



ХОМА
Мирослав Степанович —
член-кореспондент НАН
України, заступник директора
з наукової роботи
Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ КОРОЗІЇ ТА ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В УКРАЇНІ

За матеріалами доповіді на засіданні
Президії НАН України 27 жовтня 2021 року

У доповіді акцентовано увагу на актуальності для України питання корозії та протикорозійного захисту металокопункцій і промислового обладнання. Наведено результати досліджень, які в цій галузі проводять установи НАН України, заклади вищої освіти та акредитовані лабораторії. На прикладі ПАТ «Укрнафта» та ТОВ «Укрінсталькон» продемонстровано відповідальний підхід підприємств до протикорозійного захисту обладнання та металокопункцій. Розглянуто стан робіт з корозійного моніторингу, розроблення нових інгібіторів корозії з екологічно чистої сировини, дослідження сірководневої та вуглекислотної корозії у нафтогазовидобуванні тощо. Показано роль Міжвідомчої науково-технічної ради з питань корозії та протикорозійного захисту металів у визначенні пріоритетних напрямів робіт з цієї проблематики.

Ключові слова: корозія, руйнування, інгібітор, корозійний моніторинг, протикорозійний захист, металокопункції.

Питання корозії та протикорозійного захисту металів є актуальним для всіх економічно розвинених країн. Для України, яка є однією з найбільш металонасичених держав Східної Європи, ця проблема також надзвичайно важлива. Загалом металофонд України становить 350–400 млн т і включає в себе, зокрема, 36 млн т металокопункцій, приблизно 40 тис. км магістральних нафто-, газо- і продуктопроводів, більш як 23 тис. км теплових мереж, 43 % з яких експлуатуються вже понад 25 років [1, 2]. Сьогодні на часі — збереження основних металокопункцій та їх захист від корозії, передусім у таких стратегічних галузях промисловості, як ядерна і тепла енергетика, магістральні нафто-, газо-, аміакопроводи, хімічна та нафтопереробна промисловість, залізничний транспорт, комунальне господарство тощо. Корозія є основним чинником, що

зумовлює значні втрати металу і спричиняє аварійний вихід з ладу обладнання, що іноді супроводжується тяжкими екологічними наслідками. Згідно з даними дослідження організації NACE International, загальні втрати від корозії металоконструкцій та обладнання у світі оцінюються приблизно в 2,5 трлн доларів США, що відповідає 3–4% ВВП промислово розвинених країн [3].

Корозія металів — проблема міждисциплінарна, і її вирішення передбачає залучення фахівців з різних наукових дисциплін та напруження індивідуальних рішень з протикорозійного захисту для різних систем метал — середовище [4]. Вона охоплює такі аспекти:

- *техніко-економічний* — це прямі збитки, пов'язані з тим, що з обігу щороку виводиться до 20 % виробленого металу; непрямі збитки, такі як простій обладнання, зниження якості продукції внаслідок забруднення продуктами корозії, витрати на ліквідацію аварій тощо, а також витрати на розроблення та реалізацію протикорозійних заходів;

- *екологічний* — негативний вплив на довкілля продуктів корозії та засобів захисту від неї; використання токсичних речовин під час виконання робіт з протикорозійного захисту металів;

- *соціальний* — населення не задоволене частими аваріями на комунальних мережах; значна кількість фахівців зайнята неефективними ремонтами; необхідність неперервного навчання.

У нашій країні дослідження з проблем корозії та протикорозійного захисту здійснюють колективи багатьох установ НАН України, закладів вищої освіти та галузевих інститутів. Серед них насамперед слід назвати такі провідні наукові центри:

- Фізико-механічний інститут (ФМІ) ім. Г.В. Карпенка НАН України;

- Інститут електрозварювання (ІЕЗ) ім. Є.О. Патона НАН України;

- Інститут проблем матеріалознавства (ІПМ) ім. І.М. Францевича НАН України;

- Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут» (ХФТІ);

- Інститут загальної і неорганічної хімії (ІЗНХ) ім. В.І. Вернадського НАН України;

- Інститут мікробіології і вірусології (ІМВ) ім. Д.К. Заболотного НАН України;

- Інститут хімії високомолекулярних сполук (ІХВС) НАН України;

- Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії (ІнФОВ) ім. Л.М. Литвиненка НАН України;

- НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (НТУУ КПІ);

- НТУ «Харківський політехнічний інститут» (НТУ ХПІ);

- Національний університет «Львівська політехніка» (ЛУ ЛП);

- Український державний хіміко-технологічний університет (УДХТУ);

- Національна металургійна академія України (НМетАУ);

- Національний університет «Чернігівський колегіум» (НУ ЧК);

- Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ);

- Національний авіаційний університет (НАУ);

- ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (ПДТУ);

- ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського» (Укрінсталькон) та ін.

При цих установах функціонують акредитовані лабораторії з питань корозії та протикорозійного захисту: лабораторія корозії в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України; лабораторія сертифікаційних випробовувань протикорозійних ізоляційних покриттів трубопроводів у ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України; Донбаський центр технологічної безпеки (структурний підрозділ Укрінсталькону). У ТОВ «Інтерпайп-Україна» діє Науково-дослідний центр «Якість», який проводить дослідження корозійної тривкості сталей, сплавів, різної металопродукції, здійснює оцінювання ефективності засобів протикорозійного захисту, а також вхідний контроль матеріалів. Центр тісно співпрацює з кафедрою покриттів, композиційних матеріалів і захисту металів

НМетАУ. До речі, це єдина в Україні кафедра, яка щороку випускає 5–8 магістрів за освітньо-професійною програмою «Захист металів від корозії» за спеціальністю «металургія».

Найбільш серйозно підходять до захисту від корозії нафтогазового промислового обладнання. Так, Науково-дослідний і проєктний інститут ПАТ «Укрнафта» (м. Івано-Франківськ) є відповідальним за науково-технічне розроблення, організацію впровадження, супровід, моніторинг, вхідний контроль, проведення експертної оцінки доцільності та надання рекомендацій щодо поліпшення ефективності протикорозійного захисту [5]. Аналіз пошкоджень засвідчив, що корозія є причиною відмов обладнання в нафтопереробній промисловості та при транспортуванні нафти у ~70 % випадків, на газопроводах – у ~37 %, на внутрішньопромислових трубопроводах – у ~95 %.

Належну увагу питанню протикорозійного захисту приділяють і в Укрінстальконі [1]. На його базі створено ТК 301 «Металобудівництво», у складі якого сформовано підкомітет ПК-4 «Протикорозійний захист у металобудівництві», де розробляються нормативні вимоги до раціонального проєктування будівельних конструкцій у корозивних середовищах, а також до вибору засобів первинного і вторинного захисту від корозії на основі розрахункових методів оцінювання надійності за граничними станами. Зараз для забезпечення надійності металоконструкцій застосовують нормативні вимоги ДСТУ Б В.2.6-193:2013 «Конструкції будівель і споруд. Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проєктування» та ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проєктування» при впровадженні заходів захисту їх від корозії.

В ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України проводять роботи з оцінювання та запобігання корозійному розтріскуванню сталей магістральних газопроводів в умовах їх катодного захисту. Запропоновано критерій (K_S) схильності сталей до корозійного розтріскування, який ґрунтується на зміні відносного звужування зразка у повітрі порівняно із середовищем: якщо $K_S \geq 1,6$, сталь схильна до корозійного роз-

тріскування, що підтверджено результатами лабораторних та натурних досліджень. Розроблено також методику визначення потенційно корозійно небезпечних ділянок магістральних газопроводів в умовах катодного захисту на основі аналізу даних проєктної, виконавчої та експлуатаційної документації і наземного технічного діагностування, що дало можливість розрахувати ймовірність їх корозійного розтріскування [6].

Важливим прикладним напрямом є корозійний моніторинг об'єктів тривалої експлуатації. В ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України розроблено методику моніторингу стану металоконструкцій, що експлуатуються в атмосферних умовах, яку покладено в основу оцінювання корозійного стану конструкцій Нового безпечного конфайнменту та об'єкту «Укриття» 4-го енергоблока Чорнобильської АЕС. Розроблено також мікропроцесорну систему електрохімічного моніторингу протикорозійного захисту магістральних трубопроводів – СКМТ [7].

В НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського розроблено корозиметри Р5035, Р5126, ППК-1, СІК-1 та корозійно-індикаторні установки серії УК для нафтопереробної промисловості, комунального господарства та хімічної промисловості. Корозійно-захисні установки серії «Щит» для систем гарячого водопостачання використовуються в кількох новобудовах Києва [8].

У ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України розроблено нову методологію та засіб (ІКМ) для визначення критичного стану обладнання в хімічній промисловості, який ґрунтується на електрохімічних властивостях деформованих металів та стабільності їх корозійно-втомного руйнування [9]. Також створено апаратуру для безконтактного вимірювання струму (БВС-К) та поляризаційного потенціалу (ВПП-М), призначену для протикорозійного обстеження і виявлення місць корозії в підземних металоконструкціях [10].

Розроблення нових та дослідження ефективності вже відомих інгібіторів корозії активно проводять у закладах вищої освіти та інститутах НАН України. Зусилля фахівців цих установ спрямовано переважно на вико-

ристання екологічно чистої сировини із синергістами різних класів. Серед основних результатів останніх років слід відзначити такі [11–14]:

- на основі екстрактів з дубової стружки та кори створено інгібіторні композиції ТИС із неорганічним та органічним синергістами (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України);

- розроблено інгібіторну композицію на основі технічного гліцерину, що є побічним продуктом виробництва біодизелю з рослинної сировини, та речовин-синергістів — тіосефовини і глюконату кальцію (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України);

- встановлено ефект протикорозійного синергізму цинкового протектора та інгібіторної композиції нітрил-силікат з поверхнево-активними добавками сульфазол-тетраніл (НАУ);

- з'ясовано, що введення електродонорних або додаткових функціональних фрагментів в інгібітори на основі четвертинних солей піридину з карбонільними угрупованнями підвищує їх захисну дію в кислотах, а також в умовах бактеріальної сульфатредукції внаслідок синергетичного впливу продуктів метаболізму бактерій (НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського);

- синтезовано комплексні цеоліт/фосфатні та катіоніт/фосфатні протикорозійні пігменти та встановлено їх високу інгібувальну здатність у складі лакофарбових покриттів для захисту від корозії вуглецевих сталей та алюмінієвих сплавів, зокрема за наявності в них наскрізного дефекту (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України);

- розроблено інгібувальну синергічну композицію для захисту сталей та сплавів на основі екстрактів рослинної сировини і сполук класу кетонів, зокрема ацетофенону. Утворення важкорозчинних димерів та олігомерів з високою адгезією з поверхнею металів забезпечує високу ефективність інгібування корозії (НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського).

Ефективність захисту від корозії цих інгібіторів сягає 90–95 %.

В УДХТУ та НТУ ХПІ розвиваються нові методи оброблення поверхні металів у низькотемпературних евтектичних розчинниках [15]

та з використанням лігандів [16], що сприяють селективному розчиненню легувальних компонентів з поверхневого шару. Внаслідок такої обробки поверхневі шари металів збагачуються елементами, що забезпечує зменшення швидкості корозії у 2–7 разів.

У ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України функціонує єдина в нашій Академії лабораторія, яка вивчає механізми взаємодії деформованих матеріалів із сірководневими середовищами та прогнозує їх роботоздатність в умовах газо- та нафтовидобування. Ці роботи спрямовані на обґрунтування можливості використання вітчизняних сталей та сплавів для виготовлення обладнання, що працює в умовах впливу сірководневих та вуглекислотних середовищ з домішками інших агресивних компонентів, механічних навантажень і підвищених температур. Протягом останніх років за цим напрямом було отримано такі результати [17, 18]:

- встановлено мінімальну концентрацію сірководню ($C_{H_2S} \leq 100$ мг/дм³), за якої не розвивається корозійне розтріскування феритно-перлітних сталей. Якщо $C_{H_2S} \geq 500$ мг/дм³, розвиваються ініційовані воднем тріщини, які сприяють розвитку руйнування за статичних та асиметричних циклічних напружень;

- запропоновано новий підхід до пояснення аномального наводнювання сталей у сірководневих середовищах, який ґрунтується на впливі природи сульфідів на швидкість реакції каталітичної десорбції атомів водню, а ступінь цього впливу визначає структура сталей;

- у хлоридно-ацетатних розчинах, насичених сірководнем, концентрація водню у феритно-перлітних сталях досягає максимальних значень ~25–32 ppm і не залежить від рН та швидкості корозії. В абсорбованому водні частка дифузійно-рухливого водню в 2,2–3,5 раза більша, ніж водню з вищою температурою десорбції. За відсутності H₂S наводнювання сталі в таких розчинах в 4–7 разів менше і частка дифузійно-рухливого водню становить усього 30–40 % від сумарного його вмісту;

- показано, що висока опірність сталей сірководневому корозійному розтріскуванню під напругою не гарантує їх високої опірності руй-

нуванню у насичених сірководневих середовищах за спільної дії статичних і циклічних напружень: циклічні напруження з різною асиметрією та однаковою амплітудою $\sigma_a \approx 0,2\sigma_{0,2}$ знижують довговічність менш стійкої до розтріскування сталі 20 в 1,2–3 рази, а більш стійкої сталі 30ХМА — у 2,4–14 разів.

Основний науково-технічний потенціал досліджень з проблем корозії металів зосереджено в установах НАН України. В рамках академічного відомчого замовлення та завдань цільової програми наукових досліджень НАН України «Ресурс» досліджували корозійну тривкість та ефективність протикорозійного захисту сталей та сплавів у робочих середовищах за умов, наближених до експлуатаційних. Розроблено рекомендації для впровадження результатів цих досліджень на підприємствах України. Зокрема, акцентовано на створенні та використанні інгібіторів, одержаних з екологічно чистих речовин та продуктів життєдіяльності бактерій (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, ІнФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН України), опрацюванні методів корозійного моніторингу обладнання хімічної, нафтопереробної промисловості та трубопровідного транспорту (ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України). Зараз у рамках програми «Ресурс-3» в розділі «Розроблення та обґрунтування методів оцінювання технічного стану та захисту від корозії трубопроводів і промислового обладнання» виконується 7 проектів за участі шести установ НАН України.

Інформаційне забезпечення наукового напрямку з проблем корозії та протикорозійного захисту здійснюється переважно через публікації в журналах «Фізико-хімічна механіка матеріалів», «Питання хімії і хімічної технології» та деяких виданнях закладів вищої освіти. У ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України діє семінар «Проблеми корозії та протикорозійного захисту металів», що два роки проводиться міжнародна конференція «Проблеми корозії та протикорозійного захисту металів», що три роки — Український з'їзд з електрохімії, що три-п'ять років — тематичні конференції.

Питання корозії та протикорозійного захисту металів організаційно курує Міжвідомча науково-технічна рада з проблем корозії і протикорозійного захисту металів при Президії НАН України (голова — член-кореспондент НАН України В.І. Похмурський).

Рада визначила такі пріоритетні напрями робіт з проблем корозії та протикорозійного захисту металів в Україні на наступні 5 років:

- розвиток теорії корозії металів; комп'ютерне моделювання корозійних процесів на атомно-молекулярному рівні на основі квантової теорії та різних математичних і обчислювальних підходів;
- дослідження впливу механічних напружень та фізичних полів на корозію та експлуатаційну деградацію металів і сплавів у середовищах, що містять водень, сірководень та інші агресивні компоненти;
- вивчення впливу поверхневого механічного руйнування металів на інтенсивність корозійних процесів з метою розроблення нових методів захисту конструкцій від трибокорозії, кавітації, ерозії тощо;
- вивчення механізму і закономірностей корозії металів і сплавів у іонних рідинах;
- дослідження процесів високотемпературної газової, зокрема водневої, корозії матеріалів, які використовуються в теплоенергетиці та в обладнанні хімічних і нафтопереробних підприємств;
- розвиток теорії корозії конструкційних матеріалів у розплавах легкоплавких металів;
- вивчення процесів корозії компонентів бетону та корозійно-механічного руйнування високоміцної арматури залізобетонних конструкцій;
- створення нових протекторних і електродних матеріалів та вдосконалення систем електрохімічного захисту підземних і підводних металоконструкцій;
- розроблення нових екологічно безпечних композиційних покриттів, зокрема з використанням нанорозмірних наповнювачів різної природи для тривалого захисту металоконструкцій від корозії;

- розвиток теорії інгібіторного та біоцидного захисту металів від корозії і корозійно-механічного руйнування;

- дослідження процесів генерування фізичних сигналів при корозії та корозійно-механічному руйнуванні матеріалів і розвиток нових засобів відбору та обробки інформації та систем корозійного моніторингу.

Ґрунтуючись на світовому досвіді, можна стверджувати, що в Україні є необхідність у вдосконаленні систем управління, організації та проведення аналізу ступеня корозійного пошкодження металоконструкцій та промислового обладнання для оцінки їх поточного стану та вибору засобів підвищення роботоздатності.

На основі аналізу поточного стану окреслено основні проблеми захисту металофонду України від корозії:

- відсутність сформованої державної політики, спрямованої на скорочення корозійних втрат за рахунок використання ресурсо- та енергоощадних технологій протикорозійного захисту;

- невідповідність нормативно-технічної документації щодо встановлення експлуатаційних строків служби, технічного обслуговування та ремонту металоконструкцій європейським і міжнародним вимогам;

- недостатньо жорсткі вимоги та санкції з боку Державної служби України з питань праці щодо стану металоконструкцій не сприяють впровадженню систем активного корозійного

моніторингу в енергетиці, хімічній промисловості тощо;

- недостатній рівень випуску вітчизняною металургійною промисловістю корозійно-захисеного прокату (менш як 5 %) при дефіциті технічного забезпечення та якісних вітчизняних засобів протикорозійного захисту збільшує затрати споживачів металопродукції і знижує рівень захисту металоконструкцій;

- відсутність державного замовлення на підготовку фахівців-корозієзнавців.

Шляхи вирішення цих проблем пов'язані передусім з належним застосуванням наявних технологій боротьби з корозією та залученням досвідчених фахівців з корозії, гармонізації стандартів, а також налагодженням безперервної освіти та системи підготовки кадрів, що сприятиме підвищенню обізнаності загалу щодо корозії. На цьому завжди акцентується увага у щорічній доповіді керівництва Всесвітньої організації з питань корозії (The World Corrosion Organization), зазвичай приуроченій до Всесвітнього дня знань про корозію, який відзначається 24 квітня. У цій доповіді наголошується на можливості зменшення витрат на корозію на 375–875 млрд доларів США на рік завдяки відповідальному ставленню до питань корозії та протикорозійного захисту і використанню організаційних систем управління та організаційно-економічного ризик-аналізу щодо корозійної небезпеки промислових об'єктів [19].

REFERENCES

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Perelmutter A.V., Hordeyev V.M., Horokhov Ye.V., Yehorov Ye.A., Koroliyov V.P., Lantukh-Lyashchenko A.I., Ohloblya A.I. *Stan ta zalyshkovyi resurs fondu budivelnnykh metalevykh konstruksii v Ukraini*. Kyiv: Stal, 2002 (in Ukrainian).

[Перельмутер А.В., Гордеев В.М., Горохов Є.В., Єгоров Є.А., Корольов В.П., Лантух-Лященко А.І., Оглобля А.І. *Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні*. Київ: Сталь, 2002.]

2. Pokhmurskyi V.I. On the state of protection of the metal fund of Ukraine from corrosion. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoho naukovo-doslidnoho ta proektnoho instytutu stalevykh konstruksii imeni V.M. Shymanovskoho*. 2011. 7: 64–69 (in Ukrainian).

[Похмурський В.І. Про стан захисту металофонду України від корозії. *Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського*. 2011. Вип. 7. С. 64–69.]

3. Koch G.H. et al. *International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies Study*. Houston: NACE International, 2016. <http://impact.nace.org/documents/Nace-International-Report.pdf>
4. Sakhnenko M.D., Ved M.V., Yaroshok T.P. *Basics of the theory of corrosion and protection of metals (Osnovy teorii korozii ta zakhystu metaliv)*. Kharkiv, 2004 (in Ukrainian).
[Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. *Основи теорії корозії та захисту металів*: навч. посібник. Харків: НТУ ХПІ, 2004.]
5. Hryhorash V.V., Popovych S.D., Horodivska H.V., Kisil I.S., Dranchuk M.M. Anticorrosive defence of oil and gas industrial equipment in OJС «Ukrnafta». *Methods and Devices of Quality Control*. 2009. **22**: 101–106 (in Ukrainian).
[Григораш В.В., Попович С.Д., Городівська Г.В., Кісіль І.С., Дранчук М.М. Протикорозійний захист нафтогазопромислового обладнання у ВАТ «Укрнафта». *Методи та прилади контролю якості*. 2009. № 22. С. 101–106.]
6. Nyrkova L.I. Assessment of probability of stress corrosion cracking development in a section of main gas pipeline based on analysis of data of design-fulfillment and service documentation. *Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing*. 2011. (3): 18–22 (in Russian).
[Ныркова Л.И. Оценка вероятности возникновения коррозионного растрескивания под напряжением участка магистрального газопровода на основе анализа данных проектно-исполнительной и эксплуатационной документации. *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. 2011. № 3. С. 18–22.]
7. Polyakov S.G., Rybakov A.A., Nyrkova L.I. Electrochemical microprocessor system for corrosion monitoring of pipelines. In: *Problems of corrosion and anti-corrosion protection of materials*: IV Int. Conf. Exhibition (June 9–11, 1998, Lviv). P. 482–485 (in Russian).
[Поляков С.Г., Рыбаков А.А., Ныркова Л.И. Электрохимическая микропроцессорная система коррозионного мониторинга трубопроводов. *Проблеми корозії і протикорозійного захисту матеріалів*: IV міжнар. конференція-виставка (9–11 червня 1998 р., Львів). С. 482–485.]
8. Vasiliev G.S., Herasimenko Y.S. *Development of the method of polarization resistance and construction on its basis of corrosion control devices (Rozvytok metodu poliarizatsiynoho oporu ta pobudova na yoho osnovi prykladiv koroziiynoho kontroliu)*. Kyiv, 2019 (in Ukrainian).
[Васильев Г.С., Герасименко Ю.С. *Розвиток методу поляризаційного опору та побудова на його основі приладів корозійного контролю*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.]
9. Khoma M.S., Pokhmursky V.I., Arkhipov O.G. Development of a pulse method of corrosion monitoring and production of technical means for assessment the critical state of chemical industry equipment operating under increased parameters. In: *Service life and safety of structures, buildings and machinery*. Kyiv, 2012. P. 127–131 (in Ukrainian).
[Хома М.С., Похмурський В.І., Архипов О.Г. Розроблення імпульсного методу корозійного моніторингу та виготовлення технічних засобів для оцінки критичного стану обладнання хімічної промисловості, що працює за підвищених параметрів. У кн.: *Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин*: зб. наук. статей. Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, 2012. С. 127–131.]
10. Dzhala R.M., Dzhala V.R., Ivasiv I.B., Rybachuk V.H., Uchanin V.M. Electrophysical methods of non-destructive testing of defects in structural elements. In: *Technical diagnostics of materials and constructions (Tekhnichna diagnostyka materialiv i konstrukttsii)*. Vol. 4. Lviv: Prostir-M, 2018. (in Ukrainian).
[Джала Р.М., Джала В.Р., Івасів І.Б., Рибачук В.Г., Учанін В.М. Електрофізичні методи неруйнівного контролю дефектності елементів конструкцій. У кн.: *Технічна діагностика матеріалів і конструкцій*: довідн. посібник у 8 т. Т. 4. Електрофізичні методи неруйнівного контролю дефектності елементів конструкцій. Львів: Простір-М, 2018.]
11. Pogrebova I.S. *Metal corrosion inhibitors (Inhibitory korozii metaliv)*. Kyiv, 2012 (in Ukrainian).
[Погребова І.С. *Інгібітори корозії металів*. Київ: Хай-Тек Прес, 2012.]
12. Levchenko S.V., Ledovskykh V.M. Synergistic effects in the mixtures of surfactants in mechanical processing of metals. *Physicochemical Mechanics of Materials*. 2017. (6): 36–41 (in Ukrainian).
[Левченко С.В., Ледовських В.М. Синергічні ефекти у сумішах поверхнево-активних речовин під час механічної обробки металів. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2017. № 6. С. 36–41.]
13. Korniy S.A., Zin I.M., Danyliak M.-O.M., Khlopyk O.P., Protchenko V.S., Bilyi L.M., Holovchuk M.Ya., Zin Ya.I. Protective properties of mechanochemically fabricated zeolite/phosphate anticorrosion pigments for paint coatings. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2021. (3): 107–112. DOI: <http://dx.doi.org/10.32434/0321-4095-2021-136-3-107-112>
[Корній С.А., Зінь І.М., Даниляк М.-О.М., Хлопик О.П., Проценко В.С., Білий Л.М., Головчук М.Я., Зінь Я.І. Захисні властивості одержаних механохімічно цеоліт/фосфатних протикорозійних пігментів для лакофарбових покриттів. *Питання хімії та хімічної технології*. 2021. № 3. С. 107–112.]

14. Slobodyan Z.V., Zin I.M., Korniy S.A. New Environment Friendly Corrosion Inhibitor Based on Plant Extracts and Technology of Chemical Cleaning of Thermal Power Equipment with its Use. *Sci. Innov.* 2021. **17**(2): 15–24. DOI <https://doi.org/10.15407/scine17.02.015>
[Слободян З., Зінь І., Корній С. Новий екологічно безпечний інгібітор на основі екстрактів рослинної сировини та технологія хімічного очищення теплоенергетичного обладнання з його використанням. *Наука та інновації*. 2021. Т. 17, № 2. С. 15–24.]
15. Kityk A., Protsenko V., Danilov F., Pavlik V., Hnatko M., Soltys J. Enhancement of the surface characteristics of Ti-based biomedical alloy by electropolishing in environmentally friendly deep eutectic solvent (Ethaline). *Colloids and Surfaces A*. 2021. **613**(36): 126125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.126125>
16. Karakurkchi H.V., Sakhnenko M.D., Ved' M.V., Mayba M.V. *Heteroxide composite coatings on aluminum alloys for eco-technologies (Heterooksydni kompozytsiini pokryttia na splavakh aliuminiuu dlia ekotekhnolohii)*. Kharkiv, 2020 (in Ukrainian).
[Каракуркчі Г.В., Сахненко М.Д., Ведь М.В., Майба М.В. *Гетерооксидні композиційні покриття на сплавах алюмінію для екотехнологій*. Харків: ФОП Панов А.М., 2020.]
17. Khoma M.S. Problems of fracture of metals in hydrogen-sulfide media. *Mater. Sci.* 2010. **46**(2): 190–200. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11003-010-9277-1>
[Хома М.С. Проблеми руйнування металів у сірководневих середовищах. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2010. № 2. С. 55–66.]
18. Khoma M.S., Vasylyv Kh.B., Chuchman M.R. The influence of hydrogen sulphide concentration on corrosion and hydrogenation of pipe steels (a review). *Fizyko-khimichna mekhanika materialiv*. 2021. (3): 17–27 (in Ukrainian).
[Хома М.С., Василів Х.Б., Чучман М.Р. Вплив концентрації сірководню на корозію та наводнювання трубних сталей (огляд). *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2021. № 3. С. 17–27.]
19. The World Corrosion Organization. <https://corrosion.org/>

Myroslav S. Khoma

Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0951-3975>

STATE AND PROSPECTS OF RESEARCH DEVELOPMENT IN THE FIELD OF CORROSION AND CORROSION PROTECTION OF CONSTRUCTION MATERIALS IN UKRAINE

According to the materials of report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, October 27, 2021

The actuality of the corrosion problem and corrosion protection of metal structures and industrial equipment in Ukraine is shown. The results obtained by institutions of the National Academy of Sciences of Ukraine, institutions of higher education and accredited laboratories that do research in this area are indicated. It is noted that PJSC “Ukrnafta” and “Ukrinstalcon” LLC take a responsible approach to corrosion protection of equipment and metal structures. The state of corrosion monitoring investigation, development of new corrosion inhibitors from eco-friendly materials, studying of hydrogen sulfide and carbon dioxide corrosion in oil and gas production, etc. is considered. The role of Interdepartmental Scientific and Technical Council on Corrosion and Corrosion Protection of Metals in highlighting the main problems and priority areas of investigations on this issue is shown.

Keywords: corrosion, destruction, inhibitor, corrosion monitoring, metal structures, corrosion protection.