими до експлуатаційної деградації на характеристики резервуарів та посудин високого тиску є більш жорсткі дослідження на ударну в'язкість та тріщиностійкість.

Більш чутливими до експлуатаційної деградації на характеристики резервуарів та посудин високого тиску є більш жорсткі дослідження на ударну в'язкість та тріщиностійкість.

Таблиця 2. Механічні властивості різних зон ЗЗ сталі 16ГС (42 роки експлуатації)

Зони ЗЗ	Стан металу	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	<i>НВ</i>	ψ , %	<i>KCV</i> , Дж/см ²
ОМ	Вихідний	315	492	118	59	250
	Експлуатований	306	483	112	54	160
ЗТВ	Вихідний	317	488	122	61	180
	Експлуатований	312	486	126	50	80
МШ	Вихідний	319	530	154	51	190
	Експлуатований	311	475	116	47	90

Висновки:

1) найбільших відносних змін механічних характеристик найбільше зазнала зона ЗЗ порівняно з основним металом. Зменшення характеристик міцності на всіх ділянках ЗЗ вказує на перехід процесу деградації до стадії до другої стадії – впливу водню та розвитку пошкоджуваності.;

2) заводські вертикальні шви зберегли достатню міцність на певних ділянках, проте, як було сказано вище, зміни механічних характеристик залежать від достатньо великого діапазону даних, які впливають на їх зміну і говорити про конкретні зміни механічних характеристик ЗЗ стосовно їх зон і робити остаточні висновки проблематично

3) відсутність великої кількості матеріалів такого роду досліджень, їхня неоднозначність, різні механічні характеристики вихідного металу, та різного терміну експлуатації досліджуваних матеріалів говорить про важливість подальшого дослідження.

4) необхідно здійснювати періодичний контроль зварних швів ультразвуковою та радіографічною діагностикою з метою виявлення нових пошкоджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Крижанівський Є. І., Никифорчин Г. М. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання: наук.-техн. пос. в 3-х т. / Під ред. В. В. Панасюка. – Т. 2: Деградація нафтопроводів і резервуарів та її запобігання. – Івано-Франківськ: Вид-во Івано-Франк. нац. техн. ун-ту нафти і газу, 2011. – 447 с.

2. Оценка напряженно-деформированного состояния стального цилиндрического резервуара с учетом эксплуатационных нагрузок. Мансурова С.М., Тляшева Р.Р., Ивакин А.В., Шайзаков Г.А.,

Байрамгулов А.С., ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация. Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2014. №1.

3. Нагаев Р.З., Ценев Н.К., Шаммазов Л.М., Лукашук Ю.В., Вдовин Е.А. Влияние дефектов на режим и сроки безопасной эксплуатации трубопроводов и резервуаров // Нефтегазовое дело. – 2003. – № 1. – С. 198-204.

4. Corrosion and stress corrosion cracking of exploited storage tank steel / A. Zagórski, H. Matysiak, O. Tsygulnyk, et al. // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2004. – № 3. – С. 113-117.

5. Никифорчин Г.М., Цирульник О.Т. Особливості експлуатаційної деградації конструкційних металічних матеріалів «в об'ємі» за дії агресивних середовищ // Проблемы прочности. – 2009. – № 6. – С. 79–94.

6. Барвинко А. Ю. Оценка остаточного ресурса сварных соединений вертикальной стенки резервуаров после 20-25 лет эксплуатации. Автоматическая

УДК 622.692.4

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ НАСОСІВ З РЕГУЛЬОВАНИМ ПРИВОДОМ

С. Я. Григорський

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 72-71-39,
e-mail: tzng@nung.edu.ua

Запропоновано удосконалений метод математичного моделювання напірної та енергетичної характеристик насосних агрегатів магістральних нафтопроводів за зміни обертової частоти ротора насоса. Для перерахунку використані графічні характеристики насосів, одержані експериментальним шляхом за номінального значення обертової частоти. Для кожної марки нафтового насосу визначено мінімальне значення обертової частоти, при якому ще можна застосовувати теорію подібності відцентрових машин.

Досліджено енергоефективність застосування насосних агрегатів з регульованим енергоприводом на одній із експлуатаційних ділянок магістрального нафтопроводу "Дружба" з урахуванням режимних та енергетичних параметрів спільної роботи НПС і лінійної частини. Розглянуто випадки використання насосів з регульованим приводом як на одній, так і на всіх нафтоперекачувальних станціях нафтопроводу, що працює зі значним недовантаженням.

Встановлено, що для нафтопроводу, що був об'єктом досліджень, використання насосів з регульованим приводом доцільно тільки для діапазонів робочих витрат нафти, які не можна забезпечити вибором комбінацій працюючих насосів на НПС.

Ключові слова: *регульований привод, пропускна здатність, питомі витрати електроенергії, енергоефективність, номінальний режим.*

The method of mathematical modeling pressure and energy characteristics of pumping units for oil pipelines for changing of rotary frequency was improved. For recalculation were used graphic characteristics of pumps, obtained experimentally for the nominal value of rotational frequency. For each type of oil pumps were defined minimum value of the rotary frequency at which is possible to use the application of similarity theory of centrifugal machines.

On the example of operational segment of main oil pipeline "Druzhba" were investigated the use of energy pumping units with regulated taking into account regime and energy parameters OPS and linear parts. Cases using pumps with regulated drives on one and on all as well oil pumping stations of oil pipeline, which has significant part load were investigated.

It was established that the oil pipeline that has been the subject of studies, the use of pumping units with regulated drive are advisable only for the range of operating flow capacity, which can't provide a choice of combinations of working pumps on OPS.

Keywords: *regulated drive, flow capacity, specific power consumption, energy efficiency, nominal mode.*