

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗАХИСТУ СУДЕН У РЕАЛЬНИХ УМОВАХ

Дощенко Галина

к.т.н., доцент кафедри експлуатація суднового
електрообладнання і засобів автоматики,
Херсонська державна морська академія

Олійник Володимир

студент, Херсонська державна морська академія

Вступ. Корозія та обростання корпусу морських суден призводить щорічно до мільярдних збитків, і вирішення цієї проблеми є важливим завданням. Основний збиток, що заподіюється корозією, полягає не у втраті металу як такого, а у величезній вартості виробів, що руйнуються під впливом корозії. От чому щорічні втрати від неї в промислово розвинених країнах такі великі. Дійсні збитки від корозії та обростання корпусу суден не можна визначити, оцінивши тільки прямі втрати, до яких відносяться вартість конструкції, що руйнується, вартість заміни устаткування, витрати на заходи щодо захисту від цієї шкоди. Ще більший збиток складають непрямі втрати. Це простої устаткування при заміні зруйнованих корозією деталей і вузлів, витік продуктів, порушення технологічних процесів тощо.

Основна частина. Корозія (з латинської – «роз'їдання») - це процес руйнування металу під дією оточуючого середовища. Під час роботи або зберігання метали і металеві вироби підпадають під дію вологого повітря, води, пари, газів, а також кислот, лугів, солей або їх розчинів. Внаслідок взаємодії металів із середовищем на поверхні металу виникають зміни структури хімічних і фізичних властивостей. Внаслідок корозії метали частково або повністю руйнуються, якість виробів гіршає, і вони можуть стати непридатними для використання (див. рис. 1).

На сьогоднішній день проблеми антикорозійного захисту морських суден і інших видів конструкцій, різної продукції і матеріалів є актуальними як в Україні, так і в багатьох країнах світу. У промислово розвинених країнах корозія металів завдає істотного збитку економіці кожної держави, тому ці питання відіграють важливу роль як в побуті, так і в державних масштабах.

В нашій країні накопичений деякий досвід проведення досліджень з метою визначення швидкості корозійних процесів і методів захисту. Посилена робота у сфері розробки спеціалізованих матеріалів і технологій, які забезпечують високий ступінь захисту від корозії.



А)



Б)

Рисунок 1 – Фотографії видів корозії металів: а) іржа на поверхні металу найпоширеніший вид корозії, б) корозія металевої конструкції

Актуальність проблеми антикорозійного захисту металів ґрунтується на необхідності захисту навколишнього середовища, збереження природних ресурсів, а також раціонального використання і зберігання металевих конструкцій в умовах виробництва.

В даний час існує велика кількість прийомів і засобів для боротьби з корозією. Одними з дієвих методів істотно зменшити корозійні процеси або повністю їх ліквідувати є використання корозійностійких матеріалів, нанесення захисних покриттів, введення в потенційно схильне до корозії середовище інгібіторів, таких як нітрит, хромати, арсеніти.

Проте слід пам'ятати, що у кожному конкретному випадку необхідно вирішити, яким із засобів або в якому їх поєднанні можливо добитися найбільш ефективного і економічного результату.

Морська вода є однією з найпоширеніших і найагресивніших корозійних середовищ. Під «морським середовищем» розуміють сукупність фізичних умов – від насиченого дрібним водяним пилом морського повітря до мулу на дні океану [1]. Таким чином, до експозиції у морському середовищі правомірно відносити не тільки випробування при безпосередньому контакті з морською водою, але також у умовах відкритої атмосфери станціях берегового типу [2].

Абсолютно чисті метали, і чисте залізо зокрема, корозії практично не піддаються. Але корпуси суден будують зі сплавів, зазвичай із вуглецевих і легованих сталей, до складу яких входять легуючі елементи і різні домішки. Саме через різномірність і багатофазність сталей у морському електроліті спонтанно утворюється величезна кількість мікрогальванічних пар, які зумовлюють неминучу корозійну долю корпусу судна, якщо екіпаж не займається відповідними профілактичними роботами (див. рис. 2).



Рисунок 2 – Морська корозія в дії. Загальний вигляд судна

Морська вода є складним корозійним середовищем, що містить неорганічні домішки – розчини солей, розчинені гази та органічні домішки – бактерії, мікроводорості, рослинні залишки та живі організми, що накладає додаткові складнощі під час імітації корозійного руйнування.

Відповідно до робіт [3], фактори, що впливають на корозію металів у морській воді, поділяють на хімічні (розчинені гази, кисень, діоксид вуглецю, солоність, хімічна рівновага, рН середовища, розчинність карбонатів), фізичні (швидкість, температура і тиск води, наявність у ній бульбашок повітря та зваженого мулу), а також біологічні (обростання, наявність організмів з твердими раковинами, особливості життєдіяльності рослин та тварин, поглинання/виділення CO_2 , O_2 та ін.).

Концентрація мінеральних солей залежно від морського регіону може коливатися від 0,2% (Балтійське море) до 4,1% (Червоне море). Сольовий склад океанської води складається переважно з NaCl (77,8%) і MgCl_2 (10,9%), загальний вміст інших солей вбирається у 5% [3].

Наявність забруднень у морській воді (зокрема, сірководню) призводить до значного збільшення корозії стали. Важливим аспектом проведення натурних морських випробувань є глибина розташування об'єкта дослідження, оскільки фізико-хімічні параметри морської води (температура, рН, розчинений кисень) та її біологічна складова змінюються у міру занурення. До найбільш важливим параметрам, що надають безпосередній вплив на корозію металів морській воді відноситься концентрація розчиненого кисню [3], яка значною мірою визначає склад морської екосистеми. Концентрація розчиненого кисню обернено пропорційна вмісту в морській воді солей. Підвищення температури води також знижує величину розчинності кисню.

Слід зазначити складність контролю параметрів морської води [4] у зв'язку з чим актуальним є питання необхідності встановлення єдиних вимог до вимірювань параметрів морської води: переліку обов'язкових контролю

параметрів на станціях морського типу, вимог до апаратного комплексу і точності вимірювань.

Залежно від рівня впливу морського середовища корозійна поведінка матеріалів може змінюватися у досить широкому діапазоні, тому, вивчаючи стійкість матеріалу до впливу морського середовища, необхідно чітко визначати умови експозиції – будь то зони повного занурення або ватерлінії, зони бризок або атмосфера.

Для захисту підводної частини корпусів суден нині найчастіше застосовується електрохімічний захист двох типів залежно від функціонального призначення судна та передбачуваних умов експлуатації: катодна та протекторна [4], тому для моделювання поведінки матеріалів у природній морській воді найчастіше використовують електрохімічні методи [5].

Корозійне руйнування металів у морській воді незмінно пов'язане з впливом біоплівки мікроорганізмів [5], яка може надавати як ефект, що прискорює, так і гальмує корозійні процеси (див. рис. 3).



Рисунок 3 – Приклади обростання корпусу судна різними мікроорганізмами у морській воді

Адгезовані на поверхні матеріалів аеробні бактерії в результаті своєї життєдіяльності виділяють органічні кислоти і цим значно підвищують корозійну агресивність середовища. Утворювання під біоплівкою колоній анаеробних сульфатвідновлювальних бактерій, що виробляють біогенний сірководень, викликає інтенсивне руйнування металів. Найбільші швидкості корозії, отримані на зразках, що експонувалися за умов відкритого моря.

Розробка нових методик корозійних випробувань для підтвердження збереження властивостей матеріалів на тривалий період експлуатації потребує доведеної можливості їх застосування для прогнозування поведінки матеріалу у реальних умовах, основою якого є підтвердження відповідності (ідентифікація) механізму корозійного руйнування при випробуваннях та експлуатації виробів у природних умовах.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про те, що якісні та кількісні показники біообрастання важливі для процесів корозійного руйнування металоконструкцій у морській воді та повинні бути враховані при дослідженні їх механізму корозійного руйнування. Облік цього фактора є одним із найбільш важковідтворюваних процесів при розробці прискорених методів випробувань у

морській воді, у той час як відтворення фізико-хімічних параметрів у лабораторних умовах не становить складності, проте параметр біофактора відтворити лабораторним методом неможливо. Тому для проведення випробувань у морській воді у лабораторних умовах найбільш правильним є використання морської води, забраної з природної акваторії.

Список літератури

1. Шумахер М. Морская коррозия. Справочник: Пер. с англ. – М: Металургия –1983. – 512 с.
2. Семенова І.В., Флоріановіч Г.М., Хорошилов А.В. Корозія і захист від корозії. –2002. – 335 с. pdf. Режим доступу: http://www.ph4s.ru/book_him_korroziya.html.
3. Н.К. Кофанова. Корозія і захист металів. Уч. допомога. – 2003. –179 с. pdf. Режим доступу: http://www.ph4s.ru/book_him_korroziya.html.
4. В.В. Екилік. Електрохімічні методи захисту металів. Методичний посібник із спецкурсу. – 2004. – 50. pdf. Режим доступу: http://www.ph4s.ru/book_him_korroziya.html.
5. Yang D., Liu J., Xiaoxue E., Jiang L. Experimental study of composition and influence factors on fouling of stainless steel and copper in seawater // Annals of Nuclear Energy. – 2016. – Vol. 94. – P. 767–772.