

*В. І. Савенко,  
к. т. н., доктор будівництва, доцент,  
Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ  
Л. М. Висоцька,  
магістр, Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ  
С. В. Федоренко,  
к. т. н., доцент, академік Академії будівництва України, доцент кафедри охорони  
праці і навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва  
та архітектури, м. Київ*

DOI: 10.32702/2306-6806.2018.10.63

## БОРОТЬБА З КОРОЗІЄЮ МЕТАЛІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ ЗАСОБАМИ

*V. Savenko,  
Ph.D., Doctor of Construction, Associate Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture  
L. Vysotskaya,  
master's degree, Kyiv National University of Construction and Architecture  
S. Fedorenko,  
PhD in Engineering sciences, docent, Academician of academy of building of Ukraine,  
Kyiv National University of Construction and Architecture*

### THE FIGHT AGAINST CORROSION OF METALS BY ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MEANS

*Корозія призводить до щорічних мільярдних збитків 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 "КОНТРАСТ" є ефективним засобом блокування джерел (іржавіння) корозії і підготовки поверхонь до захисних покриттів. Обробка поверхні металів перетворювачем CONTRRUST має переваги як перед хімічними речовинами, які зараз широко застосовуються у виробництві і при захисті металів від корозії в процесі експлуатації, бо екологічно безпечна для людей і навколишнього середовища, так і перед механічними способами очищення поверхні, такими як дробоструменева та піскоструменева обробка, бо має властивість глибоко проникати і блокувати джерела корозії у мікротріщинах і важкодоступних місцях, куди піскоструєнням дістати неможливо. Крім того, сировиною для виготовлення є нешкідливі відходи деревини. Може виготовлятися у рідкому вигляді, а в разі потреби у вигляді порошку з наступним розчиненням на місці виконання робіт, що спрощує зберігання і транспортування матеріалу. При нанесенні не потребує спеціальної ретельної підготовки, може наноситись на вологі поверхні. CONTRRUST успішно пройшов випробування в агресивному середовищі — в морській воді на морських судах, в трубопроводах.*

*Currently the losses from corrosion in industrialized countries reach up to 3—5 per cent from the national income. It mainly concerns metallurgic and chemical enterprises, oil and gas pipelines, and floating crafts, which elements and structures operate in a highly corrosive environment. The inner surface of cargo compartments, liquid ballast tanks, fuel supplies, pipelines and other structures are subject to severe corrosion under the influence of seawater and oil products with a high level of sulfur.*

*The carcass of reinforced concrete structures is of great significance since it takes in the pulling stress from the external load, providing the stability of the construction. Therefore, carcass corrosion is inadmissible. It leads to destructing the adhesion between the concrete and carcass, cracking and delaminating the protective concrete layer; moreover, it results in pre-stress losses in pre-stressed elements, which causes the destruction of buildings and structures.*

*The total damage of corrosion sums up to billions of dollars because of emergencies and ecological disasters. It is quite difficult to calculate all the losses from standstills and production decline of the equipment that is subject to corrosion, the disruption of technological processes, accidents caused by the stability decrease of metal structures, the environment pollution, payment of insurance benefits, and, finally, lethal outcomes.*

*The presence of oxygen and water on the surface of iron products results in creating iron oxides and hydroxides, which in everyday life is called rust.*

*Rust ends up in water mostly in the form of colloidal particles, but there can also be bigger particles (incrustations) — an oxide mixture. The corrosion of water lines leads to the biological contamination of water, which poses a potential threat to our health.*

*The Committee of Maritime security imposed a new requirement on the availability of corrosion protection systems in source water tanks, which are the most effective methods in any defect repair during the operation process examination.*

*A rust modifier "Contrust" has been invented by specialists and the PC "Ruslan and Lyudmila" authoring team. It has been developed as the main preventive tool for surfaces that are damaged by rust; it penetrates into the metal shell on a molecular level, blocks the rust within it, protects the surface from further rusting processes without damaging its structure.*

*"Contrust" is a universal, ecologically sound, plant-based anti-rust agent that allows us to eliminate corrosion during the construction, and operation process of metal constructions. The whole range of redox reactions results in creating a black with blue shimmer metalpolymer foil with the thickness of 30-50 um, the adhesion of 1 point (ISO 4618:2014) and impact index 50 cm (ISO 8501 — 1) on the surface of the deoxidized metal.*

*The transformative technology of "Contrust" with an average thickness of rust within 300 um results in 100 per cent of purity.*

*"Contrust" — an ultimate protection against corrosion.*

*Ключові слова: контраст, корозія, іржа, захисні покриття, екологія.*  
*Keywords: contrast, corrosion, rust, protective coatings, ecology.*

## 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, на металевих конструкціях морських кранів і т.д.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Вивчення видів корозії і процесів, що випробовуються при початку і в ході кородування металів для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару) на поверхні перед пофарбуванням. Тоді неможливий початок корозії під захисним шаром фарби чи герметика. Крім того дуже важливим є питання впливу діючої речовини на людину і довкілля з точки зору екології. Зберігання і транспортування перетворювача теж було об'єктом вивчення і розробки оптимальних способів, що безумовно пов'язано як з технологією, так і з економічною стороною процесів.

## АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ

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

## ЦІЛЬ СТАТТІ

Популяризація перетворювача КОНТРАСТ і поширення нових технологій захисту металів від корозії еко-

логічно 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 служать 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 називають іржею. Корозія металів — руйнування металів внаслідок хімічного або електрохімічної взаємодії їх з корозійним 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, що руйнуються від корозії. Під корозією розуміють процес, що відбувається на поверхні виробу електрохімічне або хімічне руйнування металу. Найбільш часто 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 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:  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

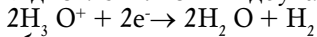
При електрохімічній корозії іонізація атомів металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають не в одному акті, а їх швидкості

залежать від електродного потенціалу металу (наприклад, іржавіння сталі в морській воді).

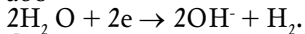
При контакті двох металів з різними окислювально-відновними потенціалами і зануренні їх у розчин електроліту, наприклад, дощової води з розчинним вуглекислим газом  $\text{CO}_2$ , утворюється гальванічний елемент, так званий корозійний елемент. Він являє собою не що інше, як замкнуту гальванічну клітинку. 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 редокспотенціалом достатньо для виникнення корозійного елементу. Особливо вразливі місця контакту 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  $\text{H}_3\text{O}^+$  або молекул води  $\text{H}_2\text{O}$ , говорять про водневу корозію або корозію водневою деполяризацією.

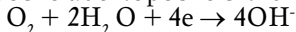
Відновлення іонів відбувається за такою схемою:



або



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 прями 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 прокорозіюваних 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 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, 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 жертвового анода, більш активного ма-

теріалу, який буде руйнуватися, оберігаючи захищається виріб.

Як захист від корозії може застосовуватися нанесення будь якого покриття, яке перешкоджає утворенню корозійного елементу (пасивний метод). Барвисте покриття, полімерне покриття і емальовання 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  $\text{Zn}^{2+}$  токсичні. При виготовленні консервних банок застосовують жерсть, покрити 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. 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. Для захисту корпусу судна на зовнішній сторону корпусу кріплять цинкові пластинки. 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. Термодифузійна цинкове покриття є анодним по відношенню до чорних металів і електро-хімічно захищає сталь від корозії. Воно володіє міцним зчепленням (адгезією) з основним металом за рахунок взаємної дифузії заліза і цинку в поверхневих інтерметалітичних і деформаціях оброблених виробів. Дифузійне цинкування, здійснюване з парової або газової фази при високих температурах (375 — 850°C), або з використанням розрідження (вакууму) — при температурі від 250°C, застосовується для покриття кріпильних виробів, труб, деталей арматури і інших конструкцій. Значно підвищує стійкість сталевих, чавунних виробів у середовищах, що містять сірководень (у т.ч. проти сірководневого корозійного розтріскування), промислової атмосфери, морської води та інш. 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  $\text{Hv} = 4000 — 5000$  МПа. Дифузійне цинкове покриття також значно підвищує жаростійкість сталевих і чавунних виробів, при температурі до 700°C. 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, застосовуваний для захисту заліза і його сплавів від атмосферної корозії. На ці цілі витрачається приблизно 40% світового видобутку цинку. Товщина покриття повинна бути чим більша, тим агресивніше навколишнє середовище і чим довший передбачуваний термін експлуатації. Цинкуванню підда-

ються сталеві листи, стрічка, дріт, кріпильні деталі, деталі машин і приладів, трубопроводи та інші металоконструкції. Декоративного призначення цинкове покриття звичайно не має, деяке поліпшення товарний вигляд набуває після пасивування оцинкованих виробів в 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 розплавлений цинк. Методом розпилення і металізація дозволяють покривати вироби будь-якого розміру (наприклад, щогли електропередач, резервуари, мостові металоконструкції, дорожні огороження). Електролітичне цинкування ведеться в основному з кислот 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, 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 наносяться частки металеві 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 роботи по захисту металовиробів перевищують вартість виготовлення нових деталей для заміни уражених 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 рослинної походження органічної сировини новий напрям у 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 Висоцька Л.М.) рідкий водний композиційний матеріал — перетворювач іржі, універсальний антикорозійний засіб на рослинній основі "Контраст". Спеціально підібраний склад цього матеріалу дозволяє перетворювати іржу товщиною 100 — 300 мкм у захисну антикорозійну плівку — грунт, яка надійно блокує залишкову іржу в мікропорах і припиняє процес корозії і руйнування металу. Консервант — модифікатор перетворювач — грунт іржі "КОНТРАСТ" випускається ПП "Руслан та Людмила" у відповідності до умов ДСТУ 4372-2005 "КОНТРАСТ" має дифузійні властивості, утворює антикорозійну захисну плівку-грунт до 40 мкм, під якою відсутній осмос. Подальші шари покриттів наносяться відразу після висихання модифікатора, а в місяць підвищеної вологості відразу після нанесення "КОНТРАСТ" під покриття, які наносяться на вологу поверхню. Застосовується на різного виду металоконструкціях, зокрема незамінний при обробці металоконструкції складної конфігурації (спортивні споруди, при консервуванні та відновленні об'єктів будівництва, арматура під сендвич-панелями, вузли, при будівництві і ремонті магістральних трубопроводів перед установкою підсилюючих елементів і інш.) Головна перевага модифікатора-перетворювача-консерванту-грунту в тому, що він екологічно

чистий, виготовлений на рослинній основі, всі компоненти 3 та 4 ступеня небезпеки, негорючий, нетоксичний, не канцерогенний, може стикатися з питною водою, до максимуму виключає піскоструменеве і дробострумневе очищення, закріплює окалину, замінює міжопераційний і перший шар ґрунту. 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 металоконструкції в ремонті і трудовитрати, підходить під будь-які системи покриттів (ізоляція, герметизація, в залізобетоні, під сендвич-панелі, під системи лакофарбних покриттів і т. ін.). 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.

Металоконструкції і металопрокат 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 текучість зварювальної ванни шва, не утворюючи пор (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 АФМ, утворюють гідроізоляцію і улаштування деформаційних швів мостів, естакад. Захист портових конструкцій і споруд, берегових основ і ґрунтів, підготовку поверхні без застосування піскоструя та дробострумневої обробки. 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.

## ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ

Практична цінність полягає в підвищенні термінів служби металевих виробів і конструкцій, які піддаються корозії та зменшенні витрат на запобігання і боротьбу з щільною корозією (найбільш руйнівного виду корозії) і можливості забезпечення екологічної безпеки людини і навколишнього середовища, суттєво зменшується трудомісткість і вартість підготовки поверхонь для нанесення антикорозійних покриттів.

Відповідність роботи пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності:

Інноваційна робота відноситься до напряму — розвитку науки і техніки на період до 2020 року — нові речовини і матеріали. На молекулярному рівні натуральними компонентами екологічно безпечними для людини і навколишнього середовища проводиться шляхом регулювання і передбачення хімічних реакцій відбувається нейтралізація джерел корозії і запобігання і захисту металів від усіх видів корозії. Впроваджено у промисловість новітня інноваційна технологія підготовки прокородованої поверхні з застосуванням "Contrrust" (технологія Ni-Tech), яка в теперішній час не має світових аналогів (звіт про міжнародний пошук справа № РСТ-ІК/511, в висновках якого: "соответству-

ют критеріям "новизна", "ізобретательський рівень", "промислова придатність").

Завдяки унікальним властивостям "Contrrust" вдалося впровадити його в багатьох галузях господарства України і за кордоном (в будівництві, машинобудуванні, суднобудуванні, житлово-комунальному господарстві, для захисту військової техніки).

Фінансово-економічні показники: (2003 — 2015 рр.)

1. Загальна вартість проекту — всього 15,0 млн грн (за реалізовану продукцію "Contrrust" — ПП "Руслан і Людмила", споживчий кредит), у тому числі:

- проведення наукових досліджень 0,5 млн грн.
- дослідно-конструкторські розробки 0,2 млн грн.
- підготовка дослідного виробництва і випуск дослідної та дослідно-промислової партії інноваційного продукту 5,0 млн грн;
- створення промислового виробництва 7,0 млн грн;
- інше — 2,3 млн грн.

2. Наявність сучасного високотехнологічного наукового обладнання та ефективність його використання у процесі впровадження інноваційної технології — дісольтвер, іонізатор, прилади контролю СЕС, спеціальний дозатор, прилади спектрального аналізу, подрібнювач тощо.

3. Джерела та умови фінансування:

- власні кошти — з 2003 по 2015р.
- інші залучені кошти — гранд #FSCX-14-60600-0

фонд CRDFGLOBAL (США).

Оцінка ефективності:

Термін окупності — 1 рік.

Індекс прибутковості — 150%.

Кількість задіяних робочих місць — 6, у т.ч. створених додатково для впровадження інноваційної технології — 3.

Інші види ефектів:

— за рахунок застосування "Contrrust" із технологічного процесу підготовки поверхні виключені піско- та дробоструменева очистки, застосування ґрунтів;

— оскільки до складу "Contrrust" входять лише природні компоненти, відсутня необхідність у заходах щодо додаткової обробки відходів та їх утилізації.

Представлена загальна характеристика новітньої технології демонструється на прикладі виробничої техніки, будівельних споруд, плавзасобів тощо, де яскраво видно різницю між необробленою "Contrrust" поверхнею і обробленою без зняття іржі відомими засобами.

Будівництво ресторану на морі в місті Сочі з використанням старої нафтової платформи в вигляді фундаменту.

Нанесення модифікатора "Contrrust" модифікації "А" (готового до застосування), при антикорозійному захисті і підготовці поверхні під систему лакофарбового покриття, проходила щітками, розпилювачами, шприцями (при забризкуванні в щілини) і безповітряним розпилюванням.

## ВИСНОВКИ

1. Запропоновано і впроваджено у промисловість новітню технологію підготовки прокородованої поверхні з застосуванням модифікатора іржі "Contrrust" (технологія "hi-tech"), яка в теперішній час не має світових аналогів.

2. На основі проведених досліджень розроблено раціональну технологію підготовки поверхні при нанесенні різних типів лакофарбових покриттів на металоконструкції різного технологічного призначення.

3. За результатами досліджень встановлено, що при застосуванні "Contrrust" та покриття на основі бітумно-латексних емульсій та інших покриттів розроблено складу поверхні не потребують ретельної підготовки перед нанесенням (ступінь D).

4. Досліджено фізико-механічні властивості покриттів на основі водної бітумно-латексної емульсії, бутлакаучукових мастик, сухих будівельних сумішей та ін.

5. Запропоновано конструкції систем покриттів для протикорозійного захисту магістральних нафтогазопроводів, цінного металевого обладнання, машин та інших металовиробів. Проведені дослідження та випробування довели, що запропоновані конструкції систем покриттів відповідають необхідним нормативним вимогам для забезпечення довготривалого антикорозійного захисту нафтогазопроводів, машин та інших металовиробів і можуть мати великі перспективи, в першу чергу, для ремонту вже існуючих об'єктів.

6. Загальний економічний ефект від впровадження роботи складає понад 50 млн грн, у тому числі: м. Київ, вул. Солом'янська, 2а, замовник — апеляційний суд, проєктант — ЗАТ "ГІПРОЦивільпромбуд" — економічний ефект — 30,0 млн грн; ПАТ "ПВІ-ЗІТ Нафтогазизоліяція" як виконавець на газопроводах Кутаїсі-Абаша (Грузія) — 10,2 млн грн, Львів— Бобрівка — 0,743 млн грн, Брест (Білорусія) — 0,739 млн грн; Кампанія "Лукойл" — "Карпатнафтохім" — 6,41 млн грн; Харків, Сумський ринок — виконавець ТОВ "Спецбудмонтаж — Україна" — 5,8 млн грн; Храм, м. Київ, вул. Мічуріна 64 — 981 тис. грн, об'єкти оборонного комплексу України, у т.ч. Житомирський БТЗ, Шепетівській РЗ, Миколаївський БЗ, та інші.

Література:

1. Ковалець С.І. Метали та їх властивості / С.І. Ковалець. — К., 1983. — 126 с.
2. Фримантл М. Химия в действии. — В 2-х ч., ч.1. / М. Фримантл. — М.: Мир, 1998. — 528 с.
3. ТУУ 14333082/00198 "Перетворювач іржі "КОНТРАСТ" — К., 1998
4. ДСТУ 4372:2005 "Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги." — К., 2005.
5. Патент № (11) 61544 "Перетворювач іржі "КОНТРАСТ".
6. Машков О.А., Барабаш О.В., Дурняк Б.В., Обідін Д.М. Забезпечення функціональної стійкості складних технічних систем / Моделювання та інформаційні технології // Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці. — Вип. 64. — К., 2012. — С. 36—41.
7. Машков О.А., Аль-Тамими Р.К.Н., Лами Д.Д.Х., Косенко В.Р. Функціональна стійкість складних екологічно-небезпечних динамічних систем // Екологічні науки: науково-практичний журнал. — К.: ДЕА, 2016. — № 3—4. — 2016 (14—15). — С. 65—74.

References:

1. Kovalets, S.I. (1983), Metals and their properties [Metals and their properties], Kyiv, Ukraine.
2. Frymantl, M. (1998), Khymyia v dejstvyy [Chemistry in action], Myr, Moscow, Russia.
3. KONTRAST (1998), Peretvoriuvachirzhi "KONTRAST" [Rust Converter] CONTRAST, Kyiv, Ukraine.
4. State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy (2005), DSTU 4372:2005 "Peretvoriuvachirzhi na osnovi derevynnoi rechovyny. Tekhnichni vymohy." [DSTU 4372: 2005 "Rust converter on the basis of wood material. Technical requirements."], Kyiv, Ukraine.
5. Vysots'ka, L.M. (2013), Patent № (11) 61544 "Peretvoriuvachirzhi "KONTRAST" [Patent № (11) 61544 "Rust Converter" CONTRAST], Kyiv, Ukraine.
6. Mashkov, O.A. Barabash, O.V. Durniak, B.V. and Obidin, D.M. (2012), "Ensuring the functional stability of complex technical systems", Zbirnyk naukovykh prats'. Instytut problem modeliuвання v enerhetytsi, vol. 64, pp. 36—41.
7. Mashkov, O.A. Al'-Tamymy, R.K.N. Lamy, D.D.Kh. and Kosenko, V.R. (2016), "Functional stability of complex ecologically dangerous dynamical systems", Ekolohichni nauky: naukovo-praktychnyj zhurnal, vol. 3—4 (14—15), pp. 65—74.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2018 р.