

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНГІБІТОРІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВОДОЦИРКУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД СОЛЕВІДКЛАДЕННЯ ТА КОРОЗІЇ

**М.М. Шуриберко, Т.О. Шаблій, Д.Е. Бенатов**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»*

пр. Перемоги, 37, Київ, 03056

**e-mail:** mashashuryberko@gmail.com

На діючих підприємствах в процесах модернізації систем водокористування, зокрема, систем охолодження, досить часто переходять на використання інгібіторів корозії металів та накипоутворення. Проте, після тривалого періоду експлуатації даних систем повної заміни трубопроводів та апаратури не проводиться. Внутрішні поверхні теплообмінного обладнання та трубопроводи вкриті продуктами накипоутворення та корозії [1], які значно знижують ефективність теплопереносу та практично повністю нівелюють ефективність інгібіторів корозії та стабілізаторів накипоутворення.

Для забезпечення належної ефективності реагентів необхідно або збільшувати їх концентрації в десятки-сотні разів, або проводити попереднє очищення внутрішніх поверхонь трубопроводів та теплообмінників від відкладень. Перший варіант є недоцільний як з екологічної, так і з економічної точки зору. В разі вдалого підбору композиції для очищення поверхонь трубопроводів від відкладень результат подальшого використання інгібіторів є економічно доцільним та тривалим.

Тому актуальними є дослідження в області захисту металевих конструкцій від корозії та накипоутверення. Зокрема, створення комплексних та недорогих інгібіторів корозії та осадковідкладень, які є ефективними в широкому температурному діапазоні та універсальними для різних видів металів та різних за хімічним складом розчинів.

Самим простим та доступним способом відновлення поверхонь трубопроводів, теплообмінників, котлів є промивання їх кислими розчинами [2, 3].

Проте використання чистих кислот для промивки труб має ряд недоліків. Автори робіт [4, 5] підкреслюють небезпечність використання неорганічних кислот як травильних розчинів. Зокрема, застосування сірчаної кислоти [4] призводить до утворення нерозчинного сульфату кальцію, а соляної кислоти [5] через присутність хлоридів – до підвищення агресивності середовища.

В результаті проведених експериментальних та розрахункових досліджень зроблено оцінку корозійної агресивності композицій травильних розчинів для очищення металевих поверхонь масометричним методом та методом поляризаційного опору. Показано, що всі композиції, створені на основі соляної, сірчаної, фосфорної кислот в присутності уротропіну або уротропіну з тіокарбамідом, мають більшу корозійну агресивність, ніж водопровідна вода. Найменшою корозійною агресивністю серед розглянутих варіантів характеризується композиція Р-29. Масометричний показник корозії даної композиції становить 0,106881 г/(м<sup>2</sup>·год), глибинний показник корозії відповідно – 0,118907 мм/рік. Суміш Р-29, яка створена на основі ортофосфорної кислоти, застосовується в якості реагента для зняття продуктів накипоутворення – карбонатів та сульфатів кальцію. Його показник руйнування хімічноосадженого гіпсу складає не менше 90 %. Тому можна вважати, що композиція Р-29 є ефективним корозійнонеагресивним реагентом для очищення обладнання систем водопостачання від солевідкладення та корозії.

Встановлено залежності розчинності гіпсу в кислих середовищах, які характеризуються різними хімічними складами та концентраціями. Доведено, що



розчинність карбонату кальцію і сульфату кальцію суттєво відрізняються. При вихідних концентраціях ортофосфорної кислоти 10–100 г/дм<sup>3</sup>, розчинність карбонату кальцію в 4,5 рази більша, ніж розчинність сульфату кальцію. Якщо порівнювати ефективність розчинення гіпсу різними кислотами, то найбільшу розчинність по сульфату кальцію серед розглянутих кислот має соляна кислота. Для соляної кислоти з концентрацією 30 г/дм<sup>3</sup> даний показник складає 24,5–24,9 г/дм<sup>3</sup>. В більш концентрованому розчині (10 %) розчинність зростає до 36,2–36,7 г/дм<sup>3</sup>. Незважаючи на меншу розчинність сульфату кальцію в фосфонових кислотах (2,0–2,5 рази) в порівнянні з соляною кислотою, їх використання для відмивання обладнання є доцільним, так як дані сполуки є ефективними стабілізаторами накипоутворення та інгібіторами корозії металу. Існує певна кореляція між інтенсивністю (часом) розчинення і співвідношенням композиція: сульфат кальцію: при збільшенні об'єму травильного розчину за умов однакової маси сульфату кальцію спостерігається скорочення часу розчинення останнього.

### Література:

1. An overview of problems and solutions for components subjected to fireside of boilers(Review) / Singh A., Sharma V., Mittal S., Pandey G., Mudgal D., Gupta P. // International Journal of Industrial Chemistry. 2018. Vol. 9, Issue 1.
2. Mill scale corrosion and prevention in carbon steel heat exchanger / Sharma P., Roy H. // High temperature materials and processes. 2015. Vol. 34, Issue 6. P. 571–576.
3. Corrosion inhibition of N80 steel simulated in an oil field acidification environment / Du J., Guo J., Zhao L., Chen Y., Liu C., Meng X. // International Journal of Electrochemical Science. 2018. Vol. 13, Issue 6, P. 5810–5823.
4. Corrosion inhibition of heat exchanger tubing material (titanium) in MSF desalination plants in acid cleaning solution using aromatic nitro compounds / Deyab M. A. // Desalination. 2018. Vol. 439. P. 73–79.
5. Synthesis, surface properties and inhibition behavior of novel cationic gemini surfactant for corrosion of carbon steel tubes in acidic solution / Hegazy M. A., Rashwan S. M., Kamel M. M., El Kotb M. S. // Journal of Molecular Liquids. 2015. Vol. 211. P. 126–134.

УДК 504.062.2

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО КОАГУЛЯНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДИ

**А.О. Ясинецький, А.Е.Кулішенко**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056

**e-mail:** mcdinkiev@gmail.com

Дніпро є основним джерелом водопостачання в Україні, оскільки забезпечує водою 2/3 її території та майже 70 % населення. Водні ресурси дніпровського басейну становлять 80 % усіх водних ресурсів країни. Сучасний антропогенний тиск, інтенсивне хімічне, біологічне та радіаційне забруднення призвели до деградації екосистеми Дніпра, погіршення якості дніпровської води. Крім того, дніпровська вода характеризується власними особливостями, зумовленими природними органічними сполуками.