



Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції  
«Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, Україна, 7 грудня 2023 р.)

Handbook of the XXIII International Science Conference  
«Ecology. Human. Society» (December 7, 2023 Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2023.292058>

УДК 628.543.3/9

## ОЦІНКА ПЕРЕБІГУ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У МІНЕРАЛІЗОВАНИХ ВОДНО-НАФТОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Микола КОСМИНА, Ярослава КУШНАРЕНКО, Юлія НОСАЧОВА

*Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського*

проспект Берестейський, 37, м. Київ 03056, Україна

e-mail: [kosmynaeco@gmail.com](mailto:kosmynaeco@gmail.com)

В усьому світі приділяється величезне значення боротьбі з корозією матеріалів у всіх її проявах, захист металевого обладнання від корозії є однією з найактуальніших науково-технічних проблем світового масштабу. Внаслідок прискорення корозійних процесів відбуваються величезні втрати металу, незліченні економічні витрати внаслідок аварій на трубопроводах, промислових хіміко-технологічних установках тощо.

Переважає більшість виробничих об'єктів хімічних, нафтохімічних, нафтовидобувних та нафтопереробних підприємств є складними великомасштабними металомісткими комплексами. Це, зокрема, різне нафтопромислове обладнання, системи оборотного водопостачання та багато іншого.

Одним із суттєвих факторів, що впливають на цілісність та роботу нафтопромислового обладнання, є внутрішня корозія. Саме корозія становить велику небезпеку для резервуарів, трубопроводів та іншого обладнання в системі транспорту та зберігання нафти чи нафтопродуктів. Вуглеводні, що входять до складу нафти і моторних палив в чистому вигляді і при відсутності води хімічно та корозійно неактивні по відношенню до металів. Корозія металів в нафтомісних середовищах має свої специфічні особливості і в значній мірі визначається наявністю в них розчиненої і вільної води та інших домішок. Видобування, зберігання, транспортування та використання нафтопродуктів супроводжується постійним насиченням їх водою і конденсацією води на металевих поверхнях. Вміст води в нафтопродуктах може коливатися в широких межах від 0,001 до 0,01 %. Це залежить від умов експлуатації технічного обладнання і від кліматичних факторів. Головним джерелом накопичення води в нафтопродуктах є наявність високомінералізованих низькокислотних супутньо-пластових вод та атмосферна волога, яка при зміні температури нафтопродуктів і стінок резервуарів конденсується на металевих поверхнях [1].

У переважній більшості випадків корозія промислового обладнання протікає по електрохімічного механізму при контакті металу з водним мінералізованим середовищем, тому доцільно використовувати саме інгібіторний захист обладнання від процесів корозії. Відомо, що інгібітори корозії це речовини, введення яких у відносно невеликих кількостях в агресивне середовище викликає помітне сповільнення корозії металів. По суті це речовина, яка гальмує процес корозії за рахунок конкуруючої адсорбції з частинками активаторів і утворення на металевій поверхні захисних адсорбційних або фазових плівок, іноді з бар'єрними властивостями. Інгібітори корозії впливають на кінетику електродних процесів, які проходять під час корозії, а також характеризуються здатністю утворювати на металі

оксидні і гідрооксидні та інш. плівки і переводити його в пасивний стан.

Тривале використання вуглецевої сталі в корозійно агресивних середовищах вимагає застосування ефективного інгібітору корозії у галузі видобутку нафти та газу. При цьому до інгібіторів корозії висуваються певні вимоги. Інгібітор повинен забезпечити необхідну захисну дію при тестуванні в модельних системах як за умов високих тисків і температур, так і за звичайних умов - температури +40 °С і нормального атмосферного тиску, а також за умов високих швидкостей потоку та наявності в ньому абразивних частинок [2].

**Метою роботи** було вивчення закономірностей протікання корозійних процесів в різних водних та водно-нафтових середовищах для ефективного підбору механізму інгібування та типу інгібітору корозії.

В якості кородуючих матеріалів в дослідженні були використані зразки металів сталі Ст20, найбільш вживаної для виготовлення нафтопроводів та нафтовидобувного обладнання. Зміну рН проводили шляхом додавання розчину оцтової кислоти.

Ступінь корозії визначали масометричним методом. Для випробувань готувалися зразки у вигляді прямокутних пластин. Перед випробуванням зразки шліфували вручну, потім полірували механічно тонким абразивним матеріалом до повного видалення рисок, що залишаються від шліфування, маркували. Знежирення проводили етиловим спиртом, потім зважували на аналітичних вагах з точністю  $\pm 0,0001$  г. Після завершення випробувань з металу очищали продукти корозії, пластини промивали, висушували і знову зважували.

Об'єм розчину для випробування – 150 см<sup>3</sup>.

**Масовий показник корозії** визначали за формулою:

$$K_m = \frac{(M_n - M_k)}{S \cdot \tau}, \text{ г/(м}^2 \cdot \text{год)} \quad (1)$$

де  $M_n$  – початкова маса зразка, г;

$M_k$  – маса зразка після дослідження, г;

$S$  – площа зразка, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – тривалість досліджень, год.

**Глибинний показник корозій** визначали за формулою:

$$K_r = \frac{8,76 \cdot K_m}{\rho_{\text{ме}}}, \text{ мм/рік} \quad (2)$$

де показник 8,76 враховує кількість годин на рік поділену на 1000;

$\rho_{\text{ме}}$  – густина металу, г/см<sup>3</sup> ( $\rho_{\text{Fe}} = 7,85$  г/см<sup>3</sup>).

**Коефіцієнт зниження швидкості (j)** розраховується за формулою:

$$j = \frac{W_x}{W_i}, \quad (3)$$

де  $W_i$  - швидкість корозії з інгібітором,

$W_x$  - швидкість корозії в холостій пробі.

**Ступінь захисту від корозії (Z)** розраховували, виходячи із коефіцієнту зниження швидкості корозії, за формулою:

$$Z = \left(1 - \frac{1}{j}\right) \cdot 100\% ; \quad (4)$$

де  $j$  – коефіцієнт зниження швидкості корозії.

**Таблиця 1.** Залежність швидкості протікання корозійних процесів від складу корозійного середовища та температури дослідження

Склад корозійного середовища			Температура, °С	Масовий показник корозії, г/(м <sup>2</sup> год)	Глибинний показник корозії, мм/рік
Склад водного середовища	Об'єм нафти, см <sup>3</sup>	pH середовища			
В.в.*	-	7,7	20	0,0370	0,0414
В.в.	-	7,5**	20	0,0382	0,0428
В.в.	7,5	7,7	20	0,0126	0,01411
3% NaCl	-	7,1	20	0,0385	0,0431
3% NaCl	7,5	7,1	20	0,0242	0,0271
3% NaCl	7,5	7,0**	20	0,0352	0,0394
3% NaCl	7,5	6,0**	20	0,0458	0,0650
3% NaCl	7,5	5,5**	20	0,0568	0,0636
3% NaCl	7,5	5,5**	20	0,0637	0,0713
10% NaCl	-	6,9	20	0,0465	0,0521
10% NaCl	7,5	6,9	20	0,0592	0,0663
10% NaCl	7,5	6**	20	0,0694	0,0777
10% NaCl	7,5	5,5**	20	0,0789	0,0884
10% NaCl	7,5	5**	20	0,0825	0,0924

\*В.в. – водопровідна вода;

\*\* - pH довели розчином оцтової кислоти.

Як видно з результатів досліджень суттєво на швидкість корозії впливає мінеральний склад водного розчину. Наявність нафти дійсно знижує швидкість корозії за рахунок як блокування нафтовою плівкою доступу кисню в систему, а також за рахунок корозійної інертності хімічних компонентів нафти. Проте при ступені мінералізації водної компоненти корозійного середовища на рівні 100 г/дм<sup>3</sup> наявність нафти ніяким чином не впливає на швидкість корозії.

**Висновки:** враховуючи результати досліджень по вивченню закономірностей протікання корозійних процесів в водно-нафтових середовищах різних ступенів мінералізації можна запропонувати як інгібіторний захист за адсорбційним механізмом, так і за механізмом, що дозволить виведення кисню із системи.

### Література

1. Слободян З.В., Никифорчин Г.М., Петрущак О.І. Корозійна тривкість трубної сталі у нафто-водних середовищах // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2002. – № 3. – С. 93-96.
2. Chemical means of equipment protection during oil and gas fields operation / O. I. Ivanenko et al. Каталіз та нафтохімія. 2022. No. 33. P. 66–72.