

продуктивності побудовано математичну модель, яка встановлює вплив ЗОР на температуру та оптимальні режими різання та свердління зразків з бандажних і роторних сталей. Стендові випробування підтвердили перспективність ЗОРс для обробки свердлінням та точінням роторних (38ХНЗМФА, 35ХНЗМФА) та бандажних (12Х18АГ18Ш) сталей в умовах машинних залів ТЕС та АЕС під час планових ремонтів та аварійно-відновлювальних робіт.

*О. Г. Лук'яненко*

## **КОРОЗИЯ. ЗАХИСТ МЕТАЛІВ ВІД КОРОЗІЇ**

(керівник – чл.-кор. НАН України, д. т. н., проф. В. І. Похмурський)

У 2016 р. на засіданнях семінару заслухано та обговорено 14 доповідей.

**І. М. Зінь. Розроблення наукових засад створення ефективних екологічно безпечних інгібіторів корозії металів.** Здійснено теоретико-експериментальне обґрунтування оптимальних структурних параметрів екологічно безпечних біогенних інгібіторів корозії для ефективного захисту алюмінієвих сплавів і вуглецевих сталей. Встановлено механізм їх захисної дії та розкрито особливості впливу корозивного середовища на їхні фізико-хімічні та захисні властивості. Виконано молекулярне моделювання та квантово-хімічні розрахунки утворення комплексних сполук типу “біогенний інгібітор–неорганічний модифікатор” та спрогнозовано їхні інгібувальні властивості із використанням кількісних співвідношень “структура–активність”, здійснено експериментальну верифікацію результатів теоретичних розрахунків.

**М. М. Студент. Інтенсифікації синтезу оксидокерамічних покриттів на алюмінієвих сплавах.** Досліджено стадійність плазмоелектролітного оксидування поверхні алюмінієвих сплавів з урахуванням впливу електрофізичних та електрохімічних чинників. Запропоновано метод інтенсифікованого синтезу оксидокерамічних шарів із наперед заданими функціональними властивостями.

**М. І. Греділь. Електрохімічні та механічні аспекти впливу корозійно-наводнювальних чинників на цілісність залізобетону.** Подані результати наукових досліджень закономірностей корозійно-водневої деградації арматурних сталей. Розглянуто два аспекти, зумовлені особливостями роботи залізобетонних конструкцій під час тривалої експлуатації за сумісного впливу робочих навантажень і корозивно-агресивного атмосферного середовища: з одного боку, розтріскування і викришування бетонної матриці через корозію арматури, а з іншого – втрата міцності арматури внаслідок її корозійно-водневої деградації. Встановлено високу чутливість сталей зміцнених арматурних прутків до водневого окрихчення за наводнювання в лужному розчині, що моделює робоче середовище. Обґрунтовано механізм руйнування перлітної арматурної сталі проміжних етапів холодного волочіння.

**Я. М. Хабурський. Екологічні інгібітори корозії на основі відходів деревини для захисту вуглецевих сталей у теплоенергетиці.** Розроблено методику синтезу нових екологічно безпечних інгібіторів корозії на основі відходів деревообробної промисловості для протикорозійного захисту теплообмінного обладнання у кислих та нейтральних середовищах. Виявлено основну діючу складову інгібіторів – танін та визначено його кількість в одержаному екстракті. Встановлено оптимальні концентрації інгібіторів, за яких спостерігається найефективніша протикорозійна дія на сталях у кислих і в нейтральних середовищах. Вперше розроблені нові синергічні композиції на основі екстракту дуба з органічним (L- $\alpha$ -аміно- $\beta$ -меркаптопропіонова кислота) та неорганічним (високомолекулярний силікат  $[m\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ ) синергістами. Встановлено, що синергічні композиції, як і екстракт, є інгібіторами змішаної дії, які внаслідок утворення хемосорбційних плівок суттєво підвищують енергію активації корозійного процесу і в нейтральному, і в кислому середовищах.

**М. Р. Чучман.** Наводнювання та опірність корозійно-механічному руйнуванню трубних сталей у сірководневих середовищах за статичних та циклічних напружень. Проаналізовано вплив корозійного та водневого чинників на корозійно-механічне руйнування різних сталей. Встановлено, що за статичних, симетричних і асиметричних циклічних напружень руйнування сталей 20 та 30ХМА відбувається за превалюючого водневого чинника, а сталі 17Г1СУ – за сумісної дії корозійного та водневого. Корозійно-механічне руйнування сталі 12Х21Н5Т за статичних напружень відбувається за переважаючої дії водневого чинника, а за асиметричних і симетричних циклічних – за сумісної дії корозійного та водневого. Виявлено, що висока опірність сталей сірководневому корозійному розтріскуванню не гарантує високої витривалості у насичених сірководневих середовищах за сумісної дії статичних і циклічних напружень. Показано, що ступінь наводнювання сталі 17Г1СУ у хлорид- та ацетатвмісних розчинах за насичення сірководнем не залежить від їх рН та швидкості корозії.

**С. А. Корній.** Моделювання корозійно-електрохімічних процесів на бінарних металевих системах із використанням методу квантової хімії. Подано результати наукових досліджень корозійно-електрохімічних процесів на бінарних металевих системах із використанням методів квантової хімії. Встановлено, що бінарні нанокластери Pt<sub>42</sub>Co<sub>13</sub> оболонкової структури можуть володіти підвищеною каталітичною активністю та стійкістю до утворення оксидів порівняно із Pt<sub>55</sub>, що пов'язано із електронною взаємодією кобальту підповерхневого шару та атома кисню, який розташований у трьохкоординатних положеннях поверхні. Для оцінки механізмів взаємодії в наносистемах бінарні нанокластери платини–компоненти середовища запропоновано характеристику активності бінарного нанокластера – енергетичну активність, яку можна визначати відношенням енергій когезії бінарного та моноплатинового нанокластерів у середовищі. Показано, що перехід до бінарних нанокластерів підвищує енергетичну активність поверхні порівняно із чистим нанокластером.

**В. І. Похмурський, І. М. Зінь.** Дослідження впливу електрохімічних характеристик та розміру локальних електродних ділянок на корозійне руйнування поверхні гетерогенних сплавів. На модельних системах Al–Cu досліджено вплив катодних включень на корозію алюмінієвого сплаву. Встановлено, що зменшення розмірів катодних включень призводить до збільшення площі електрохімічної активності в моделі Al–Cu та поширення загальної корозії внаслідок зростання співвідношення площ анодних і катодних ділянок. При цьому локальна корозія зменшується. Встановлено, що введення катодного включення (міді) та збільшення його вмісту пришвидшує корозію порошкового композита на основі алюмінію у водному середовищі та зменшує його поляризаційний опір. Критична концентрація міді в композиті становить 20 mass%. Зменшення різниці потенціалів між алюмінієвою матрицею та інтерметалідом уповільнює розвиток загальної та місцевої корозії сплаву.

**М. С. Хома, Р. М. Джала.** Розроблення технології захисту від корозії та корозійно-механічного руйнування металокопункцій у сірководневих середовищах. Розроблено новий графічно-аналітичний метод визначення граничних розмірів пошкоджень у покриттях анодного типу. Встановлено, що в сірководневих середовищах захисні властивості пошкоджених покриттів на основі алюмінію як протектора більше ніж на порядок вищі за цинкові. Критичні співвідношення площ сталі та алюмінієвого покриття, за яких ще проявляється протекторний захист, становлять для морської води, насиченої сірководнем морської води та NACE –0,9; 0,75 та 0,7 відповідно. Із застосуванням нерівноважної термодинаміки та фізики поверхні розроблено математичну модель для опису електрофізичних процесів на межі металу з сірководневим середовищем за дії механічних напружень і визначення енергетичних характеристик міжфазного шару залежно від властивостей середовища та режимів електрохімічного захисту.

**М. М. Студент.** Розроблення легованих міддю і нікелем плазмоелектролітних оксидокерамічних шарів з підвищеною пластичністю на газотермічних алюмінієвих покриттях. На основі термодинамічних розрахунків та експериментальних

результатів встановлено взаємозв'язок між енергією одиничного плазмового розряду ( $1,5 \cdot 10^{-6}$  J) під час плазмоелектролітного оксидування та розміром металевих включень в оксидному шарі. Показано, що в умовах граничного тертя у парах тертя оксидний шар (із включеннями міді)–сталь, чавун, бронза в моторних мастилах із гліцерином реалізується режим вибіркового переносу, що на порядок зменшує коефіцієнт тертя та знос цих пар.

**І. М. Погрелюк.** Підвищення корозійної тривкості виробів з титанових сплавів, отриманих методом порошкової металургії, в агресивних середовищах хімічної промисловості. Встановлено дію технологічних чинників компактування порошку гідриду титану на формування структурного стану, а отже, і на корозійну тривкість спеченого матеріалу. Вивчено вплив технологічних параметрів (розміри порошкових частинок гідриду титану, тиск їх пресування, температура спікання) на поруватість і мікроструктуру спеченого технічно чистого титану, а також корозійну тривкість у водних розчинах хлоридної та сульфатної кислот. Корозійна тривкість спеченого титану корелює з параметром поруватості матеріалу. Встановлено вплив азотування на корозійну тривкість спеченого титану різних структурних станів. Показано, що азотування на 1–3 порядки підвищує корозійну тривкість спеченого титану в досліджуваних агресивних середовищах, при цьому залежність від структурного стану спеченого матеріалу зберігається.

**І. М. Зінь.** Нові екологічно безпечні інгібувальні синергічні композиції для протикорозійного захисту обладнання нафтової та енергетичної галузей промисловості. Передбачається створення екологічно чистих інгібіторних синергічних композицій для захисту нафтодобувного, транспортного, енергетичного та нафтопереробного обладнання від корозії та корозійно-механічного руйнування у пластових і підтоварних водах на основі продуктів переробки рослинної сировини та біогенних поверхнево-активних речовин. Встановлено, що інгібітор на основі екстракту дуба (ТИС) у діапазоні концентрацій  $0,1 \dots 0,6 \text{ g/dm}^3$  в динамічних умовах сповільнює реакцію бікарбонат-карбонатного перетворення та зменшує кількість відкладів на поверхні металу. Встановлено синергізм захисної дії у композиції “біосурфактант (трегалозоліпід)–фосфат цинку”.

**І. В. Семенюк** (Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України). Біогенні інгібітори для захисту від корозії та біокорозії нафтогазовидобувного обладнання. Отримано та досліджено біогенні поверхнево-активні речовини рамноліпідної і трегалозоліпідної природи, гумінові кислоти, а також їх композиції з біоцидами на основі етилтіосульфонату та алілтіосульфонату для створення нових інгібіторів корозії металів. Показано підвищену протикорозійну ефективність цих композицій для сталі.

**М. С. Хома.** Підвищення надійності та подовження ресурсу обладнання нафтогазовидобувної, переробної та комунальної галузей внаслідок збільшення його опірності корозійно-механічному руйнуванню. Для наплення зносотривких покривів із підвищеною корозійною тривкістю запропоновано новий порошковий дріт на основі карбиду бору з додатками до шихти евтектичної суміші феромарганцю з ферокремнієм, що забезпечує високу гомогенність за вмістом хрому та зносотривкість. Запропоновано використовувати для наплення деталей, що працюють у сірководневих середовищах, дослідний сплав з приблизно однаковою кількістю нікелю й заліза – по 35%, що значно дешевше, ніж сплави на основі нікелю й кобальту.

**О. Т. Цирульник.** Метод оцінювання роботоздатності та залишкової довговічності магістральних трубопроводів з експлуатаційним макророзшаруванням. Виявлено, що причиною виходу колін магістральних трубопроводів вуглеводнів з експлуатації є макророзшарування металу, які поширювалися в осьовому та тангенціальному напрямках труб на різних глибинах. Встановлено діагностичні ознаки розшарування – аномально малі товщини стінки труби за показами ультразвукового товщиноміра.

*Н. Р. Червінська*