

В. П. КОРОЛЬОВ (Приазовський державний технічний університет, Маріуполь)
О. М. ГІБАЛЕНКО (ТОВ «Укрінсталькон ім. В. М. Шимановського», ДонЦТБ)
О. М. ШЕВЧЕНКО (Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Макіївка)

ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ КОРОЗІЙНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

В даній роботі розглянуто основні проблеми обґрунтування правильного вибору антикорозійного захисту на стадії проектування. Показано необхідність оцінки показників надійності відповідно до державних норм, беручи до уваги вимоги антикорозійної стійкості, довговічності і ремонтпридатності. Автори наголошують, що застосування критерію корозійного ризику дає можливість зробити економічне обґрунтування вибору первинного та вторинного захисту конструкційних характеристик.

Ключові слова: будівельна конструкція, споруда, корозія, безпека, життєвий цикл

В данной работе рассматриваются основные проблемы обоснования правильного выбора мер по защите от коррозии на стадии проектирования. Показана необходимость оценки показателей надежности в соответствии с государственными нормами, принимая во внимание требования коррозионной стойкости, долговечности и ремонтпригодности. Авторами сделан вывод, что применение критерия риска коррозии дает возможность сделать экономического обоснования требований к выбору первичной и вторичной защиты конструкционных характеристик.

Ключевые слова: строительная конструкция, сооружение, коррозия, безопасность, жизненный цикл

Procedural problems of justification of the intelligent choice of corrosion protection measures at the design stage are considered in the given work. The paper is aimed at formulating principles of economic management of corrosion protection measures efficiency based on risk assessment according to corrosion hazard criteria. Application of the corrosion risk criterion gives an opportunity to make the economic justification of the requirements to the choice of the primary and secondary protection design characteristics

Keywords: building construction, structure, corrosion, safety, life cycle

Корозія – загрози і безпека

Промислові підприємства, інженерні комунікації, об'єкти житлово-комунального господарства і транспортної інфраструктури включають споруди, конструкції, машини і устаткування, які при погіршенні експлуатаційних властивостей можуть переходити в категорію об'єктів підвищеної небезпеки. Як правило, це стає реальністю з причин значного рівня зносу, відсутності регламентних термінів оновлення основних фондів, складного економічного і фінансового стану більшості суб'єктів господарської діяльності. Останнім часом до перерахованих причин додалися проблеми низької якості підготовки фахівців, застаріла нормативно-технічна база, які привели до зниження виконавської дисципліни та ефективності технічного обслуговування об'єктів, що експлуатуються в агресивних середовищах [1].

Комплексний і багаточинний процес корозії і захисту будівельних матеріалів, конструкцій будівель та споруд можна умовно розділити на три основні рівні:

- фундаментальний рівень пов'язаний з вивченням закономірностей механоелектрохі-

мічної кінетики корозійних процесів і механізмів протикорозійного захисту;

- загальноінженерний рівень включає матеріалознавчі аспекти основних тенденцій розробки корозійно стійких матеріалів, засобів і методів протикорозійного захисту;

- прикладний рівень направлений на розробку інженерних заходів первинного і вторинного захисту для подолання величезного спектру явищ, супроводжуваних деградаційні процеси будівельних матеріалів і конструкцій.

Корозійні пошкодження викликають збиток, який пов'язаний з погіршенням експлуатаційних властивостей, зниженням несучої здатності конструктивних елементів і додатковими витратами на відновлення працездатності будівельних об'єктів в процесі експлуатації.

Філософ Кун-Фу-Цзи (VI в до н.е.), відомий більше під ім'ям Конфуцій, на питання, «що б він зробив, перш за все, якби став правителем?», відповів: «Перш за все, я б переконався у тому, що всі назви правильні». Якщо скористатися рекомендацією китайського мудреця, то можна зробити висновок, що корозія – це перш за все економічна проблема. Формування економічних механізмів технічного регулювання

ефективності заходів щодо захисту від корозії, в умовах обмежених фінансових і матеріальних ресурсів, пов'язане з обґрунтуванням критеріїв корозійної небезпеки. У основних галузях економіки корозійне руйнування приводить до аварійних ситуацій, пов'язаних з екологічним, економічним збитком, а, в окремих випадках, має катастрофічні наслідки.

Враховуючи важкі наслідки бездіяльності останніх двох десятиліть в галузі технічного регулювання проблеми корозії в будівельних об'єктах, розробка основ державної політики і нової концепції державної програми захисту від корозії повинні спиратися на принципи стратегічного антикризового управління. При такому підході поняття корозійної небезпеки включає певний стан або ситуацію (загрозу), при яких збільшується вірогідність настання збитку у зв'язку з тим, що даний корозійний стан або відхилення від нормальної експлуатації є потенційною причиною (загрозою) настання небезпеки або того, що може вплинути на розмір збитку.

Короткий аналіз стану проблеми дозволяє зробити висновок про те, що окрім розглянутих питань важливе значення має відмову від практики управління і організаційних структур, для яких не встановлені межі відповідальності і не визначені необхідні ресурси з підтримки в працездатному стані об'єктів в умовах корозійних дій. У обставинах, що склалися, для попередження аварійних ситуацій на об'єктах підвищеної небезпеки необхідно піддати «реінжинірингу» систему застарілих правил, які не відповідають вимогам контролю за показниками корозійної небезпеки.

Відомий американський фахівець в галузі інформаційних технологій М. Хаммер, визначаючи суть реінжиніринга для оптимальної побудови бізнес процесів, констатував: «Якщо ми не міняємо ці правила, ми просто переставляємо стільці на палубі «Тітаніка».

Життєвий цикл конструкцій та їх захисних покриттів

Задачі модернізації виробництва і стабільний розвиток в основних галузях економіки країни повинні бути забезпечені, в числі інших чинників, за рахунок поліпшення використання діючих основних фондів. Значну частину металопонду України складають металеві конструкції будівель та споруд, а також технологічне устаткування базових галузей промисловості, 75 % якого експлуатуються в середньо- і сильноагресивних середовищах. В даний час фонд металевих конструкцій введених в ек-

сплуатацію в 60-80 р.р. складає близько 36 млн. т.

Необхідність залучення додаткових матеріально-технічних ресурсів для забезпеченні надійності і довговічності будівельних об'єктів в умовах агресивних середовищ є основним недоліком металевих конструкцій. Вибір стратегії попередження і контролю корозії на основі сучасних технологій протикорозійного захисту визначається ефективністю управління і зниження витрат на всіх стадіях життєвого циклу конструкцій, споруд, машин і технологічного устаткування. За відсутності цілеспрямованого підходу до вибору засобів і методів захисту необґрунтовані конструктивні і технологічні рішення викликають передчасне руйнування і зростання експлуатаційних витрат на відновлення працездатності або повну заміну проблемних конструкційних елементів.

Підвищення якості захисту від корозії включає розробку заходів первинного захисту (вимоги з корозійної стійкості матеріалів несучих і огорожуючих конструкцій) і вторинного захисту (вимоги щодо довговічності захисних покриттів і спеціального устаткування електрохімічного захисту) [2].

Важливість раціонального проектування конструктивно-технологічних заходів пов'язана з вивільненням фінансових і матеріальних ресурсів, які формують витратний механізм при виготовленні і технічному обслуговуванні будівельних конструкцій в результаті передчасного зносу і зниження термінів служби при діях агресивного середовища. Тривалість міжремонтного періоду конструкцій в середньо- і сильноагресивних середовищах складає від 1 до 3 років. Тому кожні 3 роки необхідно відновлювати захисні покриття на 50 % металоконструкцій і виробляти заміну 10...20 % конструктивних елементів в результаті корозійного зносу.

Завершальним етапом життєвого циклу металоконструкцій, схильних до корозійного руйнування, є утилізація, яка здійснюється відповідно до порядку, визначеного Законом України «Про металобрухт» (N 619-XIV, прийнятий 5 травня 1999 р.). За даними експертних оцінок в Україні втрати від корозії складають 10...15 % всього виробленого металу. При показниках виробництва сталі 29,8 млн. т в 2009 р. втрати в результаті корозійних руйнувань могли складати від 2,9 до 4, 5 млн. т. У 2009 р. металургійні підприємства України закупили 10,6 млн. т лому чорних металів. Частка металоконструкцій, що перейшли в категорію металобрухту в результаті корозії, змінюється в межах 27...42 %. На початку 2010 р. закупівельна ціна 1 т лому чорних металів марки 2А

склала в середньому 2,5 тис. грн. Тому, прямі збитки від корозії за поворотною вартістю об'єму продажів металобрухту в 2009 р. складають 9,25 млрд. грн.

Представлений спрощений розрахунок «прибутку» від утилізації металобрухту не дозволяє одержати картину реального збитку на об'єктах, виведених з експлуатації при корозійному зносі в промисловому секторі економіки. Але навіть при найоптимістичніших європейських витратах економіка України не може «працювати на корозію», вкладаючи щорічно 37 млрд. грн., виходячи з ВВП 2008 р. Незаперечним є той факт, що при збереженні існуючого рівня корозійної небезпеки значна частина несучих і захищаючих конструкцій виробничих будівель і споруд вже незабаром буде не придатна для подальшої експлуатації і дозволить збільшити закупівлі на ринку вторинних металів.

Принципи управління корозійною небезпекою включають координуючу, нормативну, контрольну та інвестиційно-технологічну складові безаварійної експлуатації будівельних об'єктів в умовах агресивних природних і виробничих дій. Використовування раціонального проектування протикорозійного захисту на всіх стадіях життєвого циклу металоконструкцій будівель та споруд забезпечує зниження щорічних витрат на 25...30 % тільки за рахунок вдосконалення організації робіт з захисту конструкцій від корозії.

Усувати причину, а не боротися з результатом

Найефективнішим способом запобігання корозії конструкцій будівель та споруд є зниження ступеня агресивності експлуатаційного середовища. За діючими в Україні нормами СНіП 2.03.11-85* «Захист будівельних конструкцій від корозії» агресивні середовища мають наступні класифікаційні ознаки за показниками корозійної стійкості (K , мм/рік), що характеризують втрати товщини перетинів металопрокату з маловуглецевої сталі В Ст3: неагресивні середовища ($K \leq 0,01$); слабкоагресивне ($0,01 < K \leq 0,05$); середньоагресивні ($0,1 < K \leq 0,5$); сильноагресивне ($K > 0,5$). Допустимі інтервальні оцінки корозійних втрат за СНіП 2.03.11-85* для умов природних і технологічних дій в Україні перевищують вимоги до відповідних показників європейських стандартів EN ISO 12944 в середньому в 2...3 рази.

В даний час спостерігається тенденція збільшення металобудівництва в секторах економіки, де ще 10...20 років тому були сильні позиції залізобетону, який завдяки можливостям

самого бетону виконувати функцію захисту сталевих арматур від корозії, забезпечував підвищення довговічності будівельних конструкцій в агресивних середовищах. Розширення функціонального застосування металу в будівництві, підвищення архітектурної виразності будівель та споруд визначають необхідність вдосконалення вимог до засобів і методів протикорозійного захисту конструкцій. Для об'єктів житлово-комунального господарства, де обсяги використання металопрокату зросли в десятки разів, забезпечення якості протикорозійного захисту є головним напрямом зниження високого рівня корозійної небезпеки.

Показники корозійної стійкості і довговічності конструкцій повинні відповідати ступеню агресивності дій режиму експлуатації будівель та споруд. Для підтвердження відповідності захисних покриттів встановленим термінам технічного обслуговування і ремонтів доцільно використовувати наявні дані незалежної комплексної екологічної експертизи промислових підприємств.

Практика підтверджує, що для раціонального вибору терміну служби конструкцій і їх захисних покриттів необхідна розробка інформаційно-аналітичних систем:

- Баз даних класифікаційних ознак складу і інтенсивності агресивних дій, що дозволяють виконувати розрахункову оцінку показників корозійної стійкості конструкцій для однорідних зон експлуатації промислових підприємств.
- Розрахункових комплексів для діагностики і моніторингу корозійних пошкоджень, оцінки їх впливу на несучу здатність і залишковий ресурс роботи об'єктів інфраструктури і виробничих фондів.
- Баз даних сертифікаційних випробувань і оцінки експлуатаційних властивостей первинного і вторинного захисту будівельних об'єктів.

Механізм управління і зниження корозійної небезпеки будівельних конструкцій

Для Донецького регіону проблема корозії пов'язана з щорічними прямими витратами 6,6...7,2 млрд. грн., з яких 1,3...1,4 млрд. грн. складають втрати, пов'язані відсутністю регламентних вимог до оцінки корозійної небезпеки і правильного використання засобів і методів захисту від корозії.

В даний час в Донбасі на об'єктному рівні накопичений позитивний досвід управління технологічною безпекою, науково-технічного супроводу оцінки і продовження ресурсу об'єктів на основі розробки стандартів підприємств різного призначення, які регламентують вимоги

щодо безаварійної експлуатації конструкцій будівель та споруд за вимогами ISO 9001:2000. На підприємствах ЗАТ «Донецьксталь – металургійний завод» впроваджена система моніторингу для попередження аварійних ситуацій на основі підходів OHSAS 18001:1999 з використанням автоматизованої аналітичної бази даних «Ресурс». У системі Мінрегіонбуду України на базі ДонЦТБ ВАТ «Укрінсталькон ім. В. М. Шимановського» створена експериментальна база з контролю якості протикорозійних покриттів за вимогами міжнародних стандартів (EN ISO). Обґрунтований порядок розрахунків на корозійну стійкість, довговічність і ремонтпридатність за граничними станами для завдання регламентних вимог до ресурсу будівельних об'єктів за показниками рівня корозійної небезпеки. Розроблена система оцінювання ризику при продовженні ресурсу сталевих конструкцій включає характеристики рівня уразливості та загроз, груп відповідальності об'єктів по технологічній безпеці [3]. Для ухвалення рішення про можливість подальшої експлуатації за розрахунковим терміном служби встановлені регламентні процедури діагностики і моніторингу будівельних конструкцій в агресивних середовищах. Для створення єдиного підходу до державної системи підготовки, перепідготовки і атестації фахівців – експертів з питань технологічної безпеки конструкцій будівель виконується розробка навчально-методичного забезпечення на базі кафедри «Будівництво, технічна експлуатація і реконструкція» Приазовського державного технічного університету (м. Маріуполь).

Практичний досвід реалізації Державної програми «Ресурс» в Донбасі дозволяє сформулювати регіональну концепцію захисту металоконструкцій будівель та споруд від корозії, що включає наступні основні етапи:

1. Встановлення контрольних функцій державних органів для об'єктів інфраструктури і виробничих фондів за рівнями корозійної небезпеки в галузі забезпечення якості протикорозійного захисту конструкцій будівель та споруд.

2. Переклад наглядних функцій на принципи добровільного підтвердження власником (декларація відповідності) якості будівельних об'єктів і технологічної безпеки виробничих фондів на основі загальноприйнятих підходів управління якістю стандартів ІСО.

3. Побудова системи територіальних (корпоративних) нормативних документів у формі технічних регламентів з технологічної безпеки і застосуванням, розроблених власником на доб-

ровільній основі, стандартів підприємств і документованих процедур з технічного обслуговування конструкцій будівель і споруд за фактичним станом з урахуванням встановлених рівнів корозійної небезпеки.

4. Регулювання якості продукції, будівельних об'єктів і безпеки виробничих фондів саморегульованими організаціями (корпораціями), створюваними бізнесом для запобігання корозійним втратам, підвищенню ефективності заходів щодо продовження ресурсу і захисту від корозії конструкцій, будівель і споруд.

5. Створення інноваційно-інвестиційного механізму регулювання ринку матеріалів і технологій, заснованого на управлінні якістю протикорозійного захисту за критерієм корозійної небезпеки, проектно-розрахунковому обґрунтуванні заходів первинного і вторинного захисту з використанням підходів методу граничних станів.

6. Розробку інформаційно-аналітичних систем і баз даних з діагностики і моніторингу корозійних руйнувань, раціональному проектуванню засобів і методів протикорозійного захисту.

7. Створення єдиної державної системи підготовки, перепідготовки і атестації кадрів з технологічної безпеки і захисту від корозії об'єктів інфраструктури і виробничих фондів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Корольов, В. П., Удосконалення нормативних вимог до засобів і методів протикорозійного захисту будівельних металоконструкцій [Текст] / В. П. Корольов, О. М. Гібаленко, О. М. Шевченко // Будівництво України. – 2003. – № 7. – С. 19-23.
2. Корольов, В. П., Гібаленко О.М., Шевченко О.М. Оцінка надійності та вибір засобів захисту від корозії сталевих конструкцій на стадії виготовлення [Текст] / В. П. Корольов, О. М. Гібаленко, О. М. Шевченко // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: зб. наук. праць. – Вип. 8. – Львів: Каменяр, 2009. – С. 23-34.
3. Корольов, В. Оцінка та управління ризиками корозійної небезпеки за даними моніторингу стану протикорозійного захисту конструкцій будівель та споруд [Текст] / В. Корольов, О. Гібаленко, П. Корольов, В. Суярко. – (Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів) // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – Вип. 8, т.2. – Львів, 2010. – С. 575-580.

Надійшла до редколегії 12.06.2011.

Прийнята до друку 17.06.2011.