

УДК 691.629; 666.29

Висоцька Л.М., ПП «Руслан та Людмила», м. Київ,
к.т.н., доцент Савенко В. І., Савенко С. С.

Київський національний університет будівництва і архітектури

д.т.н, професор Фіалко Н.М.,

Київський національний технічний університет «КПІ»

д.т.н. Фаренюк Г.Г.,

ДП Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, м. Київ

к.т.н., доцент Кислюк Д.Я.,

Луцький національний технічний університет

БОРОТЬБА З КОРОЗІЄЮ МЕТАЛІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ ЗАСОБАМИ І ТЕХНОЛОГІЯМИ

Корозія приводить до мільярдних збитків щорічно, які полягають у виведенні з ладу виробів і машин з металу, а також у витратах по захисту і відновленню металевих виробів.

Дослідження процесів корозії дає основу стверджувати, що надійний захист від корозії це в першу чергу правильна підготовка поверхні і тільки потім якісний шар герметиків, фарб або інших типів покриття.

Екологічно чиста речовина рослинного походження запатентована і випробувана з назвою «Консервант-модифікатор перетворювач-трунт іржі «КОНТРАСТ» є ефективним засобом блокування джерел (іржавіння) корозії і підготовки поверхонь до захисних покриттів.

Ключові слова: КОНТРАСТ, корозія, іржа, захисні покриття, екологія.

Вступ. Величезні затрати на заміну чи відновлення вражених корозією металевих частин, деталей машин і устаткування, конструкцій будівель і виробів широкого вжитку спонукають людство до пошуків засобів захисту від корозії. Дослідження і досвід багаторічної експлуатації металевих виробів показують, що найважливішим моментом у захисті і запобіганні корозії є надійна і правильна підготовка поверхонь металів до пофарбування. Легше і надійніше запобігти процесу корозії, ніж зупинити і відновити вражені деталі і вироби.

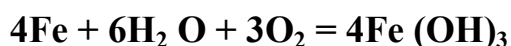
Постановка проблеми. Вивчення видів корозії і процесів, що випробуються при початку і в ході коронування металів для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару) на поверхні до пофарбування під якою неможливий початок корозії під захисним шаром.

Аналіз публікації. Відомо багато досліджень процесів корозії і улаштування захисних покриттів. Існує також багато речовин для очистки поверхонь, інгібіторів, напилень, домішок і т.п. Екологічно безпечних, ефективних засобів рослинного походження не представлено. Є вже запатентований перетворювач «CONTRRUST» Патент № (11) 61544, автор Висоцька Л.М. Але технологія його застосування і просування на ринку ще іде досить повільно.

Цілі статті. Популяризація перетворювача іржі «КОНТРАСТ» і поширення нових технологій захисту металів від корозії екологічно безпечним способом, способом упередження початку процесів корозії з наступним захисним пофарбування поверхні.

Корозія – це руйнування металів в результаті хімічної або фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем. У загальному випадку це руйнування будь-якого матеріалу, будь то метал або кераміка, дерево або полімер. Причиною корозії служить термодинамічна нестійкість конструкційних матеріалів до впливу речовин, що знаходяться в контактному середовищі.

Наприклад, киснева корозія заліза у воді:

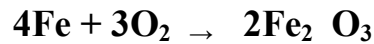


Гідратований оксид заліза $\text{Fe}(\text{OH})_3$ і є тим, що називають іржею.

Корозія металів – руйнування металів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії з корозійної середовищем. Для процесу корозії слід застосовувати термін «корозійний процес», а для результату процесу – «корозійне руйнування». Утворення гальванічних пар з користю застосовують для створення батарей і акумуляторів. З іншого боку утворення такої пари призводить до несприятливого процесу, жертвою якого стає цілий ряд металів, - корозії.

Під корозією розуміють що процес відбувається на поверхні електрохімічне або хімічне руйнування металевого матеріалу. Найбільш часто при корозії метал окислюється з утворенням іонів металу, які при подальших перетвореннях дають різні продукти корозії. Корозія може бути викликана як хімічними, так і електрохімічним процесом. Відповідно, розрізняють хімічну й електрохімічну корозію металів.

Хімічна корозія – взаємодія поверхні металу з корозійно-активним середовищем, не супроводжується виникненням електрохімічних процесів на межі фаз. У цьому випадку взаємодії окислення металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають в одному акті. Наприклад, утворення окалини при взаємодії матеріалів на основі заліза при високій температурі з киснем:

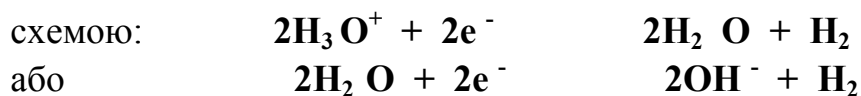


При електрохімічній корозії іонізація атомів металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають не в одному акті та їх швидкості залежать від електродного потенціалу металу (наприклад, іржавіння сталі в морській воді).

При зіткненні двох металів з різними окислювально-відновними потенціалами і зануренні їх у розчин електроліту, наприклад, дощової води з розчиненим вуглекислим газом CO_2 , утворюється гальванічний елемент, так званий корозійний елемент. Він являє собою не що інше, як замкнуту гальванічну клітинку. У ній відбувається повільне розчинення металевого матеріалу з більш низьким окислювально-відновним потенціалом, другий електрод у парі, як правило, не кородує. Цей вид корозії особливо притаманний металам з високими негативними потенціалами. Так, зовсім невеликої кількості домішки на поверхні металу з великим редокс-потенціалом достатньо для виникнення корозійного елемента. Особливо вразливі місця зіткнення металів з різними потенціалами, наприклад, зварювальні шви або заклепки. Якщо розчиняється електрод корозійно-стійкий, процес корозії сповільнюється. На цьому засновано захист залізних виробів від корозії шляхом оцинкування – цинк має більш негативний потенціал, ніж залізо, тому в такій парі залізо відновлюється, а цинк повинен кородувати.

Однак у зв'язку з утворенням на поверхні цинку оксидної плівки процес корозії значно сповільнюється.

Якщо відбувається відновлення іонів H_3O^+ або молекул води H_2O , говорять про водневу корозію або корозію водневою деполяризацією. Відновлення іонів відбувається за такою



Якщо водень не виділяється, що часто відбувається в нейтральному або сильно лужному середовищі, відбувається відновлення кисню і тут говорять про кисневу корозію або корозію з кисневою деполяризацією:



Може утворюватися не тільки при зіткненні двох різних металів. Корозійний елемент одного металу, якщо, наприклад, структура поверхні неоднорідна.

Корозія приводить 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 корозією. Ось чому щорічні втрати від неї в промислово розвинених країнах настільки великі. Справжні збитки від неї не можна визначити, оцінивши лише прямі втрати, до яких відносяться вартість зруйнованої конструкції, вартість заміни обладнання, витрати на заходи по захисту від корозії. Ще більшої шкоди становлять непрямі втрати. Це простої устаткування при заміні прокородованих деталей і вузлів, витік продуктів, порушення технологічних процесів.

Ідеальний захист від корозії на 80% забезпечується правильною підготовкою поверхні, і лише на 20% якістю використовуваних лакофарбових матеріалів і способом їх нанесення. Найбільш продуктивним і ефективним методом підготовки поверхні перед подальшим захистом субстрату є абразивоструменеве очищення. Воно ж є і найбільш трудомістким і технологічно складним.

Розрізняють три напрями методів захисту від корозії:

1. Конструкційний.
2. Активний.
3. Пасивний

Для запобігання корозії в якості конструкційних матеріалів застосовують нержавіючі сталі, кортеновські сталі, кольорові метали. При проектуванні конструкції намагаються максимально ізолювати від попадання корозійного середовища, застосовуючи клеї, герметики, гумові прокладки.

Активні методи боротьби з корозією спрямовані на зміну структури подвійного електричного шару. Застосовується накладення постійного електричного поля за допомогою джерела постійного струму, напруга вибирається з метою підвищення електродного потенціалу захищається металу. Інший метод - використання жертвовного анода, більш активного матеріалу, який буде руйнуватися, оберігаючи захищається виріб. Як захист від корозії може застосовуватися нанесення будь якого покриття, яке перешкоджає утворенню корозійного елемента (пасивний метод).

Барвисте покриття, полімерне покриття і емалювання повинні, дозволяють насамперед, запобігти доступу кисню і вологи. Часто також застосовується покриття сталі іншими металами, такими як цинк, олово, хром, нікель. Цинкове покриття захищає сталь навіть коли покриття частково зруйновано. Цинк має більш негативний потенціал і кородує першим. Іони Zn^{2+} токсичні. При виготовленні консервних банок застосовують жерсть, покриту шаром олова. На відміну від оцинкованої бляхи, при руйнуванні шару олова

кородують посилено, як залізо, так і олово, бо воно має більш позитивний потенціал. Інша можливість захистити метал від корозії застосування захисного електрода з великим негативним потенціалом, наприклад, з цинку або магнію. Для цього спеціально створюється корозійний елемент. Захищається, метал виступає в ролі катода, і цей вид захисту називають катодним захистом. Розчиняється електрод, який називають анодом протекторного захисту. Цей метод застосовують для захисту від корозії морських суден, мостів, котельних установок, розташованих під землею труб.

Якщо порівняти потенціали цинку і магнію з залізом, вони мають більш негативні потенціали. Але при цьому кородують вони повільніше внаслідок утворення на поверхні захисної оксидної плівки, яка захищає метал від подальшої корозії. Утворення такої плівки називають пасивацією металу. У алюмінію її підсилюють анодним окисленням (анодування). При додаванні невеликої кількості хрому в сталь на поверхні металу утворюється оксидна плівка. Вміст хрому в нержавіючій сталі – більше 12 відсотків. Для експлуатації металовиробів в агресивних середовищах, необхідна більш стійкий антикорозійний захист поверхні металовиробів.

Термодифузійне цинкове покриття є анодним по відношенню до чорних металів і електрохімічно захищає сталь від корозії. Воно володіє міцним зчепленням (адгезією) з основним металом за рахунок взаємної дифузії заліза і цинку в поверхневих інтерметалітних і деформаціях оброблених виробів.

Дифузійне цинкування, здійснюване з парової або газової фази при високих температурах (375 – 850° С), або з використанням розрідження (вакууму) – при температурі від 250 °С, застосовується для покриття кріпильних виробів, труб, деталей арматури і ін. конструкцій. Значно підвищує стійкість сталевих, чавунних виробів у середовищах, що містять сірководень (в т.ч. проти сірководневого корозійного розтріскування), промислової атмосфері, морській воді та ін. Товщина дифузійного шару залежить від температури, часу, способу цинкування і може становити 0,01 - 1,5 мм. Сучасний процес дифузійного цинкування дозволяє утворювати покриття на різьбових поверхнях кріпильних виробів, без утруднення їх наступного закручення.

Мікротвердість шару покриття $H_u = 4000 - 5000$ МПа. Дифузійне цинкове покриття також значно підвищує жаростійкість сталевих і чавунних виробів, при температурі до 700 °С. Можливе отримання легованих дифузійних цинкових покриттів, що застосовується для підвищення їх службових характеристик.

Цинкування - це процес нанесення цинку або його сплаву на металевий виріб для додання його поверхні певних фізико-хімічних властивостей, у першу чергу високого опору корозії. Цинкування – найбільш поширений і

економічний процес металізації, застосований для захисту заліза і його сплавів від атмосферної корозії. На ці цілі витрачається приблизно 40% світового видобутку цинку. Товщина покриття повинна бути тим більша, чим агресивніше навколишнє середовище і чим довший передбачуваний термін експлуатації. Цинкуванню піддаються сталеві листи, стрічка, дріт, кріпильні деталі, деталі машин і приладів, трубопроводи та ін. металоконструкції. Декоративного призначення цинкове покриття зазвичай не має, деяке поліпшення товарний вигляд набуває після пасивування оцинкованих виробів у хроматних, або фосфатних розчинах, що додають покриттям райдужного забарвлення. Найбільш широко використовується оцинкована смуга, що виготовляється на автоматизованих лініях гарячого цинкування, тобто методом занурення в розплавленій цинк. Методи розпилення і металізація дозволяють покривати вироби будь-якого розміру (наприклад, щогли електропередач, резервуари, мостові металоконструкції, дорожні огороження). Електролітичне цинкування ведеться в основному з кислих і лужно-ціанистих електролітах, спеціальні добавки дозволяють отримувати блискучі покриття.

Для боротьби з корозією використовують також методи газотермічного напилення. За допомогою газотермічного напилення на поверхні металу створюється шар з іншого металу (сплаву, що володіє більш високою стійкістю до корозії (ізолюючий) або навпаки менш стійкий (протекторний). Такий шар дозволяє зупинити корозію, захистити метал. Суть методу така: газовим струменем на поверхню виробу на величезній швидкості наносять частки металевої суміші, в результаті чого утворюється захисний шар товщиною від десятків до сотень мікрон. Газотермічне напилення також застосовується для продовження життя зношених вузлів устаткування: від відновлення рульової рейки в автосервісі до нафтовидобувних компаній. Використання таких захисних покриттів чорних металів іншими металами для електрохімічного захисту, а також захист шляхом «напилення» на рівні нанотехнологій на поверхні металовиробів, різного виду опромінення потребують спеціальних технологій, досить складного устаткування, матеріалів трудовитрат і часто роботи по захисту металовиробів перевищують вартість виготовлення нових деталей для заміни вражених корозією зношених частин.

Крім того, набуло особливого значення питання екологічної безпеки як в процесі виконання робіт, так і в процесі експлуатації та наступної утилізації виробів. Все це шкідливі для людини і навколишнього середовища процеси.

Створення екологічно безпечних матеріалів і технологій з використанням природної рослинного походження органічної сировини новий напрямок в питанні боротьби з корозією чорних металів. З метою блокування мікроскопічних можливих центрів корозії підвищення перетворюючої здатності

покриваючої речовини і знищення джерел корозії в тілі металу і в мікропорах було створено і запатентовано (Патент № (11) 61544 автор Висоцька Л.М.) рідкий водний композиційний матеріал – перетворювач іржі «Контраст», універсальний антикорозійний засіб на основі спеціальних дубильних речовин і харчових високомолекулярних кислот густиною $>1,4\text{г/СМ}^3$ з температурою кипіння $> 210\text{ }^\circ\text{C}$ з розчинністю в органічних речовинах: етиловому спирті, етиловому ефірі, хлороформі. Спеціально підібраний склад цього матеріалу дозволяє перетворювати іржу товщиною 100 – 300 мкм в захисну антикорозійну плівку–грунт, яка надійно блокує залишкову іржу в мікропорах і припиняє процес корозії і руйнування металу.

Єдиним виробником консерванта-модифікатора-грунту-перетворювача іржі «КОНТРАСТ» є Приватне підприємство «Руслан та Людмила» у відповідності до умов ДСТУ 4372-2005 (розробником якого є ПП «Руслан і Людмила та Асоціація «Лісові ресурси»).

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» є повноцінним матеріалом, який має дифузійні властивості і зв'язує іржу на поверхні металу в складну металоорганічну сполуку, що одержується після реакції оксидів заліза з високомолекулярними кислотами. Металоорганічні сполуки вступають в реакцію з дубильними речовинами на холоді при $10\text{-}20^\circ\text{C}$ з утворенням темно-синьої плівки з середньою товщиною 35-40 мікрметрів, яка пасивує розвинуту поверхню заліза навіть при наявності доступу кисню в вологому середовищі при відносній вологості повітря вище 75%, під якою відсутній осмос.

Реакція компонентів протікає на протязі двох годин.

Подальші шари покриттів наносяться відразу після висихання модифікатора, а в місцях підвищеної вологості відразу після нанесення «КОНТРАСТ» під покриття, які наносяться на вологу поверхню. Застосовується на різного виду металокопструкціях, зокрема незамінний при обробці металокопструкцій складної конфігурації (спортивні споруди, при консервуванні та відновленні об'єктів будівництва, арматура під сендвіч-панелями, вузли, при будівництві і ремонті магістральних трубопроводів перед установкою підсилюючих елементів і ін.)

Головна перевага модифікатора-перетворювача-консерванта-грунту в тому, що він екологічно чистий, виготовлений на рослинній основі, всі компоненти 3 та 4 ступеня безпеки, не горючий, не токсичний, не канцерогенний, може стикатися з питною водою, до максимуму виключає піскоструменеве і дробоструменеве очищення, закріплює окалину, замінює міжопераційний і перший шар грунту, розчинником є вода що містить срібло, блокує центри корозії за рахунок дифузійних властивостей, незамінний при боротьбі з щільною корозією, не потрібний змив, знежирення поверхні

(знежирюються тільки локальні місця), знепилювання, скорочуються терміни перебування металокопункції в ремонті і трудовитрати, підходить під будь-які системи покриттів (ізоляція, герметизація, в залізобетоні, під сандвіч-панелі, під системи лакофарбних покриттів і так далі), простий в застосуванні (навіть у польових умовах), наноситься зручним способом, модифікація іржі і утворення антикорозійної захисної плівки-грунту відбувається за рахунок органічних сполук. Витрата «КОНТРАСТ» на 1 кв.м. поверхні 60 – 100 мл.

Металокопункції і металопродукт прокородований до 100 мкм може оброблюватись модифікатором «КОНТРАСТ» для консервації на складах, зокрема можуть оброблюватись кінці арматури на період транспортування. Антикорозійна захисна плівка-грунт, що утворилася, позитивно впливає на рідко текучість зварювальної ванни шва, не утворюючи пір (висновок НДІ ім. Патона, м. Київ), є незамінна при реставрації, модернізації, реконструкції і відновленні довгобудів.

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» дозволяє уникнути необхідності в похованні відходів, що отримуються в ході очищення поверхонь отруйними ЛФМ, утворюють гідроізоляцію і улаштування деформаційних швів мостів, естакад. Захист портових конструкцій і споруд, берегових основ і ґрунтів, підготовку поверхні без застосування піскоструменя, та використання турбофрези. А також продовжує термін служби об'єктів, забезпечує захист від загоряння, чистоту і екологічність свого застосування, не надаючи негативної дії на здоров'я людини і навколишнє середовище в цілому.

Численні перевірки і випробування запропонованого матеріалу і технології виконання робіт проведені МОЗ України, Міністерством охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України, НАН України. Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона, фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка, Міноборони України, Мінагрополітики України, та ін. підтвердили ефективність запропонованого напрямку боротьби з корозією.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4372:2005 «Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги». м. Київ:2006р. С.30
2. Патент №(11) 61544 «Перетворювач іржі «Контраст» Висоцька Л.М. 2003р.
3. Висоцька Л.М. „Преобразователь ржавчины «Контраст» - надежная защита от коррозии”: Журнал „Винахідник і раціоналізатор” №4. м. Київ: 2010 р. С.4-9.
4. Савенко В.І., Висоцька Г.Ф., Кислюк Д.Я., Коваль Л.В. Консервант-модифікатор претворювач-грунт іржі «Контраст» // "Сучасні технології та

методи розрахунків у будівництві": збірник тез доповідей всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих учених та студентів, 21–23 листопада 2013 р., м. Луцьк – Луцьк: РВВ Луцький НТУ, 2013. с. 96 – 98.

АННОТАЦІЯ

Екологічески чистое вещество растительного происхождения запатентовано и испытано с названием «Консервант-модификатор преобразователь-грунт ржавчины «КОНТРАСТ» является эффективным средством блокировки источников (ржавчина) коррозии и подготовки поверхностей к защитным покрытиям.

Ключевые слова: КОНТРАСТ, коррозия, ржавчина, защитные покрытия, экология.

ANNOTATION

Ecologically the clean matter of phylogenous is patented and tested with the name «Conservative - modifier of transformer of blight is soil «CONTRAST» is the effective mean of blocking of sources (corroding) of corrosion and preparation of surfaces to sheeting.

Keywords: CONTRAST, corrosion, blight, sheeting, ecology.