

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ КОРОЗІЯ. ЗАХИСТ МЕТАЛІВ ВІД КОРОЗІЇ ”

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

У 2014 р. відбулося 14 засідань семінару, на яких заслухано та обговорено такі доповіді.

С. А. Корній (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення нових наукових підходів до моделювання корозійно-електрохімічних процесів на металевій поверхні із використанням методу квантової хімії.** Обґрунтовано застосування квантово-хімічних методів для розрахунку систем металевий електрод–корозивне середовище та вибрано програмні засоби для комп’ютерного моделювання. Запропоновано удосконалену методику врахування впливу водного середовища на взаємодію корозійно-активних іонів з кластерами двокомпонентних металічних систем. Систематизовано результати визначення адсорбційно-хімічної стадії під час взаємодії корозійно-активних іонів водного середовища із поверхнею інтерметаліду CuAl_2 .

М. С. Хома (ФМІ НАН України, Львів). **Встановлення впливу корозійно-електрохімічних чинників та наводнювання на опірність руйнуванню трубних сталей у сірководневих середовищах за статичних і циклічних напружень.** Встановлено, що схильність маловуглецевих та низьколегованих сталей до корозійного розтріскування визначає переважно концентрація дифузійно-рухливого водню в металі, що екстрагується при 200°C , а опірність асиметричним циклічним напруженням – водень з більшою енергією зв’язку Me-H , що екстрагується при 800°C . Виявлено, що корозійно-механічне руйнування в розчині NACE сталей 20 та 30ХМА протікає за домінуючого водневого окрихчення, а сталей 17Г1СУ – за одночасної дії корозійного та водневого чинників.

Г. М. Никифорчин (ФМІ НАН України, Львів). **Закономірності впливу експлуатаційних та корозійних чинників на деградацію структури і характеристик опору крихкому руйнуванню конструкційних сталей.** Виявлено особливості деградації конструкційних сталей за кліматичних умов морського узбережжя. Розкрито і систематизовано стадійність деградації теплотривких сталей, експлуатованих за підвищених температур. Розвинуто метод прогнозування опору крихкому руйнуванню експлуатованих сталей за результатами оцінювання їх електрохімічних характеристик у польових умовах у середовищі з депасиваційними властивостями. Уточнено механізм корозійного розтріскування трубних сталей у ґрунтових нейтральних середовищах з домінуванням водневого окрихчення.

В. А. Волошин (ФМІ НАН України, Львів). **Методи моделювання експлуатаційної деградації трубних сталей у лабораторних умовах.** Розроблено методику діагностування експлуатаційної деградації сталей за їх схильністю до крихкого мікро-розтріскування, а також за кліматичних температур, коли тривала дія водню поєднується зі статичним навантаженням металу. Розвинуто метод оцінювання схильності матеріалу до експлуатаційної деградації, який враховує вплив попередньо абсорбованого водню на штучне деформаційне старіння сталей та відтворює реальні умови впливу корозивно-наводнювальних середовищ.

М. С. Хома (ФМІ НАН України, Львів). **Вивчення впливу домішок вуглекислого газу до сірководневих середовищ на швидкість корозії і наводнювання низьколегованих та нержавних сталей за підвищених температур та тисків.** З’ясовано вплив парціального тиску сірководню ($1\dots 5\text{ atm.}$) та вуглекислого газу ($15\dots 30\text{ atm.}$), а також температури ($25\dots 120^\circ\text{C}$) на корозійну поведінку сталей 09Г2С та 08Х18Н10Т у модельній морській воді та ступінь їх наводнювання. Виявлено, що сірководень за парціального тиску 1 та 5 atm. при 80°C збільшує швидкість корозії сталі 09Г2С у модельній морській воді в ~ 3 та 9 разів, відповідно, і практично не впливає на неї в сталі 08Х18Н10Т. З підвищенням температури від 25 до 80°C за парціального тиску 1

atm. швидкість корозії сталей зменшується у ~5–8 разів, а при 120°C – практично не змінюється.

Г. М. Никифорчин (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення технології проти-корозійного захисту трубопроводів та металокопструкцій покриттями на основі швидкоотвердної бітумно-латексної емульсії.** Розроблено рецептуру швидкоотвердної бітумно-латексної емульсії з коротким часом розпаду (1...2 s) та досліджено її властивості та можливості модифікації інгібіторними додатками, а також фізико-механічні та протикорозійні характеристики покриттів на її основі. Розроблено технологічну документацію для нанесення емульсії на металеві поверхні та ізоляційні основи.

З. В. Слободян (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення технологічного регламенту на синтез інгібітора на основі продуктів переробки відходів деревообробної промисловості.** Встановлено, що екстракти з відходів перероблення дуба (стружка, кора, тирса) та синергічні композиції на їх основі є інгібіторами корозії середньовуглецевих сталей не лише в нейтральних, але й у кислих середовищах. Опрацьовано технологічний регламент та технологічну схему синтезу синергічної композиції ТИС на основі відходів перероблення дубової сировини.

Ю. В. Квашук (Чернігівський національний педагогічний ун-т ім. Т. Г. Шевченка). **Розробка екологічно безпечних інгібіторів корозії для захисту обладнання харчового виробництва.** Встановлено, що інгібітори на основі насіння ріпаку та гірчиці мають високий ефект післядії. Доведено, що вони є колоїдними розчинами. Визначено, що критичні концентрації міцелоутворення збігаються з оптимальними інгібіторів, за яких зафіксовано найвищу ефективність протикорозійної дії (0,2...0,3 g/l у перерахунку на діючу речовину). Виявлено основні закономірності механізму протикорозійної дії інгібіторів, що вказують на енергетичний і блокувальний механізми та адсорбцію на рівномірно неоднорідній поверхні сталі.

С. А. Корній (ФМІ НАН України, Львів). **Фізико-хімічні основи формування стабільних бінарних наночастинок платини та прогнозування їх корозійної тривкості у середовищах низькотемпературних паливних комірок.** Наведено розрахункові адсорбційні характеристики впливу компонентів середовища на поверхнево-активний стан бінарних нанокластерів платини оболонкової структури різного розміру і встановлено механізми адсорбційної взаємодії молекул та іонів з поверхнею нанокластерів. Описано нову модель корозійного розчинення поверхні бінарних нанокластерів у кислому середовищі із вмістом молекул та іонів H₂O, Cl⁻, OH⁻.

К. О. Курпач (Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, Київ). **Дослідження впливу нових наноматеріалів на трибологічні та антикорозійні властивості різних за складом палив і мастил.** Одержано та охарактеризовано функціональні похідні вуглецевих полішаруватих наносфер, поверхню яких модифіковано карбоксильними групами, бромом та хлором. Виявлено здатність до інгібування радикально-ланцюгового окиснення органічних речовин вуглецевими полішаруватими наносферами. Встановлено, що за вмісту синтезованих вуглецевих 0,001 mass.% наносфер у складі палив суттєво поліпшуються їх протизношувальні, антизадирні та антикорозійні властивості.

І. М. Зінь (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення наноструктурованих полімерних покриттів з полішченими характеристиками для протикорозійного захисту металокопструкцій.** Синтезовано нанорозмірний цинкфосфатний пігмент та підтверджено його високу протикорозійну ефективність у лакофарбових ґрунтувальних композиціях порівняно з комерційним фосфатом цинку. Розроблено інгібувальну композицію на основі цеолітів з різними катіонами, зокрема кальцію (Ca²⁺) та цинку (Zn²⁺), та фосфатовмісної аніонообмінної смоли, яка проявляє синергізм захисної дії проти корозії алюмінієвого сплаву та вуглецевої сталі. Одержано Са-вмісний цеолітний пігмент з осадженим на його поверхні нанорозмірним фосфатом цинку, який приблизно у 10 разів збільшує опір поляризації алюмінієвого сплаву у кислому дощі, ніж відомі фосфатні інгібітори корозії.

О. М. Сірик (Інститут хімії високомолекулярних з'єднань НАН України, Київ). **Оптимізація складу та відпрацювання технології виробництва Zn-наповненого поліуретану як протиобростального покриття.** Розроблено рецептури цинкнаповнених поліуретанових покриттів з вмістом цинкового порошку 60 і 80%. Для цього використано поліуретанові матриці на основі етерів та естерів і ароматичного поліізоціанату. Вивчено їх фізико-механічні та технологічні властивості. Встановлено, що матеріали на основі цинкнаповненого поліуретану з естерним гідроксилвмісним складником, а також модифіковані наноструктурованим органо-неорганічним олігомером НОНО біотривкі до дії бактерій-деструкторів.

О. М. Барановський (Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, Київ). **Аналіз результатів випробувань на корозійну тривкість перспективних складів твердих сплавів.** Відпрацьовано режими отримання легованих композитів на основі твердого сплаву ВН20, щоб одержати матеріали з найвищими фізико-механічними характеристиками. Виявлено, що оптимальним є такий режим: температура 1420°C за витримки 900...1200 s. На основі електрохімічних досліджень встановлено, що легування твердого сплаву ВН20 1% Cr₃C₂ підвищує його корозійну тривкість у 3%-му розчині NaCl втричі. Легування карбідом ванадію сприяє збільшенню твердості композиційного матеріалу, а отже, зменшенню зносу під час тертя.

Х. Б. Василів (ФМІ НАН України, Львів). **Вивчення трибокорозії розроблених Інститутом надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України композитів на основі карбидовольфрамів твердих сплавів.** Виявлено, що включення 2...4% графіту до складу композитів на основі твердого сплаву ВН20 інтенсифікують локальні корозійні процеси. Легування кобальтом погіршує зносотривкість карбидовольфрамів твердих сплавів внаслідок крихкого руйнування поверхні тертя. Пара тертя сплав ВН20 + 1% VC + 1% Cr₃C₂ має найвищу зносотривкість у 3%-му розчині NaCl. При цьому коефіцієнт тертя знижується до 0,01 та відсутні пошкодження на поверхні тертя.

О. Е. Нарівський (Азовський машинобудівний завод, Бердянськ). **Закономірності та механізми локальної корозії конструкційних матеріалів для смісної та теплообмінної апаратури.** Одержано регресійні залежності корозійних втрат Fe, Cr, Ni із пітингів сталі АіSi304 і АіSi321 та сплаву 06ХН28МДТ у модельних оборотних водах. Визначено вплив об'єму і морфології δ-фериту в складі сталей на їх критичну температуру пітингування, корозійні втрати і електрохімічні характеристики у високоокиснювальному хлоридовмісному середовищі.

М. М. Студент (ФМІ НАН України, Львів). **Структура, фазовий склад та корозійна тривкість електродугових покриттів і наплавлених шарів із нових порошкових дротів.** Запропоновано формули для визначення необхідного вмісту хрому в порошкових дратах (ПД), що забезпечить корозійну тривкість покриття, з урахуванням нерівномірного його розподілу у ламелях покриття. Розроблено склад шихти експериментальних ПД на основі дешевих хромо- та кремнієвмісних феросплавів.

Ю. М. Кусков (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ). **Матеріали та технологія відновлення плазмовим наплавленням ущільнювальних поверхонь трубопровідної запірної арматури теплових електростанцій.** Встановлено, що причиною локальної корозії наплавлених шарів із порошкових дротів під шаром флюсу є неповне сплавлення тугоплавких компонентів V та Mo у розплаві під час наплавлення штоків гідроциліндрів. За наявності в структурі наплавленого шару до 30% фериту зменшується схильність до утворення гарячих тріщин та локальної корозії у 3%-му NaCl. Розроблено склад порошкового дроту (ПД30Х15НМ2ФГС) для наплавлення штоків гідроциліндрів, які працюють в умовах корозійно-абразивного зношування.

В. М. Гвоздецький (ФМІ НАН України, Львів). **Захист енергетичного обладнання від корозії та абразивного зношування методом електродугового напилення покриттів.** Проаналізовано умови формування електродугових покриттів з розроб-

лених у ФМІ порошкових дротів, нанесених за підвищених параметрів напилення, та визначено характер формування міжламельних оксидних плівок у покриттях. Під час нанесення покриттів за підвищення тиску розпилу від 0,6 до 1,2 МПа розмір краплин зменшується від 50...150 до 5...50 μm та зростають корозійна тривкість, мікротвердість та когезивна міцність.

В. М. Федірко (ФМІ НАН України, Львів). **Фізико-хімічні основи підвищення циклічної та статичної міцності виробів із титанових сплавів градієнтним зміцненням поверхневих шарів металу елементами втілення (O, N, C) за термодифузійного насичення.** Виявлено ефект підвищення ресурсних характеристик α - і псевдо- α -сплавів титану під різними видами навантаження за умов регламентованого твердорозчинного зміцнення поверхневих шарів елементами втілення. Сформульовано фізико-хімічні основи технології модифікування поверхневих шарів титанових сплавів шляхом формування градієнтних дифузійних шарів заданих параметрів елементами втілення. Проаналізовано закономірності руйнування зварних з'єднань титанових сплавів ВТ1-0 та ПТ-7М залежно від режимів відпалу та фазово-структурного стану поверхневих шарів металу. Встановлено, що підвищення довговічності після відпалу в контрольованому розрідженому кисневовмісному газовому середовищі зумовлено не тільки зняттям залишкових напружень, а й зневоднюванням поверхневих шарів і об'єму металу, розчиненням інтерференційно забарвлених оксидних плівок, зниженням поверхневої твердості у зонах зварного шва.

А. А. Васцько (Інститут фізики НАН України, Київ). **Макет системи для досліджень трибологічних властивостей надтонких органічних плівок у робочих середовищах. Створення програмного забезпечення для трибологічних випробувань.** Розроблено прилад для неруйнівного вимірювання коефіцієнтів тертя надтонких плівок методом коливання левітувального в магнетному полі маятника. Теоретично вивчено розповсюдження самозаліковної тріщини в інтерфейсі тертя і знайдена характерна довжина її пробігу, яку контролює пружність блока і інтерфейсу.

Г. Г. Веселівська

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ПРОБЛЕМИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛІВ”

(керівники – д. т. н., проф., чл.-кор. НАН України В. М. Федірко
та д. т. н., проф. О. П. Осташ)

У 2014 р. відбулося десять засідань семінару, на яких заслухано та обговорено такі доповіді.

В. І. Маруха (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення ін'єкційних полімерних матеріалів і технологій відновлення роботоздатності експлуатаційно пошкоджених бетонних і залізобетонних конструкцій.** Розроблено плинні ін'єкційні композиції та тверді полімерні вставки на поліуретановій, пінополіуретановій і поліепоксидній основах, у тому числі модифіковані кремнійорганічними сполуками, наноструктурованим органонеорганічним олігомером ОНО-2 та низькомолекулярними епоксидними мономерами. Показано, що мінеральний наповнювач у системі “поліуретанова матриця–воластоніт” підвищує ефективність відновлення. Експериментально встановлено, що ін'єкції такими композиціями забезпечують віднову міцності пошкоджених бетонних і залізобетонних зразків зі штучними тріщинами (концен-