

*А.В. Сизоненко, старший викладач  
М.В. Ткаченко, асистент  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка*

## **ПРОБЛЕМА КОРОЗІЇ НАСОСНО-КОМПРЕСОРНИХ ТРУБ, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ У ВУГЛЕКИСЛОТНИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

*В даній час існує проблема передчасного руйнування насосно-компресорних труб (НКТ) при видобуванні нафти та газу в Україні. Основними причинами є різні типи корозії. В даній статті наведено види корозійного руйнування НКТ, що експлуатуються у вуглекислотних середовищах, приведені причини та місця їх виникнення. З метою підвищення довговічності та надійності в експлуатації НКТ запропоновано застосування біметалевих і композиційних труб замість труб, виконаних у монометалевому варіанті.*

***Ключові слова:** загальна корозія, підплівкова корозія, гальванічна корозія, пітингова (виразкова) корозія, агресивне середовище.*

**Постановка проблеми.** В умовах видобутку нафти та газу в Україні, особливо на родовищах Полтавщини, нафтогазовидобувне устаткування схильне до швидкого зношування. Причиною цього, є наявність в продуктах видобутку високомінералізованої води, з розчиненими газами  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , вплив сульфатвідновлювальних бактерій (СВБ), що характерно для свердловин на завершальній стадії освоєння.

Найбільш важкі умови експлуатації внутрішньої поверхні насосно-компресорних труб (НКТ). Залежно від поєднання таких чинників, як вміст сірководню  $\text{H}_2\text{S}$ , вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  у продуктах видобутку, ступеня обводеності, активності СВБ, напружень у НКТ від власної ваги і навантаження, температури, швидкості потоку, об'єму механічних домішок може протікати загальна корозія (рівномірне зменшення товщини стінки), виразкова корозія (локальне утворення виразок, аж до утворення наскрізних отворів), сульфідне корозійне розтріскування під напруженням.

Боротьба з корозією металу є однією з найбільш актуальних проблем раціонального використання металопродукції і заощаження матеріальних ресурсів країни.

**Метою даної праці** є вирішення важливої науково-технічної проблеми зниження ризиків руйнування насосно-компресорних труб працюючих в корозійно-агресивному середовищі.

**Виклад матеріалу та результати.** При контакті нафтогазоводяної суміші, що видобувається зі свердловинним устаткуванням можливий

прояв наступних видів корозійного руйнування: загальна (нерівномірна) корозія; локальна (місцева) корозія (рис. 1 – 3).

*Загальна корозія* – це процес, що протікає на всій або на якій-небудь частині поверхні металу зі швидкістю 0,1 – 0,5 мм/рік. Результатом загальної корозії є суцільне руйнування поверхні металу або якої-небудь частини його поверхні, при цьому глибина проникнення корозії на одних ділянках може бути дещо більше, ніж на інших (рис. 2, а). Значно частіше поверхня металу піддається локальній корозії, характерною особливістю якої є висока швидкість руйнування металу на окремих ділянках, що досягає 1 – 10 мм/рік. Результатом локальної корозії є руйнування металу в глибину аж до появи наскрізних отворів, при цьому сусідні ділянки можуть практично не зачіпатися корозією (рис. 1)



Рисунок 1 – Типовий вид корозійних виразок, що утворилися на поверхні НКТ в процесі експлуатації на родовищах компанії «Нафтогазвидобування»

Основними видами локальної (місцевої) НКТ є:

- пітингова (виразкова) корозія;
- корозія плямами;
- корозія у вигляді борозенок (канавок);
- корозія у вигляді плато;
- мейза-корозія;
- контактна корозія;
- підплівкова корозія;
- гальванічна корозія.

Пітингова (виразкова) корозія характеризується утворенням виразок (каверн), які визначаються як порожнини в металі, починаючи з поверхні. У ряді випадків її протікання приводить до повного руйнування стінки труби й утворення в ній наскрізних пошкоджень. За морфологією корозійні виразки можуть бути вузькими глибокими, дрібними, широкими або еліптичної форми. Швидкість виразкової корозії можна визначити за глибиною пошкоджень, що утворилися, які заміряються інструментально, і за часом роботи НКТ. Швидкість виразкової корозії складає до 3 – 10 мм/рік. Зовнішній вигляд характерних виразкових пошкоджень представлений на рисунку 2, б.

Корозія плямами (рис. 3, в) характеризується утворенням на поверхні металу пошкоджень у вигляді окремих плям, площа яких значно перевищує глибину проникнення корозії. Глибина пошкоджень при цьому зазвичай складає 0,5 – 1,0 мм, тому даний вид корозії є менш небезпечним, ніж інші види локальної корозії.

Корозія борозенками (канавками) характеризується утворенням на поверхні металу протяжних локальних пошкоджень у вигляді борозенок, що є невеликими заглибленнями в металі, розташованих у подовжньому напрямі (рис. 3, а). Для такого виду пошкоджень характерним є той факт, що протяжність пошкодження (2 – 5 м) значно перевищує його ширину (10 – 30 мм). Борозни (канавки) можуть бути поодинокими або паралельно розташованими. Корозія у вигляді борозен (канавок) локалізується переважно в місцях пошкодження (подряпин) лакофарбового або іншого покриття при проведенні спуско-підіймальних операцій. Швидкість корозії може досягати 1 – 3 мм/рік.

Корозія у вигляді плато характеризується утворенням на поверхні металу плоского заглиблення (плато) різної форми (кругле, овальне, рельєфне) з характерними невеликими, але численними виразковими пошкодженнями, розташованими на межі плато з непошкодженим металом (рис. 3, б). Швидкість цього виду корозії може досягати 1 – 3 мм/рік [1]. Можливою причиною утворення таких специфічних пошкоджень може бути дія змінного струму при його витоках з кабельної лінії.



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд НКТ, уражених різними видами корозії

а) загальна корозія; б) пітингова корозія; у) корозія плямами

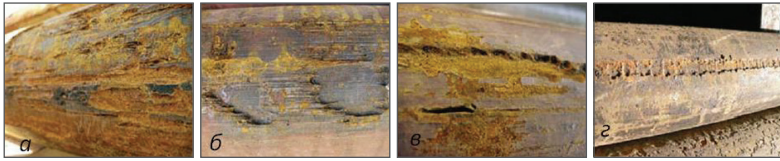


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд НКТ, уражених різними видами корозії

- а) корозія борозенками; б) корозія у вигляді плато; у) мейза-корозія; г) контактна корозія

Мейза-корозія (mesa corrosion) означає протікання корозії з розповсюдженням її вогнища як в глибину, так і по площині. Поверхня металу при цьому набуває характерного ступінчастого або ребристого вигляду, часто спостерігається розвиток однієї виразки в іншій, тобто «виразки у виразці» (рис. 3, в). Термін «мейза-корозія» використовують в англійській літературі для опису локальних пошкоджень металу в середовищах з високим вмістом  $\text{CO}_2$ , при цьому швидкість корозії може досягати 8 – 10 мм/рік.

Контактна корозія – це процес, що протікає між двома різнорідними за електрохімічними характеристиками металами, наприклад між бронею кабелю і тілом НКТ. Результатом процесу можуть бути локальні корозійні пошкодження НКТ у вигляді виразок, розташованих ланцюжком, або виразок (рис. 3, г), що з'єднуються в одну загальну виразку [3].

Виготовлення НКТ з наявних корозійностійких матеріалів не завжди забезпечує довговічність і надійність їх в експлуатації.

Основними напрямками розв'язання проблеми видобутку нафтогазової суміші в свердловинах ускладненими корозією є:

- 1) інгібування корозії шляхом подачі хімічного реагенту на прийом насоса та в затрубний простір;
- 2) проведення внутрішньосвердловинних обробок методом періодичного закачування хімічного реагенту;
- 3) застосування протекторів корозії для захисту від електрохімічної корозії;
- 4) впровадження НКТ з високолегованих сталей антикорозійного виконання;
- 5) нанесення спеціальних антикорозійних покриттів на внутрішню поверхню НКТ.

Слід зазначити, що ці заходи вимагають додаткових витрат, що збільшує собівартість видобутої продукції. Специфічний характер впливу агресивних компонентів і силових навантажень вимагає відповідних спеціальних заходів щодо захисту металу.

Світова практика показує високу ефективність застосування біметалевих і композиційних труб замість труб, виконаних у монометалевому варіанті. За рахунок використання двох різнорідних матеріалів вдається задовольнити всім висунутим вимогам, тоді як при застосуванні монометалевих труб це вкрай важко.

Стосовно нафтовидобувної галузі використання біметалевих труб дозволяє використовувати вуглецеву сталь, що має невисокий опір корозійного руйнування, як основи, а дорогу корозійностійку сталь в якості внутрішнього плакуючого шару. В результаті термін експлуатації істотно зростає при незначному збільшенні вартості труб.

Досвід виготовлення та використання біметалевих труб мають такі підприємства, як Ltd Kawasaki Heavy Industries (Японія) при тісному співробітництві з NAM (Нідерланди), Shell Oil (США) та Ltd Kuroki Tube & Pipe Co [2] та ін. В Україні розвитком теорії, вдосконаленням технології виробництва біметалевих труб займаються Ін-т чорної металургії, Дніпропетровська металургійна академія, Ін-т електрозварювання НАНУ та ін.

**Висновки.** Розробку технології та впровадження власного виробництва біметалевих труб в Україні вважаємо актуальним і першочерговим завданням у боротьбі з передчасним руйнуванням НКТ при видобутку нафти та газу.

#### **Список літератури**

1. Шиндер М. А. *Коррозия и защита металлов* / М. А. Шиндер, Ф. Ф. Ашогин, Е. А. Ефимов. – М.: Металлургия, 1981. – с. 358.
2. *Corrosion-Resistant Lined Pump and Compressor Pipe* / N. A. Bogatov, A. A. Bogatov and D. R. Salikhyanov // *Steel in Translation*. – 11, 2014. – Vol. 44. – pp. 867 – 869.
3. Ивановский В. Н. *Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее* // *Инженерная практика*, № 3, 2011, с. 18 – 25.

*A. Syzonenko, Senior Lecturer*

*M. Tkachenko, assistant*

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

### **CORROSION PROBLEMS TUBING IS OPERATED IN CARBON DIOXIDE ENVIRONMENTS**

*Currently, there is the problem of premature failure of tubing (tubing) for oil and gas in Ukraine. The main reasons are the different types of corrosion. This article describes the types of corrosion damage tubing, used in carbon dioxide environments, given the cause and place of their origin. In order to improve durability and reliability of operation provides the use of tubing and composite bimetallic tubes instead of pipes made in monometallic embodiment.*

**Keywords:** *general corrosion, podplenochnaya corrosion, galvanic corrosion, pitting (peptic) corrosion, corrosive environments.*

*А.В. Сизоненко, старший преподаватель*

*Н.В. Ткаченко, ассистент*

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия*

*Кондратюка*

### **ПРОБЛЕМЫ КОРРОЗИИ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УГЛЕКИСЛОТНЫХ СРЕДАХ**

*В настоящее время существует проблема преждевременного разрушения насосно-компрессорных труб (НКТ) при добыче нефти и газа в Украине. Основными причинами являются различные типы коррозии. В данной статье приведены виды коррозионного разрушения НКТ, эксплуатируемых в углекислотных средах, приведены причины и места их возникновения. С целью повышения долговечности и надежности в эксплуатации НКТ предложено применение биметаллических и композиционных труб вместо труб, выполненных в монометаллическому варианте.*

**Ключевые слова:** *общая коррозия, подпленочная коррозия, гальваническая коррозия, питтингова (язвенная) коррозия, агрессивная среда.*