

## ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИРОБІВ ТА МАШИН ЗАСТОСУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ЗАСОБІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Бондар О.І.<sup>1</sup>, Савенко В.І.<sup>2</sup>, Висоцька Л.М.<sup>3</sup>, Ващенко В.М.<sup>1</sup>, Журавський О.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net;

<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури  
Повітрофлотський просп., 31, 03680, м. Київ  
savenko-vladimir@mail.ru;

<sup>3</sup>ПП «Руслан і Людмила»  
вул. Межигірська, 87а, 04080, м. Київ  
vln27@meta.ua

Корозія призводить до мільярдних збитків щорічно через виведення з ладу виробів і машин із металу, а також через витрати на захист та відновлення металевих виробів. Дослідження процесів корозії дають основу стверджувати, що надійний захист від корозії – це насамперед правильна підготовка поверхні з подальшим нанесенням якісного шару герметиків, фарб або інших типів покриття. Екологічно чиста речовина рослинного походження з назвою «КОНТРАСТ (CONTRRUST)», запатентована й випробувана, є ефективним засобом блокування джерел корозії (іржавіння) і підготовки поверхонь до захисних покриттів. *Ключові слова:* КОНТРАСТ, корозія, іржа, захисні покриття, екологія.

**Продление сроков эксплуатации металлических конструкций, изделий и машин с помощью экологически чистых средств растительного происхождения. Бондарь А.И., Савенко В.И., Высоцкая Л.Н., Ващенко В.Н., Журавский А.Д.** Коррозия ежегодно приводит к миллиардным убыткам, которые заключаются в выводе из строя изделий и машин из металла, а также в издержках по защите и восстановлению металлических изделий. Исследование процессов коррозии даёт основание утверждать, что надёжная защита от коррозии – это в первую очередь правильная подготовка поверхности с последующим нанесением качественного слоя герметиков, красок или других типов покрытия. Экологически чистое вещество растительного происхождения под названием «КОНТРАСТ (CONTRRUST)», запатентованное и испытанное, является эффективным средством блокировки источников коррозии (ржавления) и подготовки поверхностей к защитным покрытиям. *Ключевые слова:* КОНТРАСТ, коррозия, ржавчина, защитные покрытия, экология.

**Metal constructions, workpieces and equipment operation term prolongation by environmentally friendly agents of phytoogenous origin. Bondar O., Savenko V., Vysotska L., Vashchenko V., Zhuravskyy O.** Corrosion leads to billions of losses each year, consisting in putting down articles and machines made of metal, as well as the costs for the protection and restoration of metal products. Investigation of corrosion provides a basis to assert that the corrosion protection – is primarily a correct surface preparation and then a layer of high-quality sealants, paints or other types of coverage. Environmentally friendly plant substance, patented and tested, with the name “CONTRRUST” is an effective means of blocking sources of corrosion (rust) and surface preparation for protective coatings. *Key words:* CONTRAST, corrosion, rust, protective coatings, ecology.

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

Відомо багато досліджень процесів корозії та влаштування захисних покриттів. Існує також багато речовин для очистки поверхонь, інгібіторів, напилювань, домішок тощо [1; 2]. Є також запатентований

екологічно безпечний, ефективний засіб рослинного походження – перетворювач іржі «CONTRRUST» [3]. Однак технологія його застосування й просування на ринку йде досить повільно.

**Метою роботи** є вивчення видів корозії та процесів, що випробуються на початку й у ході кородування металів, для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії та створення надійної захисної плівки (захисного шару) на поверхні металу до його фарбування, під якою неможливий початок корозії.

**Виклад основного матеріалу. Сучасні методи захисту металів від корозії.** Через об'єктивні й суб'єктивні причини на сучасному етапі розвитку виробництва, науки та техніки втрати від корозії в промислово розвинених країнах досягають 3–5%

національного доходу. В Україні проблеми з корозією значно більші. Більшість споруд, які ще перебувають в експлуатації, якраз досягли критичного віку 40–60 років. Об'єкти з таким терміном служби близькі або перебувають у передаварійному стані. Особливо це стосується металургійних і хімічних підприємств, нафто- й газопроводів, плавзасобів, конструкції та обладнання яких працюють у високоагресивних середовищах. Саме з причини корозії щорічно втрачається 1,5–2% зі 100 млн тонн конструкцій. Це призводить до мільярдів доларів збитків, виникнення надзвичайних ситуацій, екологічних катастроф.

Корозія з'їдає до 10% виробленого в країні металу. Найпоширеніший і найбільш знайомий усім нам вид корозії – іржавіння. Іржа – це шар частково гідратованих оксидів заліза, що утворюється на поверхні заліза та деяких його сплавів у результаті корозії. Корозія – це фізико-хімічна взаємодія металу із середовищем, що веде до руйнування металу [4]. У результаті корозії метали переходять у стійкі сполуки – оксиди або солі, у вигляді яких вони перебувають у природі. Важко врахувати непрямі втрати від простоїв і зниження продуктивності устаткування, яке піддалося корозії, від порушення нормального перебігу технологічних процесів, від аварій, зумовлених зниженням міцності металевих конструкцій.

За механізмом корозія буває хімічна та електрохімічна. Процес електрохімічної корозії можна уповільнити не лише шляхом безпосереднього гальмування анодного процесу або впливаючи на швидкість катодного процесу. Найбільш поширеними є два катодні процеси [5] – розряд водневих іонів ( $2e+2H^+=H_2$ ) і відновлення розчиненого кисню ( $4e+O_2+4H^+=2H_2O$  або  $4e+O_2+2H_2O=4OH$ ), які часто називають водневою та кисневою деполяризацією відповідно, газова, атмосферна корозія, рідинна корозія, підземна корозія (характерною особливістю підземної корозії є різниця в швидкості (у десятки тисяч разів) доставки кисню (основного деполяризатора) до поверхні підземних конструкцій у різних ґрунтах). При цьому сучасний захист металів від корозії базується на таких методах, як підвищення хімічного опору конструкційних матеріалів, ізоляція поверхні металу від агресивного середовища, зниження агресивності виробничого середовища, зниження корозії накладенням зовнішнього струму (електрохімічний захист).

Ідеальний захист від корозії на 80% забезпечується правильною підготовкою поверхні та тільки на 20% – якістю лакофарбових матеріалів, що використовуються, і способом їх нанесення [6].

Тривалість та ефективність покриття сталевих поверхонь значною мірою залежать від ретельності підготовки поверхні для фарбування. Підготовка поверхні проводиться в два етапи. На попередньому етапі підготовки усувається окалина, іржа та сторонні нашарування, якщо вони є, перед нанесенням заводської ґрунтовки або праймера. На другому етапі

поверхня готується для нанесення антикорозійних фарб. При цьому жорсткі умови експлуатації металоконструкцій і підвищені вимоги до їх технічного стану визначають необхідність застосування надійних, екологічно чистих та економічно вигідних засобів для антикорозійного захисту поверхні виробів та зниження швидкості корозії сталевих конструкцій, що експлуатуються в атмосферних умовах і технологічних середовищах.

**Основи розроблення методу антикорозійного захисту «КОНТРАСТ».** Для вирішення проблем корозії металоконструкцій, мінімізації шкоди навколишньому середовищу, здоров'ю людини та стану будівель і споруд, зменшення трудовитрат, термінів ремонту й будівництва об'єктів, досягнення високого економічного ефекту був винайдений універсальний екологічно безпечний перетворювач іржі. Цей перетворювач складається з дубильного екстракту, харчової кислоти та води, що містить у своєму складі дубильний екстракт 15–45%, харчову кислоту – 2–3%, решта – вода з вмістом срібла 0,001–0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

Якщо товщина іржі перевищує 300 мкм, то краще, щоб перетворювач містив 0,001–0,005 мас. % гептагерманата натрію ( $Na_6Ge_2O_7$ ), який сприяє кращому проникненню перетворювача в раковини металу та слугує для знищення центрів корозії [3].

Для антикорозійного захисту плавзасобів, а також металоконструкцій, які постійно перебувають в агресивних середовищах, до складу перетворювача можливе додавання 10,0–15,0 мас. % рідкого натрієвого скла ( $Na_2O(SiO_2)$ ) [7].

У патенті [3] описано перетворювач іржі, що містить мінімальну кількість компонентів, проте його можна наносити на іржаві поверхні, покриті конденсатом, він має високу перетворюючу здатність, малий час висихання та забезпечує міцність отриманого покриття й стійкість його до впливу води, масла, нафти-сирцю, бензину та інших середовищ, з якими контактує покриття. Цей перетворювач має такий склад (мас. %): дубильний екстракт (15–45), харчова кислота (3–12), вода з вмістом срібла (0,001–0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Додатково перетворювач іржі може містити 0,001–0,005 мас. % гептагерманату натрію ( $Na_6Ge_2O_7$ ) або 10–15 мас. % рідкого натрієвого скла. Цей перетворювач іржі найбільш пристосований для виконання функцій ґрунту, модифікатора, перетворювача іржі.

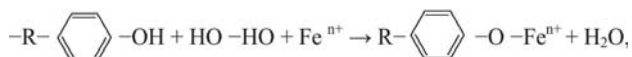
У процесі впровадження перетворювача іржі «CONTRRUST» було проведено його вдосконалення з метою досягнення вищого економічного ефекту, причому в умовах відсутності аналога.

В основі нової технології боротьби з корозією лежить універсальний перетворювач іржі – засіб, який має підвищену проникаючу й перетворюючу здатність і властивості модифікатора, забезпечує утворення міцно зчепленої з основою металоконструкції плівки з ефектом інгібітора корозії та може слугувати як консервант і як ґрунт із підвищеною

теплостійкістю й термостабільністю, знижує наводнювання сталі, має фунгіцидні властивості. Крім цього, він виключає необхідність утилізації відпрацьованих шкідливих для здоров'я та навколишнього середовища матеріалів, які використовуються під час очищення іржавої поверхні (вогнево-абразивний, гідробластинг). Важливим моментом для користувача також є можливість приготування перетворювача іржі «КОНТРАСТ» у вигляді концентрату, який може безпечно й компактно транспортуватись, а перед застосуванням із нього легко готується розчин.

До складу перетворювача іржі модифікації «А» ДСТУ 4372:2005 [8] входить дубильний екстракт, щавлева кислота, срібло та азотнокисле срібло. Перетворювач додатково містить оксиетилидендифосфонову кислоту-1 і дубильний екстракт.

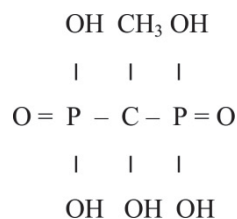
Дубильні екстракти – це речовини, які екстрагуються паром з дубильної деревини та кори дуба, верби, ялини тощо. У перетворювачі іржі зв'язуючими та пасивуючими іржу є таніни – основний компонент сухої частини дубильних екстрактів. За хімічною будовою таніни є поліфенолами, будова яких дуже складна. З іржею та поверхнею металу таніни взаємодіють своїми гідроксидними групами. Хімізм реакції можливо представити таким чином [9]:



де  $\text{Fe}^{n+}$  – іон заліза, наявний в іржі; n може бути рівним 2 або 3 щавлева кислота 3,80–7,72 –  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , азотнокисле срібло – 0,01–0,10  $\text{AgNO}_3$ , оксиетилидендифосфонову кислоту-1 – 0,15–0,67, решта – вода або вода зі спиртом.

Оксиетилидендифосфонову кислоту-1 (далі – ОЕДФ), будучи розчищеною у воді, має поверхневу активність, тому сприяє швидкому проникненню перетворювача навіть у найдрібніші пори іржі. ОЕДФ синергетично підсилює перетворюючу здатність танінів. На поверхнях металоконструкцій утворюється міцно зчеплена з ними танатна плівка, яка має ефект інгібітора корозії. Плівка знижує наводнювання сталі, яке є небезпечним явищем, адже робить сталь крихкою, і відбувається під впливом на сталь органічних кислот. Ця плівка слугує як ґрунт із високою теплостійкістю та термостабільністю під час подальшого нанесення лакофарбових та ізоляційних покриттів [6].

Проникаючи в пори окалини, ОЕДФ пасивує велику кількість продуктів корозії, що приводить до відшарування окалини від прокородованого металу, а також до виникнення адгезивного контакту між ним і ґрунтувальним покриттям. Плівка, що утворилася в результаті хімічної реакції з поверхнею металу, має ефект інгібітора та не дає змогу вступати в реакцію активній поверхні заліза з киснем у вологому середовищі. Поверхня стає більш стійкою до корозії:



Наявність у воді азотнокислого срібла в комбінації з ОЕДФ дає змогу досягати глибокої дифузії перетворювача в шар іржі, що сприяє утворенню міцної плівки з високою адгезією. Одержане покриття має високу стійкість до впливу води, масел, нафти-сірцю й агресивних газів, що утворюються під землею за блукаючих струмів.

Завдяки додаванню азотнокислого срібла поверхня металоконструкції, оброблена перетворювачем, і сам перетворювач не зазнає біокорозії. Особливо ефективно використання азотнокислого срібла за підвищеного вмісту в контактуючій із металоконструкцією воді хлорид-іонів, які активізують процеси корозії. Тому для нейтралізації додається азотнокисле срібло, яке взаємодіє в реакції іонів срібла з іонами хлору  $\text{Ag}^{++} + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$  (іони хлору випадають в осад). Крім того, азотнокисле срібло не випадає в осад за зберігання перетворювача іржі, що має місце в запатентованому перетворювачі іржі [3], у якому використовується колоїдне срібло.

Триполіфосфат натрію, гексаметафосфат натрію та гліоксаль ще більше підсилюють інгібіторні властивості плівки, що надалі запобігає загальнокорозійному процесу.

Лимонна кислота підсилює консервуючі властивості перетворювача іржі, тому він може успішно застосовуватись як консервант для запобігання корозії під час зберігання металопрокату та металевих елементів і конструкцій.

У композиції для приготування перетворювача іржі, що включає дубильний екстракт, щавлеву кислоту й срібло, як джерело срібла використане азотнокисле срібло, додатково вона містить оксиетилидендифосфонову кислоту-1 за такого співвідношення компонентів (модифікація «Б» (пастоподібна суміш) ДСТУ 4372:2005 [8]):

дубильний екстракт	49,00–76,00 мас. %
щавлева кислота	23,00–47,00 мас. %
азотнокисле срібло	0,05–0,60 мас. %
оксиетилидендифосфонову кислоту-1	0,95–4,00 мас. %

Для покращення композит може містити також такі компоненти:

триполіфосфат натрію	0,40–1,30 мас. %
гексаметафосфат натрію	0,40–1,30 мас. %
гліоксаль	3,10–3,45 мас. %

Композит може містити також 0,90–3,50 мас. % лимонної кислоти, а також воду в такій пропорції 0,20–0,50 масових частин води на одну масову частину композиції.

Згідно з винаходом третє завдання вирішується тим, що описаний вище композит змішують із водою в пропорції 5–6,25 масових частин води на одну масову частину композиції. За необхідності 0,10–0,30 мас. % води замінюють спиртом.

Композит для приготування перетворювача іржі згідно з винаходом може бути у вигляді або сухої суміші, або пастоподібної суміші. Для одержання сухої суміші (модифікація «В» ДСТУ 4372:2005 [8]) порошкоподібні компоненти змішують у необхідних кількостях і фасують у паперову або полімерну упаковку. Вагу сухої суміші в упаковці розраховують на певну кількість води, яка необхідна для одержання перетворювача іржі, готового до застосування (рідина модифікації «А»).

Готовий перетворювач іржі являє собою рідину коричневого кольору, що має такі характеристики: рН – 0,5–2,2 моль/л; в'язкість за ВЗ при 20±20С 9 – 12 сек; питома вага – 1,08 г/см<sup>3</sup>; витрати – 40–120 г/м<sup>2</sup>. Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» модифікації «А», «Б», «В» з 2000 р. пройшов успішні випробування та отримав позитивні відгуки від споживачів, а також має нагороду.

**Особливості антикорозійної обробки металевих поверхонь.** Існує велика кількість різних станів металевих поверхонь, що вимагають очищення перед фарбуванням. Насамперед це стосується ремонту раніше пофарбованих об'єктів. Вік об'єкта та умови його експлуатації й розташування, якість вихідної поверхні, властивості старого лакофарбового покриття та кількість дефектів, тип попередніх і майбутніх агресивних умов та передбачувана система захисних покриттів – усе це впливає на вибір методів майбутньої підготовки поверхні перед фарбуванням. Під час вибору методу підготовки поверхні варто враховувати необхідний ступінь очищення й шорсткості поверхні, відповідні системи покриття. Ступінь підготовки поверхні вибирається з метою підвищення надійності та якості покриття, зниження вартості робіт.

Металеві поверхні, що підлягають очищенню, класифікують за ступенем окислення за стандартами ISO 8501-01-1988 та ISO 8504-1992. Характеристика окислення поверхні визначається ступенем окислення: А – поверхня сталі майже повністю покрита міцно зчепленою з металом прокатною окалиною, на поверхні майже немає іржі; В – поверхня сталі почала іржавіти, від неї починає відшаровуватись прокатна окалина; С – поверхня сталі, з якої в результаті корозії майже повністю зникла прокатна окалина або з якої прокатна окалина може бути легко видалена; на поверхні сталі під час візуального огляду спостерігаються невеликі прояви корозії; D – поверхня сталі, з якої в результаті корозії прокатна окалина зникла

та на якій спостерігається виразкова корозія на всій поверхні під час візуального огляду.

Перед нанесенням захисного шару необхідно провести ретельну обробку поверхні з метою отримання найкращого зчеплення фарби з поверхнею. Існує низка відомих традиційних способів очищення поверхні перед фарбуванням (абразиво-струминне очищення, вогняне та вогняно-абразивне очищення, гідробластинг), у яких використовуються дорогі та шкідливі для здоров'я людини й навколишнього середовища матеріали (оксиди кремнію, оксиди алюмінію, окиси заліза, природний газ, вуглекислий газ). Утилізація відпрацьованих матеріалів призводить до підвищення собівартості робіт у десятки разів.

Одним із найбільш ефективних методів підготовки поверхонь є струминне очищення із застосуванням абразивів. Іншими методами попередньої обробки поверхонь є ручне й механічне очищення, термічне очищення та очищення із застосуванням хімічних препаратів (травлення). Перелічені методи мають різні недоліки: недостатній ступінь чистоти поверхні, нанесення шкоди здоров'ю людини та навколишньому середовищу.

Ретельна попередня обробка поверхні дуже важлива. Навіть найкращі методи нанесення захисних покриттів за своєю дією ніколи не перевершують значення якості попередньої обробки поверхні. У більшості випадків причиною передчасного виходу з ладу захисних покриттів є недостатня або така, що не відповідає вимогам, попередня підготовка поверхонь, осмос і незаблоковані центри корозії в раковинах металу.

Стандарт ISO (ISO-St «Обробка вручну та електроінструментами») визначає сім ступенів підготовки поверхні. Підготовка поверхні проводиться вручну або за допомогою електроінструментів: зачистка дротяними щітками, механічними щітками та шліфування (позначається літерами «St»).

Перед початком очищення вручну або електроінструментами товсті шари іржі мають бути видалені способом обрубки. Видимі забруднення від масла, жиру й бруду також повинні бути вилучені. Після очищення вручну та електроінструментами поверхня має бути очищена від фарби й пилу.

З практики добре відомо, що після очищення дуже швидко проходить реакція між очищеною металевою поверхнею з киснем та водою, у результаті чого й утворюється іржа.

За струменевого очищення металевих конструкцій застосовується кварцевий пісок, у якому є багато вільного кремнезему (зазвичай 80–90%). Тому в процесі струменевої обробки металевої поверхні зерна піску розщеплюються на дуже дрібні мікрочастинки розміром менше 5–10 мікрон, які майже невидимі, проте ще тривалий час залишаються в навколишньому повітрі та вдихаються робітниками й усіма, хто перебуває поблизу місця проведення робіт. Накопичуючись і тверднучи в легенях, вони викликають пошкодження легеневої тканини. Такий стан



може перейти в силікоз (також відомий як «хвороба запарованих легень») – хворобу, яка може завершитись фатальним результатом. Тому в багатьох країнах світу піскоструменева обробка заборонена законом.

Від групи металевих виробів (1, 2, 3) залежить стан відомих традиційних розчинів для травлення, до складу яких входять сірчана кислота, соляна кислота, інгібітор (катанін, ПБ-6, ХОСП-10), хлористий натрій, ортофосфорна кислота, азотна кислота, хлористе залізо, уротропін, формалін та інші високонебезпечні сполуки. Під час підготовки поверхні виробів, призначених для умов експлуатації У1, У2, У3, УХЛ4, традиційно застосовують ґрунтовки – перетворювачі іржі для поверхонь зі ступенем окислення «А» за неможливості застосування струменево-абразивної очистки або інших методів, що забезпечують більш високу довговічність покриття.

Однак при цьому ГОСТ 9.402-80 вказує на те, що застосований перетворювач іржі – ґрунт – не повинен шкодити металевій поверхні. Якщо агресивну кислоту нанести на металеву поверхню та не змити її після реакції, такий перетворювач іржі не лише розчинить іржу, а й нанесе велику шкоду металевій конструкції, навколишньому середовищу та здоров'ю людини.

Діючі стандарти не передбачають застосування танінних модифікаторів іржі в процесі підготовки поверхні під покриття.

Тому авторами були докладені зусилля на розроблення ISO «Підготовка сталевих поверхонь під консервування, міжопераційне ґрунтування, фарбування, обшивку, ізоляцію, герметизацію, бетонування та інші покриття за допомогою танінного перетворювача іржі «CONTRRUST» згідно з ДСТУ БВ.2.7.-77-98 «Мастики герметизуючі бутилкаучукові» та ДБН В.2.6-22-2001 «Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей». Також було розроблено наукові засади й методологію ДСТУ 4372:2005 [8] «Перетворювачі іржі на основі деревинної речовини» (чинний від 2006 р.), в основу якого закладено ідею патенту № 61544 [3] та нормативну базу щодо забезпечення антикорозійного захисту металевих елементів і конструкцій ефективними екологічно безпечними засобами.

**Обробка поверхонь перетворювачем іржі «КОНТРАСТ».** Застосуванням перетворювача іржі «CONTRRUST» у будь-яку пору року забезпечується високоякісна підготовка поверхні для обробки сталевих труб, кабельного оплетення, дахів, арматурної сітки для бетону, вузлів сполучення під сендвіч-панелі, ємностей, резервуарів, магістральних трубопроводів перед встановленням підсилювальних елементів, металевих конструкцій (у шахтах, на електростанціях, на атомних електростанціях, в автосервісі, у судноремонті й суднобудуванні, вагоноремонті, метрополітені, на устаткуванні харчової промисловості, яке неможливо захистити від пилу, піску, іржі); під час виробництва особливо чистих вибухових речовин і медичних препаратів, на металоконструкціях для контрольно-вимірювальних приладів, для виявлення гнізд корозії в

балонах високого тиску та конструкціях зі спеціальних виробів, зокрема з нержавіючої сталі, а також мікротріщин і поверхневих раковин під час виготовлення сталевих виробів спеціального призначення; на об'єктах хімічної, вугільної, нафтогазової промисловості, військових підприємств; на металевих конструкціях, де конструктивно використовуються накладні деталі з дискретними зварними швами, тобто в місцях, де між з'єднаними деталями утворюються мікротріщини, у яких швидкість корозії в десятки разів більша, ніж на відкритій поверхні; під час хімізахисту, вогнезахисту несучих металоконструкцій, на газопроводах без зупинки та в інших галузях.

Перш ніж приступити до підготовки поверхні, необхідно виконати такі операції:

- обстежити об'єкт;
- оцінити товщину поверхні, не зруйнованої іржею;
- згідно з проектно-кошторисною документацією та інструкцією виробника під авторським наглядом нанести перетворювач іржі «CONTRRUST».

Перетворювач іржі наносять на іржаву поверхню суцільним рівномірним шаром, без підтьоків будь-яким способом (безповітряне розпилення, шприц тощо), можна наносити щіткою, втираючи при цьому перетворювач у поверхню.

Якщо товщина іржі понад 150 мкм та після нанесення першого шару перетворювача іржі плями іржі проявляються, необхідно на уражені місця нанести перетворювач іржі повторно до утворення суцільної блискучої дрібно- чи крупнокристалічної антикорозійної темно-синьої плівки-ґрунту, яка має високу адгезію з покриттями, а після реакції на поверхні й у мікросілинах та після висихання перетворювача – покрити шпаклівкою, герметиком та пофарбувати.

Нові вироби обробляють перетворювачем іржі з метою попередження корозії в порах і на швах металу. Час висихання перетворювача іржі за температури +20°C складає 120 хвилин. Якщо нанесений перетворювач висихає менше ніж за 120 хвилин, необхідно зволожувати поверхню водою шляхом напилювання або розбризкування. Якщо висихання відбувається більше ніж за 120 хвилин, допускається сушіння теплим повітрям (обдуванням) або нанесення перетворювача іржі на розігріту поверхню. Нанесення перетворювача іржі в теплом варіанті підвищує його дифузійні властивості в 4 рази.

Під час нанесення перетворювача іржі на відкритому повітрі необхідно уникати потрапляння опадів (туман, дощ, сніг) на поверхню до повного висихання перетворювача іржі.

На сталеві конструкції, які постійно перебувають під впливом конденсату, перетворювач іржі наносять також способами, описаними вище. Для таких конструкцій із метою одержання гарної адгезії рекомендується надалі застосовувати покриття, які можуть наноситись на вологу поверхню (наприклад, гліфта-леві фарби).

Універсальний перетворювач іржі належить до композицій, які наносяться на іржу та не змиваються. Не потрібна також утилізація відходів як під час його виробництва, так і під час застосування.

Перетворювач іржі під час його застосування утворює плівку товщиною 30–50 мкм та має такі експлуатаційні властивості:

– замінює ступінь механічного очищення прокодованої поверхні до стану SA 2,5 за стандартом ISO 8501-1 та забезпечує один шар ґрунту;

– його перетворююча здатність за середньої товщини іржі 300 мкм становить 100%;

– не токсичний і не вогнебезпечний;

– стійкість плівки за 200оС до впливу води становить 72 години, до впливу трансформаторного масла та нафти-сирцю – 96 годин;

– для конструкцій під землею проникнення газів через утворену плівку не спостерігається;

– відшаровування плівки під землею під впливом блукаючих струмів до 1,2 вольт і за тиску 200 кгс/см<sup>2</sup> не спостерігається;

– міцність плівки за удару не менша 4 Дж;

– адгезія плівки до лакофарбових покриттів 1–2 бали;

– за рН 0,5–2,2 моль/л утворена плівка-ґрунт не викликає кислотної корозії під час експлуатації, оскільки кислотність нейтралізується під час взаємодії компонентів із продуктами корозії й тонатами.

Перспективними для використання в антикорозійному захисті є модифіковані покриття холодного

нанесення на основі водних бітумно-латексних емульсій [10]. Матеріалами для модифікації бітумів і бітумних емульсій та отримання на їх основі емульсій із покращеними властивостями є латекси з додаванням модифікатора іржі «КОНТРАСТ» модифікації «В», а також можуть використовуватись мастики герметизуючі бутилкаучукові згідно з ДСТУ Б.В.2.7-77-98 або для захисту арматури та закладних і накладних деталей сухих сумішей згідно з ДБН В 2.6-22 2001 «Улаштування покриттів із застосуванням одних будівельних сумішей».

Для перевірки впливу рівня та якості підготовки поверхні на захисні властивості покриттів їх наносили на металеві пластинки з високовуглецевої сталі, поверхні яких було підготовано таким чином: 1) механічна очистка (Ra=10–12 мкм); 2) пікоструменева очистка (Ra=50–75 мкм); 3) дробоструменева очистка (Ra=125 мкм); 4) підготовка поверхні перетворювачем іржі «КОНТРАСТ» модифікації А. На рисунку 1 наведено зовнішній вигляд цих поверхонь.

Однією з найважливіших фізико-механічних властивостей покриттів для протикорозійного захисту є адгезія покриття до основи, яку ми обрали за критерій оцінки впливу рівня та якості підготовки поверхні на захисні властивості систем покриттів. Дослідження показали приблизно однакові результати – нанесення покриття не вимагає ретельної підготовки поверхні. Результати випробувань адгезії покриття до сталі за різних способів підготовки поверхні наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

## Результати випробувань адгезії покриття до сталі за різних способів підготовки поверхні

№	Спосіб підготовки поверхні	Адгезія до сталі, Ра				
		Кількість SBR, мас. %				
		3%	5%	7%	10%	15%
1	Механічна очистка	1,8	2,8	1,8	1,6	1,7
2	Пікоструменева очистка	1,9	2,9	1,8	1,6	1,7
3	Дробоструменева очистка	1,9	2,8	1,8	1,6	1,7
4	Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» модифікація «А»	1,7	2,9	1,7	1,5	1,6

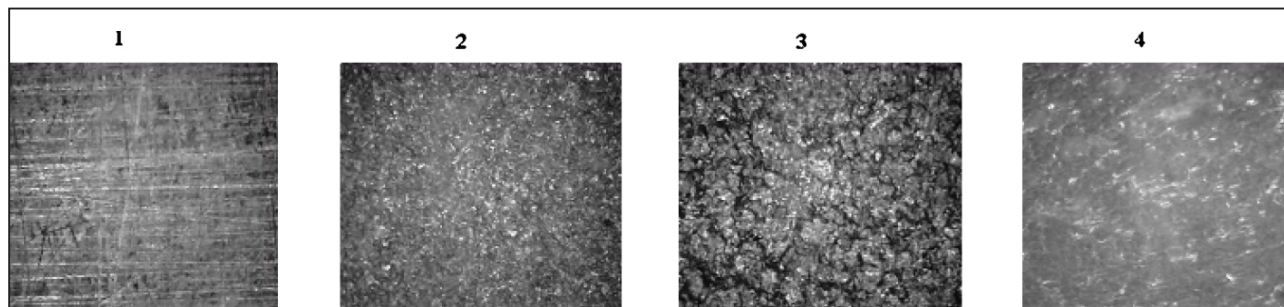


Рис. 1. Зовнішній вигляд поверхонь, підготовлених: 1) механічною очисткою; 2) пікоструменевою очисткою; 3) дробоструменевою очисткою; 4) перетворювачем іржі «КОНТРАСТ»

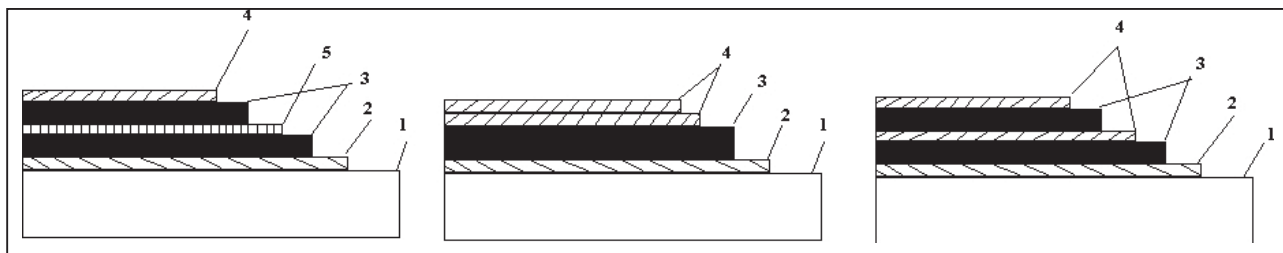


Рис. 2. Конструкції систем покриттів: 1 – сталева основа; 2 – ґрунт «КОНТРАСТ», 3 – покриття бутилкаучуковою герметизуючою мастикою або спеціальним покриттям за потреби; 4 – арматурна сітка згідно з ДСТУ БВ.2.7.-77-98 «Мастики герметизучі бутилкаучукові» або ДБН В.2.6-22-2001 «Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей» із відповідним герметиком і фарбуванням; 5 – фарбування

На основі отриманих результатів для подальшої роботи обрано покриття, що містить 7% латексу стирол-бутадієнового синтетичного каучуку, та розроблено три системи покриттів на основі водних бітумно-латексних емульсій для протикорозійного захисту (наприклад, система захисту трубопроводів (див. рисунок 2)). Призначенням протикорозійного покриття, або системи покриттів, є недопущення контакту агресивних ґрунтів зі сталеву поверхнею трубопроводу або іншого металевого виробу та попередження утворення джерел корозії.

На підготовлену поверхню перетворювачем іржі «КОНТРАСТ» можуть бути нанесені різні покриття. Економічний ефект від застосування перетворювача іржі «КОНТРАСТ» визначається індивідуально до об'єкта. «КОНТРАСТ» впроваджено на багатьох об'єктах у різних організаціях і країнах. Загальний економічний ефект від його впровадження складає понад 140 млн грн на об'єктах в Україні, у тому числі таких, як «Карпатнафтохім», Українська стрічкова фабрика, «Плавзасоби України», ВАТ «ДБК-3», ПАТ «ДБК-4» тощо.

Проведені дослідження на зчеплення арматури (у тому числі з короюваною поверхнею), обробленої перетворювачем іржі «КОНТРАСТ» із бетоном, показали, що зчеплення не погіршується, а корозія блокується.

**Головні висновки.** Досліджено фізико-механічні властивості консерванта перетворювача іржі «КОНТРАСТ» та покриттів на основі водної бітумно-латексної емульсії, бутилкаучукових мастик, сухих будівельних сумішей тощо.

Виявлено, що покриття на основі бітумно-латексних емульсій, бутилкаучукових мастик і сухих сумішей розробленого складу не потребують трудомісткої технологічно складної й ретельної підготовки поверхні перед нанесенням.

Запропоновані покриття відповідають необхідним нормативним вимогам для забезпечення антикорозійного захисту нафтогазопроводів, машин та інших металовиробів і можуть мати великі перспективи насамперед для ремонту вже існуючих об'єктів.

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» не погіршує зчеплення арматури з бетоном, блокуючи корозію.

### Література

1. Шлугер М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов: учеб. пособие для вузов. М.: Металлургия, 1981. 215 с.
2. Техника борьбы с коррозией / Р. Юхневич, В. Богданович, Е. Валашковский и др.; пер. с пол. под ред. А.М. Сухотина. Л.: Химия, 1980. 224 с.
3. Патент № (11)61544 «Перетворювач іржі «КОНТРАСТ».
4. Петров Л.Н. Коррозионно-механическое разрушение металлов и сплавов. К.: Наукова думка, 1991. 215 с.
5. Хомченко Г.П., Цитович И.Г. Неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1987. 464 с.
6. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. М.: Химия, 1987. 222 с.
7. ТУУ 14333-082/001-98 «Перетворювач іржі «КОНТРАСТ». К., 1998.
8. ДСТУ 4372:2005 «Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги». К., 2005.
9. Фримантл М. Химия в действии: в 2 ч. М.: Мир, 1998. Ч. 1. 528 с.
10. Ковалець С.І. Метали та їх властивості. К., 1983. 126 с.