

УДК 620.193

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕГРАДАЦІЇ СТАЛІ 09Г2С  
І БІМЕТАЛУ НА ЇЇ ОСНОВІ****к.т.н., доц. Архипов О.Г., к.т.н. Зінченко О.В., к.т.н., доц. Заїка Р.Г.**  
Технологічний Інститут Східноукраїнського Національного  
університету ім. Володимира Даля (м. Сєверодонецьк)

Проблема забезпечення високої експлуатаційної надійності хімічного обладнання і апаратури має важливе значення для народного господарства України, оскільки значна їх частина експлуатується протягом тривалого часу і вже вичерпала свій нормативний ресурс. Задача забезпечення необхідного рівня надійності елементів конструкцій і технологічного устаткування, яке експлуатується в умовах сумісної дії механічних навантажень і корозійно-агресивних середовищ, завжди була і буде надалі в центрі уваги інженерної практики. Для крупнотонажних нафтопереробних виробництв, аварії на яких погрожують значними економічними і екологічними збитками, це питання є значущим і першочерговим.

Стадійність виробництва, складний і змінний в процесі технологічної обробки склад середовища, використання численних сталей і сплавів, великі габарити, обумовлюють протікання різних за своєю природою корозійних процесів навіть в межах одного апарату. Слід зважати і на тривалі зупинки виробництв, які часто ведуть до інтенсифікації деструктивних процесів. Завдяки цьому обладнання знаходиться в умовах, що суттєво різняться від робочих. Хоча ці процеси тривають не довго, інколи вони мають визначальне значення на загальну корозійну тривкість обладнання технологічних установок. В умовах довготривалої експлуатації за умови дії агресивного середовища і значних механічних навантажень в сталях відбуваються незворотні процеси, що ведуть до змін механічних характеристик і структурних перетворень.

Оцінка старіння і деградації сталей і зварних з'єднань можлива використовуючи різні підходи і різними характеристиками та показниками [1, 2]. Для конструкційних матеріалів найбільш важливими є механічні характеристики, бо саме вони визначають можливість і умови подальшого використання певної сталі.

Сталь 09Г2С є одним з найпоширеніших конструкційних матеріалів. І коли до питання зміни структури і характеристик трубних сталей увага зростає, що видно з кількості публікацій за останні роки [3], то поведінці цих сталей в умовах роботи на нафтопереробних і хімічних підприємств увага приділялась значно менша, хоча умови експлуатації тут значно жорсткіші.

**Основи методичного підходу.** Дослідженням було піддано біметал після 27 років експлуатації в складі конструкції колони К-6 ВАТ "Лінос". Корпус колони виготовлений з біметалу 09Г2С+08Х13 товщиною 12 (9+3) мм. Робочим середовищем є бензин, робоча температура 182°C, робочий тиск 0,195 МПа.

Металографічні дослідження макроструктурної будови металу фіксували мікроскопом МБС при малих збільшеннях (до 10 раз), а мікроструктуру

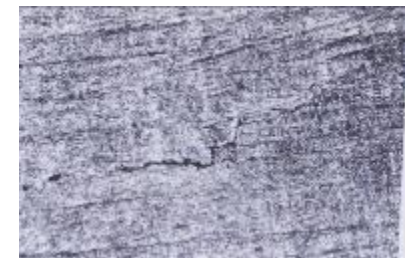
вивчали на металографічному мікроскопі МИМ-8М при збільшенні в 100 і більше разів.

Електрохімічні дослідження проводили шляхом зняття потенціодинамічних поляризаційних кривих на потенціостаті П-5827М, застосовуючи стандартну трьохелектродну термостатовану комірку. Електрод порівняння – насичений хлор срібний електрод, допоміжний електрод – платиновий. Швидкість розгортки потенціалу – 0,4 В/год, температура корозійного середовища становила  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Перед зняттям поляризаційної кривої робочий електрод витримували в розчині до встановлення потенціалу корозії (30 хв. і більше), потім катодне поляризувалися 3 хв. струмом густиною до  $0,1 \text{ А/м}^2$ . Корегування значень потенціалу на дифузійний потенціал не вносили. Всі значення потенціалів переведені на шкалу нормального водневого електрода.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Металографічні дослідження довели, що внутрішня поверхня днища (плакуючий шар зі сталі 08Х13) піддані виразковій корозії (рис. 1а), зварні шви і зона термічного впливу, крім численних зон підданих виразковій корозії мала, також ділянки з корозійним розтріскуванням плакуючого шару (рис. 1б).



Рис. 1а Руйнування плакуючого шару біметалу 09Г2С+08Х13:  
а) виразкова корозія днища,  $\times 5$ .



б

Рис. 1б Руйнування плакуючого шару біметалу 09Г2С+08Х13:  
б) корозійне розтріскування сталі 08Х13,  $\times 5$ .

Верхні ділянки колони також піддались корозійним пошкодженням.

Основний метал плакуючого шару був пошкоджений виразковою корозією (рис. 2а) з розшаруванням металу по дну виразки (рис. 2б). Зварний шов мав місця розтріскування плакуючого шару (рис. 2в), зона термічного впливу була піддана дії МКК (рис. 2г).

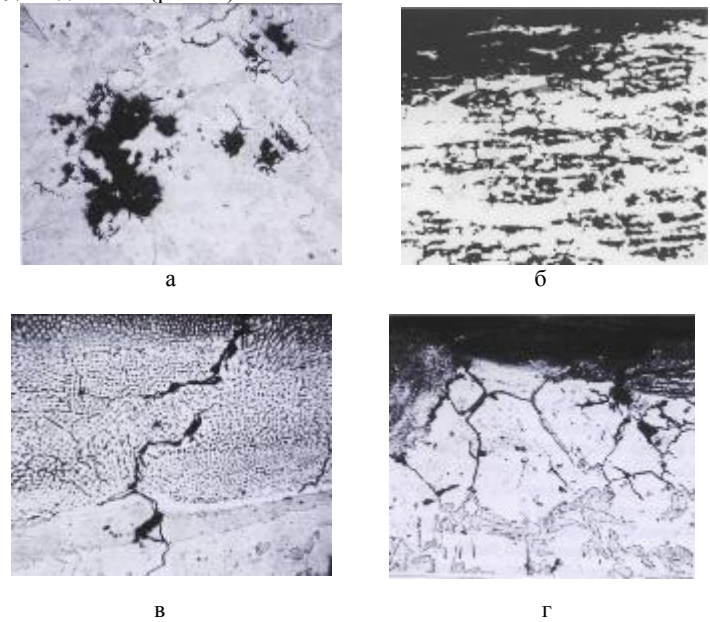


Рис. 2. Корозійні пошкодження плакуючого шару верхніх ділянок: а, б) основний метал,  $\times 150$ ; в, г) зварний шов,  $\times 150$ .

Встановлено, що найсильніше деградаційні процеси позначились в розкладі перліту внаслідок циклічних навантажень і температурного впливу (рис. 3а, 3б).

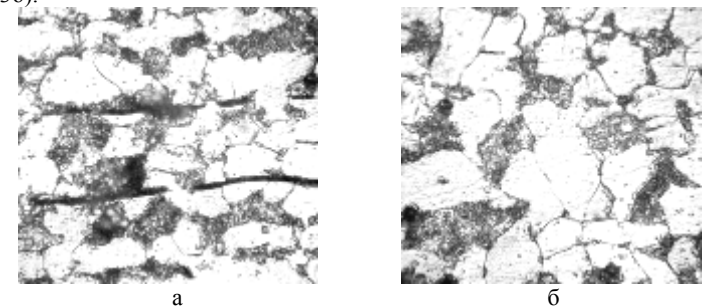


Рис. 3. Розклад перліту в сталі 09Г2С: а) розклад перліту і початок розшарування по сульфідним включенням,  $\times 900$ ; б) розклад перліту в верхній частині колони,  $\times 900$ .

Свідченням значних деградаційних процесів є також утворення на границях зерен карбідів і декорування ними зерен металу (рис. 4).

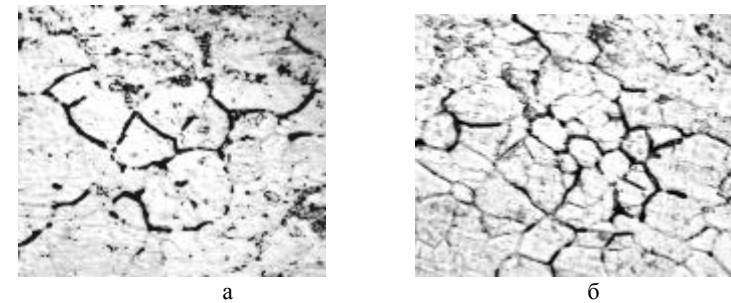
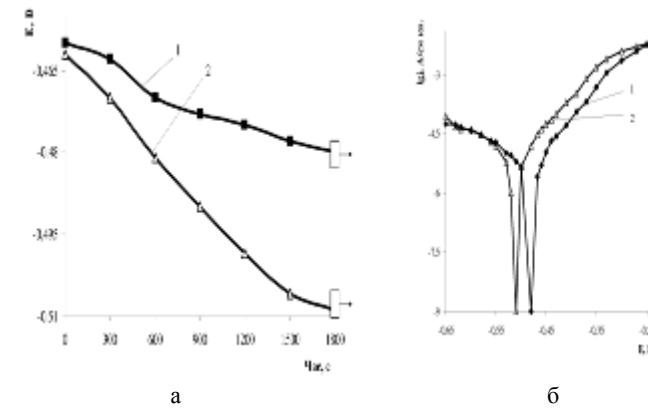


Рис. 4. Утворення карбідів на границях зерен металу (а, б),  $\times 900$ .

Крім металографічних досліджень, були проведені механічні іспити біметалу і основного металу. Аналіз отриманих даних дослідження біметалевої композиції дозволяє зробити висновок, що після тривалої експлуатації протягом 12 і 27 років спостерігається тенденція до практично лінійного зменшення міцності на відрив. За досліджуваний період вона зменшилась майже на 20%. Розкид значень ударної в'язкості зварних швів від  $13,7 \cdot 10^5$  Дж/м<sup>2</sup> до  $17,0 \cdot 10^5$  Дж/м<sup>2</sup> свідчить про значні деструктивні процеси в структурі зварного шву і в основному металі, що і підтверджено металографічними дослідженнями. Заміри твердості додатково підтверджують цей висновок. Одночасно такий розкид цих значень створює труднощі з використання цієї характеристики для адекватної оцінки ступені деградації сталі або сплаву.

Аналіз тенденцій змін механічних характеристик і структурних змін в металі, спонукає очікувати можливих змін електрохімічних характеристик у сталей після тривалої експлуатації. Коли така залежність між деградацією і зміною електрохімічних характеристик має місце, необхідно визначити які саме характеристики здатні відслідковувати деградаційні процеси, що протікають в сталях. Можливий також варіант, коли відбувається певна кореляція змін деяких механічних і електрохімічних характеристик.

Стационарний потенціал сталі  $E_{st}$  стабілізується упродовж 25-30 хв експозиції, зміщуючись плавно у бік більш від'ємних значень (рис. 5а). Виявлено, що стационарний потенціал деградованої сталі (-0,51 В) є більш від'ємним на 30 мВ, ніж у сталі у вихідному стані (-0,48В), що свідчить про її вищу корозійну активність у даному середовищі. Сталь у модельному розчині 3%-му NaCl (рис. 5б) знаходиться в активному стані, причому корозійна активність деградованої сталі вища ніж сталі у вихідному стані. Для експлуатованої сталі характерним є також вища інтенсивність протікання анодного процесу розчинення металу.



Отже, електрохімічними дослідженнями виявлено деградацію корозійних властивостей матеріалу в процесі експлуатації.

### ВИСНОВКИ

Дослідження механічних характеристик біметалу показали, що міцність на відрив зменшується з часом за лінійним законом. Ударна в'язкість, внаслідок значного розпаду величин, не може адекватно оцінювати процеси деградації сталі 09Г2С в агресивному середовищі.

Металографічні дослідження довели, що плакуючий шар внутрішньої поверхні днища після тривалої експлуатації був підданий виразковій корозії металу, а основний метал верхньої частини був пошкоджений структурно-вибірковою корозією.

Зміна механічних характеристик спонукала зміну електрохімічних властивостей сталі 09Г2С. Це проявилось у тому, що стаціонарний потенціал і потенціал корозії деградованої сталі більш зміщений в бік від'ємних значень, ніж у вихідної. Тому експлуатована сталь більш піддана корозійному впливу.

Комплексна оцінка ступеню деградації сталі, є досить показовою, якісно відтворює її стадії і дозволяє намітити шляхи для подальшого вивчення деградаційних змін сталей різними методами з метою безпечної експлуатації обладнання, яке працює в умовах нафтопереробних виробництв.

### ВИКОРИСТАННА ЛІТЕРАТУРА

1. Похмурський В.І. Корозійна втома металів і сплавів / В.І. Похмурський, М.С. Хома. – Львів: Сполом, 2008. – 301 с.
2. Никифорчин Г.М. Аномальний прояв високотемпературної деградації металу шва зварного з'єднання ошаднолегованої сталі / Г.М. Никифорчин, О.З. Студент, А.Д. Марков // Фіз. – хім. механіка матеріалів. – 2007. - № 1. – С. 73 – 80.
3. Горынин Н.В. Старение материалов оборудования атомных электростанций после проектного ресурса / Н.В. Горынин, Б.Т. Тимофеев // Фіз.- хім. механіка матеріалів. – 2006. - № 2. – С.13 – 27.