

*А.П. МЕЛЬНИК*, докт. техн. наук, *М.В. ОЛІЙНИК*, *С.О. КРАМАРЕВ*,  
*Т.В. МАТВЄЄВА*, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», м. Харків

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ АЗОТОВМІСНИХ ІНГІБІТОРІВ КОРОЗІЇ**

Проведено випробування нових азотовмісних інгібіторів корозії, отриманих за реакцією амідування натуральної сировини амінами, у мінералізованому середовищі, яке моделює підтоварну воду Охтирського НГПУ. Визначено швидкості корозії сталевих пластин масометричним методом на карусельній установці, за якими оцінено захисний ефект.

The tests of new nitrogen-containing corrosion inhibitors, that produced by amidation reaction of natural raw materials by amines have been carried out in mineralized medium that models the under-product water of Okhtyrka OGPA. The corrosion rate of steel plates has been determined by massmetric method on carousel equipment according ones the protective effect has been evaluated.

Катіонні поверхнево-активні речовини використовують як інгібітори корозії в різних галузях промисловості. Їх використання як антикорозійних засобів базується на властивостях адсорбуватися на твердих негативно заряджених поверхнях з водних або вуглеводневих систем. Тривалий час для одержання інгібіторів корозії металів використовували продукти переробки нафти і природного газу. За результатами міжнародного енергетичного агентства світовий попит на нафту до 2020 р. збільшиться приблизно до 18,3 млн. м<sup>3</sup> на добу, а газу на 26 % в рік. Це, з одного боку, збільшить попит на реагенти для видобування нафти і газу, зокрема інгібітори корозії, а з іншого – збільшить витрати нафти на виробництво цих самих реагентів. Однак постійне видобування нафти і газу може привести до глобальної енергетичної кризи, так як їх запаси з кожним роком знижуються. До того ж використання нафти для виробництва хімічної продукції супроводжується великою кількістю відходів. А тому сьогодні треба проводити дослідження по заміні сировинної бази для отримання реагентів різного призначення у нафтогазовій, зокрема інгібіторів корозії, хімічній та інших галузях. В Україні альтернативною заміною може стати вітчизняна відновлювальна оліє-жирова сировина. Використання відновлювальних джерел сировини у теперішній час має не тільки техніко-економічне значення, але й соціальне значення.

Корозія у процесі видобутку нафти та газу пов'язана з наявністю агресивних агентів (сильно мінералізована вода, підвищена кислотність, високий вміст хлоридів, іони заліза) і може посилюватися підвищеними тисками і температурами. Більшість реагентів, які застосовують на вітчизняних газоконденсатних родовищах для запобігання корозії, імпортного походження і тільки деякі з них виробляють на Україні. Це пов'язано насамперед з відсутністю необхідної сировини.

Тому вивчення адсорбційних властивостей нових інгібіторів корозії, які отримані на основі відновлювальної вітчизняної сировини в умовах кислого середовища і високої мінералізації вод вітчизняних родовищ, є актуальним.

Виходячи з актуальності, мета роботи полягає у порівняльних випробуваннях адсорбційних властивостей ряду нових азотопохідних інгібіторів корозії.

Об'єктом дослідження є нові інгібітори корозії, які отримані на основі оліє-жирової сировини: Інко-К, Інко-С, Інко-2НХІ, предмет дослідження полягає у визначенні швидкості корозії і захисного ефекту в моделі підтоварної води Охтирського НГПУ при різних відношеннях вода : газовий конденсат.

Для проведення випробувань інгібіторів було виготовлено модельні розчини підтоварної води. Компонентний склад модельної підтоварної води з загальною мінералізацією 146,04 г/л і величиною рН = 6,39 наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Компонентний склад модельного розчину підтоварної води

| Назва компоненту                                    | Концентрація, г/л |
|---|-------------------|
| NaCl  | 109,4             |
| CaCl <sub>2</sub>                                   | 18,1              |
| MgCl <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O                 | 18,0              |
| NaHCO <sub>3</sub>                                  | 0,24              |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O | 0,3               |

Швидкість корозії визначено впродовж 4 годин на карусельній установці в ізотермічному режимі з автоматичним підтриманням заданої температури 40 °С при швидкості 0,5 с<sup>-1</sup>.

Для визначення швидкості корозії використано стандартні зразки 30 мм × 15 мм × 2 мм, які виготовлені з трубної сталі та сталі 20 і підготовлено згідно [1]. Захисний ефект (Z) визначено масометричним методом згід-

но [2]. Для випробування в усіх випадках використано концентрацію інгібіторів, яка дорівнювала 200 мг/л. Паралельно проведено холості випробування у тому ж середовищі без додавання інгібітору. Кожне випробування проведено три рази. Результати оброблено статистично за методом найменших квадратів [1]. Одержані результати наведено в табл. 2, 3 і 4.

Аналіз одержаних результатів свідчить про те, що зі збільшенням концентрації водної фази у рідинній фазі і у відсутності інгібітору корозії швидкість корозії в основному зростає. У присутності інгібіторів корозії швидкість корозії у всіх випадках зменшується. При збільшенні концентрації мінералізованої води в рідинній фазі спостерігається максимум швидкості корозії, який припадає на співвідношення вода:конденсат  $40 \div 60 : 60 \div 40$ , а у присутності інгібітору Інко-К – на відношення  $80 : 20$ . Наявність таких максимумів може вказувати на те, що при вказаних співвідношеннях відбувається більший доступ водної фази до поверхні металу.

Таблиця 2

Швидкість корозії і захисний ефект вуглеводно-розчиненого інгібітору Інко-2НХІ в моделі підтоварної води у присутності газового конденсату (ГК)

| Модель пластової води,<br>% об. | ГК, % об. | Середня швидкість корозії, мм/рік |               | Z, % |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------|------|
|                                 |           | без інгібітору                    | з інгібітором |      |
| 5                               | 95        | 0,153                             | 0,064         | 58,2 |
| 20                              | 80        | 0,318                             | 0,051         | 84,0 |
| 40                              | 60        | 0,636                             | 0,102         | 84,0 |
| 60                              | 40        | 0,28                              | 0,153         | 45,4 |
| 80                              | 20        | 0,471                             | 0,089         | 81,1 |
| 95                              | 5         | 0,356                             | 0,025         | 93,0 |

Таблиця 3

Швидкість корозії і захисний ефект водо-вуглеводне-розчинного інгібітору Інко-С в моделі підтоварної води у присутності газового конденсату (ГК)

| Модель пластової води,<br>% об. | ГК, % об. | Середня швидкість корозії, мм/рік |               | Z, % |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------|------|
|                                 |           | без інгібітору                    | з інгібітором |      |
| 5                               | 95        | 0,242                             | 0,038         | 84,3 |
| 20                              | 80        | 0,573                             | 0,038         | 93,4 |
| 40                              | 60        | 0,675                             | 0,038         | 94,4 |
| 60                              | 40        | 0,687                             | 0,115         | 83,3 |
| 80                              | 20        | 0,471                             | 0,038         | 91,9 |
| 95                              | 5         | 0,815                             | 0,064         | 92,1 |

Таблиця 4

Швидкість корозії і захисний ефект водо-розчинного інгібітору Інко-К в моделі підтоварної води у присутності газового конденсату (ГК)

| Модель пластової води,<br>% об. | ГК, % об. | Середня швидкість корозії, мм/рік |               | Z, % |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------|------|
|                                 |           | без інгібітору                    | з інгібітором |      |
| 5                               | 95        | 0,216                             | 0,127         | 41,2 |
| 20                              | 80        | 1,01                              | 0,140         | 86,1 |
| 40                              | 60        | 0,916                             | 0,165         | 82,0 |
| 60                              | 40        | 0,522                             | 0,344         | 34,1 |
| 80                              | 20        | 1,11                              | 0,471         | 57,6 |
| 95                              | 5         | 0,878                             | 0,242         | 72,4 |

Співставлення величин швидкостей корозії свідчить про те, що менша швидкість корозії, в основному спостерігається у присутності інгібітору корозії Інко-С, а більша – у присутності інгібітору Інко-К. Разом з тим необхідно відмітити і те, що при максимальній концентрації води 95 об. % найменша швидкість корозії спостерігається при використанні інгібітору Інко-2НХІ. Такі властивості інгібіторів можуть бути зумовлені, як впливом їх розчинності в тій чи іншій фазі, так і різною адгезією до металу. Очевидно, що рівновага в системі інгібітор + поверхня металу ↔ інгібітор · поверхня металу для водорозчинного інгібітору більше зміщена вліво порівняно з водовуглеводне-розчинним і вуглеводне-розчинним (особливо при переваженій концентрації води) інгібіторами. За величинами швидкості, які, в основному,  $\leq 0,1$  мм/рік, корозії інгібітори Інко-2НХІ і Інко-С можна використовувати для захисту від корозії під впливом води Охтирського родовища при різних співвідношеннях водо:вуглеводні, за винятком співвідношення 60 : 40. Аналіз зміни захисних ефектів вказує на те, що в широкому діапазоні співвідношень вода:вуглеводні в умовах дослідження інгібітор Інко-С проявляє найбільшу ефективність. Дещо менша ефективність спостерігається у присутності інгібітору Інко-2НХІ і особливо в умовах значного надлишку вуглеводнів і найвищу ефективність – при недостатці вуглеводнів, що зумовлено його розчинністю у вуглеводнях. Інгібітор Інко-К проявляє достатню ефективність тільки при співвідношеннях вода:конденсат в межах 20 ÷ 40 : 80 ÷ 60.

### Висновки:

1. Встановлено, що швидкість корозії у присутності різних за розчинністю інгібіторів в сумішах мінералізованої води з газовим конденсатом при

зміні співвідношень між ними змінюється не за адитивним законом.

2. В широкому діапазоні співвідношень вода:конденсат при температурі 40 °С менша швидкість корозії спостерігається при використанні водовуглеводне-розчинного інгібітору, а найменша – у присутності вуглеводне-розчинного інгібітору при значному надлишку водної фази.

3. За абсолютними величинами швидкостей корозії і захисним ефектом інгібітори корозії Інко-С і Інко-2НХІ можуть бути використані для захисту від корозії обладнання у присутності сумішей мінералізована вода : вуглеводні.

**Список літератури:** 1. *Мельник А.П.* Практикум з хімії та технології повернево-активних похідних вуглеводневої сировини / *Мельник А.П., Чумак О.П., Березка Т.О.* – Харків: Курсор, 2004. – 277 с. 2. Оцінка ефективності ряду інгібіторів корозії електрохімічним методом поляризаційного опору для умов газоконденсатних родовищ / [*А.П. Мельник, Я.І. Сенишин, О.П. Чумак та ін.*] // Вісник НТУ «ХПІ». – 2003. – № 13. – С. 112 – 115.

*Надійшла до редколегії 27.04.09*

УДК 668.395

**Л.Ф. ПОДГОРНАЯ**, канд. техн. наук; **Д.И. БУЛАНОВ**, НТУ “ХПІ”

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНО-ПОЛИЭФИРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ**

Досліджені діелектричні і фізико-механічні властивості склопластикових стержнів, отриманих методом пултрузії, що застосовуються у виробництві полімерних ізоляторів для електротехніки. Розроблені оптимальні склади та режими твердіння склопластиків на основі епоксидних зв'язуючих, модифікованих ненасиченими поліестерами на основі ортофталевої і терефталевої кислот.

Dielectric and physical-mechanical properties glass-reinforced plastics rods gained by a method pultrusion applied in production of glass-fibre insulators for electrical engineers are investigated. Optimum compositions and regimes of hardening of glass-reinforced plastics on the basis of epoxy binding, inoculated by unsaturated polyesters on a basis orthophthalic and terephthalic acids are developed.

Объем мирового производства армированных пластиков непрерывно возрастает. Они широко применяются, например, в электротехнике, где фар-