

Комплексне фізико-хімічне гальмування корозійних процесів і підвищення ефективності теплообміну у водному середовищі для енергозбереження ресурсів України

«Комплексное физико-химическое торможение коррозионных процессов и повышение эффективности теплообмена в водной среде для энергосбережения ресурсов Украины»

"Complex physical and chemical inhibition of corrosion processes and increase the efficiency of heat transfer in the aquatic environment to save energy resources of Ukraine"

1. Номер державної реєстрації 0115U002324,.
2. Науковий керівник (вчений ступінь, звання). д.т.н., проф. Герасименко Ю. С., Герасименко Ю. С., Gerasymenko Yu. S.

3. Суть розробки, основні результати.

укр

З метою підвищення енергоефективності процесів теплопередачі досліджено процеси накипоутворення та корозії на поверхні теплообміну. Створені експериментальні установки та методики осадження накипу в умовах роботи водогрійного і парового котлів при температурі 95 ± 2 °С, які відрізняються від відомих тим, що дозволяють контролювати і регулювати швидкість накипоутворення, використовуючи постійну подачу свіжої води для підтримки постійного складу водного середовища. Досліджено протикорозійні властивості накипу в процесі його формування та впливу на цей процес хімічної дії антискалантів (ЛВХ 1.1, ОЕДФК на основі органофосфонатів та поліфосфатного реагенту Sequest) з різними концентраціями (від 2 до 50 мг/л) та ультразвукового опромінення в умовах кавітації. Оцінено їх протикорозійні і антинакипні властивості у жорсткій воді. Встановлено, що найкращі характеристики має ОЕДФК у концентрації 10 мг/л. Встановлено функціональні залежності наростання питомої маси накипу, а також швидкості корозії сталі в залежності від складу води та режимів УЗ-опромінення. Досліджено морфологію та структуру накипних шарів, сформованих при різних умовах і потужності УЗ опромінення методом растрової електронної мікроскопії. Показано, що комплексний вплив дії антискалантів та ультразвуку дозволить оптимізувати процес утворення та підтримання фазового мікрошару з протикорозійними властивостями, який практично не знижує теплообмін між поверхнею металу і теплоносієм. Розроблено технологічні рекомендації щодо застосування комбінованого захисту маловуглецевої сталі у системах теплопостачання. Практичне значення одержаних результатів полягає в прогнозуванні протикорозійної та антинакипної дії реагентів в системах теплопостачання при роботі котельних установок малої потужності, які працюють без водопідготовки протягом опалювального сезону.

рос.

С целью повышения энергоэффективности процессов теплопередачи исследованы процессы накипеобразования и коррозии на поверхности теплообмена. Созданы экспериментальные установки и методики осаднения накипи в условиях работы водогрейного и парового котлов при температуре 95 ± 2 °С, которые отличаются от известных тем, что позволяют контролировать и регулировать скорость накипеобразования, используя постоянную подачу свежей воды для поддержания постоянного состава водной среды. Исследованы антикоррозионные свойства накипи в процессе его формирования и влияние на этот процесс химического воздействия антискалантов (ЛВХ 1.1, ОЭДФК на основе органофосфонатов и полифосфатного реагента Sequest) с различными концентрациями (от 2 до 50 мг / л), а также ультразвукового облучения в условиях кавитации. Оценены их антикоррозионные и антинакипные свойства в жесткой воде. Установлено, что лучшие характеристики имеет ОЭДФК в концентрации 10 мг / л. Установлены функциональные зависимости нарастания удельной массы накипи, а также

скорості корозії сталі в залежності від складу води і режимів УЗ-облучення. Исследованы морфология и структура накипных слоев, сформированных при различных условиях и мощности УЗ облучения методом растровой электронной микроскопии. Показано, что комплексное влияние действия антискаланта и ультразвука позволит оптимизировать процесс образования и поддержания фазового микрослоя с противокоррозионными свойствами, который практически не снижает теплообмен между поверхностью металла и теплоносителем. Разработаны технологические рекомендации по применению комбинированной защиты малоуглеродистой стали в системах теплоснабжения. Практическое значение полученных результатов заключается в прогнозировании противокоррозионного и антинакипного действия реагентов в системах теплоснабжения при работе котельных установок малой мощности, которые работают без водоподготовки в течение отопительного сезона.

англ.

In order to improve the energy efficiency of heat transfer processes, the processes of scale formation and corrosion on heat transfer surfaces were investigated. An experimental setup and method of deposition of scale in operating conditions, hot water and steam boilers at a temperature of 95 ± 2 ° C, which differ from the known fact, that allow you to monitor and adjust the rate of scale formation, using a constant supply of fresh water to maintain a constant composition of the aquatic environment.

The corrosion resistance of scale in the process of its formation and influence on the process of chemical exposure antiscalant (LWCh 1.1 HEDP based on organophosphonates and polyphosphate reagent Seaquest) with different concentrations (2 to 50 mg / l), and the ultrasonic irradiation conditions cavitation were studied.

Anti-corrosion and antiscaling properties in hard water were evaluated. It is found that the best characteristic has HEDP a concentration of 10 mg / l. The functional dependence of the growth of specific weight scale and corrosion rates of steel, depending on the composition of water and modes of ultrasonic irradiation. The morphology and structure of crustose layers formed under different conditions and power of ultrasonic irradiation by scanning electron microscopy were investigated. It has been shown that the combined effect of ultrasound and antiscalant action will optimize the process of formation and maintenance phase microlayer with anticorrosion properties which practically does not reduce the heat transfer between the metal surface and the coolant.

The technological recommendations for the use of the combined protection of mild steel in heating systems were developed. The practical significance of the results is forecasting anticorrosive and antiscaling action of reagents in the heating system at the boiler of small power plants that operate without water treatment during the heating season.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (*заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право*).

Патент України на корисну модель UA 104325. МПК (2015.01) C23F11/00. Комбінований спосіб протикорозійного захисту сталі у водних техногенних середовищах/ Заявл.07.07.2015. № заявки U 20150627 – опубл. 25.01.16 Бюл. № 1, 2016. М.І. Донченко, Ю.С. Герасименко, Н.А. Білоусова, Р.М. Редько, Г.С. Васильєв, Д.Ю. Ущатовський, Ю.Я. Богатчук

5. Порівняння зі світовими аналогами.

- перевищує кращі вітчизняні зразки.

6. Економічна привабливість для просування на ринок (*вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники*).

Застосування комбінованої технології захисту від накипоутворення і корозії дозволить на 5-30% підвищити коефіцієнт теплопередачі. Збільшити термін безаварійної експлуатації обладнання, скоротити енерговитрати на 25-30%. Потенційні користувачі розробки – галузь комунального господарства, а саме підприємства, що планують перехід на ефективні енергозберігаючі технології і теплообмінне обладнання.

Розробка буде актуальною для декількох суміжних галузей, наприклад, теплоенергетики, рециркуляційних охолоджувально-нагрівальних систем хімічної, нафтохімічної промисловості, металургії. На основі розроблених технологічних рекомендацій можливе укладання господарських договорів при застосуванні комбінованого захисту на конкретних підприємствах комунального господарства, котельнях малої потужності систем теплопостачання.

7. Потенційні користувачі (*галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації*).

Сфера застосування результатів виконаного проекту – теплоенергетична галузь, рециркуляційні системи нагрівання-охолодження в декількох суміжних галузях, таких як хімічна, нафтохімічна промисловість, металургія.

Основне рекомендоване місце впровадження – комунальне господарство, зокрема на підприємствах: КП «Теплопостачання» м. Одеса; АК „Київміськбуд”, ТОВ ”ЛОТА”, НВФ «Ганза», ТОВ „КАПІТАЛ-ТЕХ-СЕРВІС”.

8. Стан готовності розробки (*лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження*).

Розроблено технологічні рекомендації по впровадженню комплексного фізико-хімічного способу захисту сталі від накипоутворення і корозії в теплообмінному обладнанні. Рекомендації включають підготовчі роботи, заходи з застосування і контролювання ефективності комплексного способу.

9. Існуючі результати впровадження.

Отримано акт на виготовлення та впровадження засобів комплексного антинакипного і протикорозійного захисту теплообмінного обладнання від ТОВ „КАПІТАЛ-ТЕХ-СЕРВІС”. Проведено впровадження технології нанесення захисного металічного покриття у виробництво плоско овальних труб з неповним оребренням на виробничій фірмі „Ганза”, м. Київ. Отримано акт впровадження.

10. Форма участі інвестора (*яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проекті%, частка від прибутку%, інше*)

11. Обсяг інвестицій (*необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США*).

12. Мета інвестицій (*розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше*).

13. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

Хіміко-технологічний факультет, кафедра технології електрохімічних виробництв. Тел. (044) 204-97-37, n.bilousova@kpi.ua

14. Фото або декілька слайдів презентації з фото розробки в електронному вигляді (**рекламного характеру**). Якщо фото надається окремим файлом, бажано використовувати JPEG формат.

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання (*вагомні монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації*).

Підготована до друку монографія: Том VI. Електрохімічні методи моніторингу деградації матеріалу елементів конструкцій. Метод поляризаційного опору для моніторингу корозивності техногенних середовищ. Герасименко Ю.С.

- Електронні публікації : Навчальний посібник з грифом університету НТУУ „КП”:

Яцюк, Л. А. Основи проектування хімічних виробництв. Будова обладнання та конструкції підвісних пристроїв для нанесення гальванічних покриттів [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Л. А. Яцюк, О. І. Букет, Г. С. Васильєв ; НТУУ «КП». – Електронні текстові дані (1 файл: 15,4 Мбайт). – Київ : НТУУ «КП», 2016. – 80 с.

Наукові статті у фахових виданнях (прізвища студентів підкреслені):

1. G.S. Vasyliiev, The influence of flow rate on corrosion of mild steel in hot tap water // Corrosion Scienc. 2015, - Vol. 98. – pp. 33–39. – БД Scopus
2. М.І.Донченко, Н.А. Білоусова, Ю.С. Герасименко, Р.М. Редько. Пасивація сталі за допомогою оксоаніонів для захисту від вуглекислотної корозії // Сучасні проблеми електрохімії: освіта, наука, виробництво. Зб. наук. праць.- Харків: НТУ «ХПІ», 2015.- с. 236-237. – 2 сторінки.
3. Васильєв Г.С., Герасименко Ю.С. Промислові випробування засобів корозійного моніторингу систем теплопостачання // Збірник наукових праць «Сучасні проблеми електрохімії : освіта, наука, виробництво» (Харків). – 2015. – С. 66-67 с.
4. Васильєва С.М., Новосад А.А., Васильєв Г.С., Герасименко Ю.С. Установка для формування та дослідження протикорозійних властивостей карбонатного осаду в ультразвуковому полі // Збірник наукових праць «Сучасні проблеми електрохімії : освіта, наука, виробництво» (Харків). – 2015. – С. 71-72 с.
5. Белоусова Н.А., Донченко М.И., Герасименко Ю.С. Электрохимическая модификация поверхности стали для защиты от коррозии в водной среде. Влияние продуктов растворения электроотрицательных металлов // Фізико-хімічна механіка матеріалів.- 2015, №5.- с. 7-16. 10 сторінок. БД Scopus
6. Васильєв Г. С. Застосування фосфоровмісного інгібітору для захисту від корозії котельного обладнання в системах з контактними водонагрівачами / Г. С. Васильєв, О. В. Потапенко, В. В. Олійник. // Фізико-хімічна механіка матеріалів Спеціальний випуск. – 2016. – №11. – С. 243–249. – 7 стор.
7. Васильєв Г. С. Засоби моніторингу внутрішньої корозії сталевих трубопроводів на основі методу поляризаційного опору / Г. С. Васильєв, Ю. С. Герасименко. // Фізико-хімічна механіка матеріалів Спеціальний випуск. – 2016. – №11. – С. 259–262. – 4 стор.
8. Методичні аспекти дослідження процесів формування та аналізу протикорозійних властивостей карбонатного осаду в ультразвуковому полі / Г. С. Васильєв, С. М. Васильєва, А. А. Новосад, Ю. С. Герасименко. // Фізико-хімічна механіка матеріалів Спеціальний випуск. – 2016. – №11. – С. 271–275. – 5 стор.
9. Герасименко Ю. Накип, його протикорозійні властивості та регулювання утворення / Ю. Герасименко, Н. Білоусова, Р. Редько // “Фізико-хімічна механіка матеріалів ”. Проблеми корозії і протикорозійного захисту матеріалів. – Львів, 2016. – Спец. вип. № 11, С.135-138. – 4 стор.
10. N. A. BELOUSOVA. Electrochemical Modification of the Steel Surface for the Corrosion Protection in Aqueous Media. Influence of the Products of Dissolution of Electronegative Metals / N. A. BELOUSOVA, M. I. DONCHENKO, YU. S. GERASIMENKO// Materials Science,- 2016.- 51(5), P. 599-609. – 11 стор. БД Scopus
11. Н.А. Белоусова. Моделирование роста и оценка противокоррозионных свойств накипи / Н.А. Белоусова, Ю.С. Герасименко, Р.М. Редько, И.Ю. Вичкань. // «Энерготехнологии и ресурсосбережение».- 2016, №2.- с.37-43. – 7 стор.

Патент України на корисну модель UA 104325. МПК (2015.01) C23F11/00.

Комбінований спосіб протикорозійного захисту сталі у водних техногенних середовищах / М.І.Донченко, С. Герасименко, Н.А. Білоусова, Р.М. Редько, Г.С. Васильєв, Д.Ю. Ущатовський, Ю.Я. Богатчук. Заявл.07.07.2015. № заявки U 20150627 – опубл. 25.01.16 Бюл. № 1, 2016.

Захищена дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук «Моніторинг корозії та її гальмування компонентами корозійного середовища в системах гарячого водопостачання», автор Васильєв Г.С. , захист відбувся в 25 лютого 2015 р.

16. Надати ключові слова до розробки

Ключові слова: накип, швидкість накипоутворення, антискалант, ультразвук, швидкість корозії

Key words: scale, scale growth rate, antiscalant, ultrasound, corrosion rate