

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Отенко И.П.* Основные аспекты реструктуризации промышленных предприятий / И.П.Отенко, Н.А.Москаленко // *Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць Дніпропетровського національного університету.* – 2004. – Вип. 197. – Т.1. – С. 180–185.
2. *Терещенко О.О.* Фінансові доміанти реструктуризації підприємств / О.О.Терещенко, Н.В. Волошанюк // *Фінанси підприємств.* – 2009. – №4. – С. 82–90.
3. *Аистова М.Д.* Реструктуризация предприятий: вопросы управления. Стратегии, координация структурных параметров, снижение сопротивления преобразованиям / М.Д.Аистова. – М.: Альбина Паблицер, 2002. – 287с.
4. *Мазур И.И., Шапиро В.Д.* Реструктуризация предприятий и компаний / И.И.Мазур, В.Д.Шапиро. – М.: Экономика, 2001. – 456 с.
5. *Хаммер М.* Реінжиніринг корпорації: маніфест революції в бізнесі / М. Хаммер, Д. Чампі. – СПб., 2000. – 332 с.
6. *Юн Г.Б.* Зовнішнє управління на неспроможнім підприємстві: [навч. практ. посібн.] / Г.Б.Юн, Г.К.Таль, В.В.Григор'єв. - М.: Справа, 2008. - 656 с.
7. *Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом: [Електронний ресурс] / Закон України від 30.06.1999 №784-XIV.* – Режим доступу: <http://zakon1.Rada.gov.ua>.

*Стаття надійшла 10.03. 2014 р.*

**УДК 624.012**

**В.І.Савенко,  
Н.М. Фіалко,  
Аднан Абделхамід ХаїлАбуСал.,  
Л.М.Висоцька**

## **ЕФЕКТИВНА БОРОТЬБА З КОРОЗІЄЮ МЕТАЛІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ ЗАСОБАМИ**

### *АНОТАЦІЯ*

*Корозія призводить до мільярдних збитків щорічно, які полягають у виведенні з ладу виробів і машин з металу, а також у витратах на захист і відновлення металевих виробів.*

*Дослідження процесів корозії обґрунтовує висновок, що надійний захист від корозії – це, насамперед, правильна підготовка поверхні і тільки потім'якісний шар герметиків, фарб або інших типів покриття.*

*Екологічно чиста речовина рослинного походження «КОНТРАСТ» запатентована і випробувана, є ефективним засобом блокування джерел (іржавіння) корозії і підготовки поверхонь до захисних покриттів.*

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

#### АННОТАЦИЯ

*Коррозия приводит к миллиардным убыткам ежегодно, которые заключаются в выведении из строя изделий и машин из металла, а также в затратах на защиту и восстановление металлических изделий.*

*Исследование процессов коррозии дает обоснование для утверждения, что надежная защита от коррозии – это, в первую очередь, правильная подготовка поверхности и только потом защитный слой герметиков, красок или других типов покрытия.*

*Экологически чистое вещество растительного происхождения «КОНТРАСТ», запатентованное и испытанное, является эффективным средством блокирования очагов коррозии (ржавчины) и подготовки поверхностей к защитным покрытиям.*

**Ключевые слова:** «КОНТРАСТ», коррозия, ржавчина, защитные покрытия, экология.

#### ABSTRACT

*Corrosion leads to millions of dollars losses every year, because corrosion (rust) puts out of action cars and products from metal. Protection and updating of metal products demands additional expenses also.*

*Research of processes of corrosion gives the ground to claim, that reliable protection against corrosion is: first of all – correct preparation of a surface, and after that, quality layer of sealants, paints or other types of covering.*

*Environmentally friendly substance of phytogenesis is patented and tested under the name «CONTRAST». This substance is an effective remedy of blocking of sources of corrosion (rust), This substance is very good for preparation of surfaces for sheetings also.*

**Key words:** «CONTRAST», corrosion, rust, protection sheeting, ecology.

**Вступ.** Величезні витрати 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 випробовуються на початку і в ході коронування металів для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару), під якою є неможливим початок корозії на поверхні до пофарбування під захисним шаром.

**Аналіз публікації.** Відомо багато досліджень процесів корозії і влаштування 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 проходить повільно, з об'єктивних і суб'єктивних причин – через недобросовісну конкуренцію, некомпетентність, корупцію і т.д.

**Мета 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 у наслідок хімічної або фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Загалом – це руйнування будь-якого матеріалу; металу або кераміки, дерева або полімеру. Причиною корозії служить термодинамічна нестійкість конструкційних матеріалів до впливу речовин, що знаходяться в контактному середовищі.

Наприклад, киснева корозія заліза у воді:  $4\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$   
Гідратований оксид заліза  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  і є тим, що називається іржею.

Корозія металів – руйнування металів унаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії з корозійним середовищем. Для процесу корозії слід застосовувати термін «корозійний процес», а для результату процесу – «корозійне руйнування». Утворення гальванічних пар використовують 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 процес електрохімічного або хімічного руйнування, який відбувається на поверхні металевого матеріалу. Найчастіше при корозії метал окислюється з утворенням іонів металу, які при подальших перетвореннях дають різні продукти корозії. Корозія може бути викликана як хімічним, так і електрохімічним процесом. Відповідно, розрізняють хімічну й електрохімічну корозію металів.

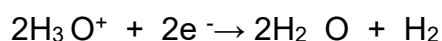
Хімічна корозія – взаємодія поверхні металу з корозійно-активним середовищем, не супроводжується виникненням електрохімічних процесів на межі фаз. У цьому випадку взаємодії окиснення металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають в одному акті. Наприклад, утворення окалини при взаємодії матеріалів на основі заліза при високій температурі з киснем:  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

У випадку електрохімічної 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).

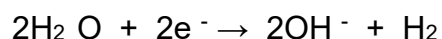
Під час зіткнення двох металів з різними окислювально-відновними потенціалами і зануренні їх у розчин електроліту, наприклад, дощової води з розчиненим вуглекислим газом CO<sub>2</sub>, утворюється гальванічний елемент, так званий корозійний елемент. Він являє собою замкнуту гальванічну клітинку. У ній відбувається повільне розчинення металевого матеріалу з більш низьким окислювально-відновним потенціалом, другий електрод у парі, зазвичай, не кородує. Цей вид корозії здебільшого притаманний металам з високими негативними потенціалами. Так, зовсім невеликої кількості домішки на поверхні металу достатньо для виникнення корозійного елемента. Найвразливіші місця зіткнення металів з різними потенціалами, наприклад, зварювальні шви або заклепки. Якщо розчиняється електрод корозійно стійкий, процес корозії сповільнюється. На цьому засновується 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 окисної плівки процес корозії значно сповільнюється.

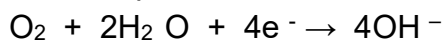
Якщо відбувається відновлення іонів H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> або молекул води H<sub>2</sub>O, говорять про водневу корозію або корозію водневою деполяризацією. Відновлення іонів відбувається за такою схемою:



або



Якщо водень не виділяється, що часто трапляється в нейтральному або міцному лужному середовищі, відбувається відновлення кисню, тоді говорять про кисневу корозію або корозію з кисневою деполяризацією:



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

Корозія щорічно призводить 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, оцінюючи лише прямі втрати, до яких відносяться вартість зруйнованої конструкції, вартість заміни обладнання, витрати на заходи по захисту від корозії. Ще більшої шкоди завдають непрямі втрати – це прості

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. Найпродуктивнішим і найефективнішим методом підготовки поверхні перед подальшим захистом субстрату є абразивоструйне 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, мартенівські сталі, кольорові метали. Конструкції під час проектування намагаються максимально ізолювати від корозійного середовища, застосовуючи клеї, герметики, гумові прокладки.

Активні методи боротьби з корозією спрямовані на змінення структури подвійного електричного шару. Для цього застосовується накладення постійного електричного поля за допомогою джерела постійного струму, напругу обирають з метою підвищення електродного потенціалу металу. Інший метод – використання жертвовного анода, більш активного матеріалу, який буде руйнуватися, зберігаючи виріб. В якості захисту від корозії може застосовуватися нанесення будь якого покриття, що перешкоджає утворенню корозійного елемента (пасивний метод).

Барвисте покриття, полімерне покриття і емалювання, 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. Для консервних банок застосовують жерсть, вкриту шаром олова. На відміну від оцинкованої бляхи, коли руйнується шар олова, кородують посилено як залізо, так і олово, бо воно має більш позитивний потенціал. Інша можливість захистити метал від корозії – це застосування захисного електрода з великим негативним потенціалом, наприклад, з цинку або магнію. Для цього спеціально створюється корозійний елемент, 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, котельного устаткування, розташованих під землею труб. Для захисту корпусу судна на зовнішню сторону корпусу кріплять цинкові пластинки.

Якщо порівняти потенціали цинку і магнію з залізом, вони мають більш негативні потенціали. Але при цьому кородуються вони повільніше, внаслідок утворення на поверхні захисної оксидної плівки, яка захищає метал від

подальшої корозії. Утворення такої плівки називають пасивацією металу. В алюмінії її підсилюють анодним окисленням (анодування). Коли додають невелику кількість хрому до сталі, на поверхні металу утворюється оксидна плівка. Вміст хрому в нержавіючій сталі більше ніж 12 відсотків. Для експлуатації металовиробів в агресивних середовищах, більш стійкий антикорозійний захист поверхні металовиробів є необхідним.

Термодифузійне цинкове покриття є анодним по відношенню до чорних металів і електрохімічно захищає сталь від корозії. Йому властиве міцне зчеплення (адгезія) з основним металом за рахунок взаємної дифузії заліза і цинку в оброблених виробах.

Дифузійне цинкування, яке здійснюється в паровій або газовій фазі за високих температур (375 – 850° С), або з використанням розрідження (вакууму) – за температури від 250 °С, застосовується для покриття кріпильних виробів, труб, деталей арматури та ін. конструкцій. Воно значно підвищує стійкість сталевих, чавунних виробів у середовищах, що містять сірководень (в т.ч. проти сірководневого корозійного розтріскування), в промисловій 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 згвинчування.

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

Цинкування – це процес нанесення цинку або його сплаву на металевий виріб, щоб надати його поверхні певних фізико-хімічних властивостей, насамперед високого опору корозії. Цинкування – найпоширеніший і найекономічніший процес металізації, що застосовують для захисту заліза і його сплавів від атмосферної корозії. На це 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, товарний вигляд трохи покращується після пасивування оцинкованих виробів у хроматних або фосфатних розчинах, що додають покриттям райдужного забарвлення. Найширше використовується оцинкована смуга, що виготовляється на автоматизованих лініях гарячого цинкування, тобто методом занурення в розплавлений цинк. Методи розпилення і металізація дозволяють покривати вироби будь-якого розміру (наприклад, щогли електропередач, резервуари, мостові металоконструкції, дорожні

огороження). Електролітичне цинкування проводиться переважно в кислих і лужно-ціанистих неелектролітах, 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, стійкішому до корозії (ізолюючий) або, навпаки, менш стійкого (протекторний). Такий шар дозволяє зупинити корозію, захистити метал. Суть методу така: газовим струменем на поверхню виробу на величезній швидкості наносять частки металевої суміші, завдяки чому 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. Виконання 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. Часто роботи по захисту металовиробів перевищують вартість виготовлення нових деталей для заміни вражених корозією зношених частин.

Крім того, особливого значення набуло 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 напрям в питанні боротьби з корозією чорних металів. З метою блокування ймовірних мікроскопічних 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, перетворювачі ржі «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 – ґрунт, який надійно блокує залишкову іржу в мікропорах і припиняє процес корозії і руйнування металу.

Єдиним виробником консерванта-модифікатора-ґрунта-перетворювача іржі «КОНТРАСТ» є приватне підприємство «Руслан та Людмила» згідно з ДСТУ 4372-2005 (розробником якого є ПП "Руслан та 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 у реакцію з дубильними речовинами на холоді за 10 – 20°C з утворенням темно-синьої плівки, з середньою товщиною 35 – 40 мкм, яка пасивує розвинуту поверхню заліза, навіть за наявності доступу кисню у вологому середовищі за відносної вологості повітря вище ніж 75%, під якою відсутній осмос.

Реакція компонентів протікає впродовж двох годин.

Подальші шари покриттів наносяться одразу після висихання модифікатора, а в місцях підвищеної вологості – одразу після нанесення «КОНТРАСТ» під покриття, які наносяться на вологу поверхню. Застосовується на різного виду металокопункціях, зокрема, він є незамінним коли обробляють металокопункції складної конфігурації (спортивні споруди, під час консервування та відновлення об'єктів будівництва, арматура під сендвіч-панелями, вузли, під час будівництва і ремонту магістральних трубопроводів, перед установкою підсилюючих елементів та ін.)

Головні переваги модифікатора-перетворювача-консерванта-ґрунту в тому, що він: екологічно чистий, виготовлений на рослинній основі, усі компоненти 3 та 4 ступеня небезпеки, негорючий, нетоксичний, неканцерогенний, може стикатися з питною водою, до максимуму виключає піскоструменеве і дробоструменеве очищення, закріплює окаліну, замінює міжопераційний і перший шар ґрунту. Його розчинником є вода, що містить срібло, блокує центри корозії за рахунок дифузійних властивостей, незамінний у боротьбі з щілинною корозією, не потребує змиву, знежирення поверхні (знежирюються тільки локальні місця), знепилювання, завдяки йому скорочуються терміни перебування металокопункції в ремонті і трудовитрати, підходить під будь-які системи покриттів (ізоляція, герметизація, у залізобетоні, під сендвіч-панели, під системи лакофарбних покриттів і т. д.), простий у застосуванні (навіть у польових умовах), наноситься зручним способом, модифікація іржі і утворення антикорозійної захисної плівки-ґрунту відбувається за рахунок органічних сполук. Витрата «КОНТРАСТ» на 1 кв.м. поверхні – 60 – 100 мл.

Металокопункції і металопрокат прокородований до 100 мкм, можна обробляти модифікатором «КОНТРАСТ» для консервації на складах, зокрема, можна обробляти кінці арматури на період транспортування. Антикорозійна захисна плівка-ґрунт, що утворилася, позитивно впливає на проникність шва зварювальної ванни, не утворюючи пор (висновок НДІ ім. Патона, м. Київ), є незамінним під час реставрації, модернізації, реконструкції і відновленні довгобудів.

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» дозволяє уникнути необхідності в похованні відходів, що з'являються в процесі 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 піскоструя, та використання турбофрези. А також подовжує термін служби об'єктів, забезпечує захист від загоряння, чистоту і екологічність застосування, не впливає негативно 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-механічним інститутом

ім. Г. В. Карпенка, Мінобороною України, Мінагрополітикою України та ін. підтвердили ефективність запропонованого напрямку боротьби з корозією.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ковалец С.І.* Метали та їх властивості / С.І.Ковалец. – К., 1983.
2. *Енциклопедія з матеріалознавства.* – К., 1986.
3. *Хомченко Г.П.* Неорганическая химия. / Г.П.Хомченко,И.Г. Цитович. – М.: Высшая школа,1987.
4. *Фримантл М.* Химия в действии / М.Фримантл. – М.: Мир, 1991.
5. *ТУУ 14333-082/001-98* «Перетворювач іржі «Контраст». – К., 1998.
6. *ДСТУ 4372:2005* «Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги.»-К., 2005.
7. *Патент №(11) 61544* «Перетворювач іржі «Контраст».
8. *Браун Т.* Химия в центре наук / Т. Браун, Г.Ю.Лемей. – М.: Мир,1983.
9. *Сухотина А.М.* Техника борьбы с коррозией.Том 1,-Л Химия,1978
10. *Грибель В.И.* Техника борьбы с коррозией.Том 2,-Л Химия,1980
11. *Сухотина А.М.* Коррозия и защита химической аппаратуры.Т. 1 / А.М.Сухотина. – Л.: Химия,1969.
12. *Розенфельд И.Л.* Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями / И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн, К.А. Жигалова. – М.: Химия,1987.
13. *Строкан Б.В.* Способы защиты оборудования от коррозии / Б.В. Строкан,А.М.Сухотина. – Л.: Химия, 1987.
14. *Шрайер Л.Л.* Коррозия / Л.Л.Шрайер. – М.: Металлургия,1981.
15. *Тищенко Г.П.*Применение нетоксичных и малотоксичных ингибиторов коррозии в промышленности / Г.П. Тищенко, И.Г.Тищенко, З.Г.Вихрова. – М.: НИИТЭХИМ, 1990.

Стаття надійшла 10.03.2014 р.