

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ПРОБЛЕМИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛІВ”

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

У 2010 р. відбулося десять засідань семінару, на яких заслухано та обговорено такі доповіді.

І. Г. Добротвор (Тернопільський національний економічний університет). **Дослідження динаміки фізико-механічних характеристик покриттів на основі наповнених епоксикомпозитів.** Встановлено закономірності і кінетику формування зовнішніх поверхневих шарів, що утворюються в матриці навколо часток чи волокон наповнювача під час формування епоксикомпозитів, залежно від вмісту, дисперсності і фізико-хімічної природи введеного у зв'язувач наповнювача та видано рекомендації щодо прогнозованого регулювання властивостями сформованих матеріалів. Виявлено вплив структурних властивостей і геометричних параметрів цих шарів на динаміку фізико-механічних характеристик процесів зшивання композитного матеріалу. Виявлено синергійний ефект підвищення експлуатаційних характеристик епоксикомпозитів під час використання комплексу наповнювачів різної природи внаслідок підвищення ступеня зшивання матриці у зовнішніх поверхневих шарах завдяки введенню у зв'язувач двокомпонентних полідисперсних наповнювачів.

О. В. Ткачук (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення способів оксинітрування для підвищення зносо- та корозійної тривкості титанових сплавів.** Встановлено закономірності формування на поверхні титанових сплавів оксинітридів регламентованого складу за умов модифікування нестехіометричного нітриду титану киснем і оптимізовані температурно-часові та газодинамічні умови оксинітрування. Виявлено зв'язок між інтенсивністю оксинітрування титану та відхиленням складу нітриду титану від стехіометричного в межах області його гомогенності, визначені умови формування оксинітриду титану складу наближеного до еквіатомного. Розроблено способи оксинітрування титанових сплавів для підвищення їх зносотривкості та корозійної опірності у кисневмісних кислотах високих концентрацій за збереження високого рівня механічних характеристик титанової матриці.

І. Ю. Кисільова (Запорізький національний технічний університет). **Дослідження впливу структурних чинників на деформівність хромистої сталі.** Розроблено комплексний підхід до оцінки деформівності листових феритних корозійностійких сталей, заснований на побудові стохастичної моделі, яка враховує як механічні властивості, так і параметри тонкої структури. Встановлено, що розподіл густини дислокацій, довжини вільного пробігу дислокацій у структурі феритних корозійностійких сталей може бути описаний розподілом Вейбула та його різновидами, а його параметри залежать від режимів термічної обробки. Для сталі 03X18ТБч побудовані діаграми навантажень у координатах “напруження–квадратний корінь з деформації” та отримано залежності, що характеризують рівень коефіцієнта деформаційного зміцнення. Це дало можливість виявити різні механізми деформаційного зміцнення. На основі отриманих теоретичних статистичних розподілів густини дислокацій сталі 03X18ТБч розроблено методику, яка дає можливість обчислити відсотки браку за будь-якого масового виробництва, що включає пластичне формозмінення.

Р. С. Мардаревич (ФМІ НАН України, Львів). **Розробка двошарових композиційних електрохімічних покриттів системи Ni–В–Cr для підвищення функціональних властивостей вуглецевих сталей.** Встановлено концентраційні залежності впли-

ву складу суспензії та режимів електролізу на вміст дисперсної фази в покритті за електрохімічного осадження шару нікель–бор зі сульфатхлоридного електроліту-суспензії. Розраховано і експериментально підтверджено оптимальну (0,15...0,2 m/s) швидкість потоку суспензії та обґрунтовано доцільність застосування поверхнево-активних речовин катіонної природи для отримання покриттів з високим (8...10 mass.%) вмістом аморфного бору. Показано закономірності утворення боридних фаз нікелю і хрому та вплив температурно-часових параметрів відпалу на формування композиційної структури покриттів. Показані переваги розроблених двошарових покриттів над одношаровим (нікель–бор) і гальванічним хромовим покриттями за триботехнічними характеристиками, циклічною міцністю, корозійною тривкістю в розчинах H_2SO_4 і HNO_3 та стійкістю до окиснення. Розроблено технологічні режими формування композиційних електрохімічних покриттів Ni–B–Cr на сталевих виробках для конкретних умов експлуатації.

О. І. Яськів (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення основ технологій формування карбонітридних та карбооксидних термодифузійних покриттів на титанових сплавах.** Встановлено закономірності формування карбонітридних та карбооксидних шарів під час багатокomпонентного термодифузійного насичення титанових сплавів у вуглецеазотокисневмісних середовищах. Показана можливість формування карбонітридних та карбооксидних покриттів неконтактним способом (без контакту з графітовою засипкою) та його технологічні переваги над контактним. Встановлено, що формування карбонітридних та карбооксидних покриттів відбуваються поетапно, через формування бінарних сполук (нітридів, карбідів) нестехіометричного складу та їх подальшу трансформацію у потрібні сполуки внаслідок взаємодії з активними компонентами (вуглецем, киснем) насичувального середовища. Показано, що оптимальним комплексом захисних властивостей у агресивних розчинах неорганічних кислот володіють покриття зі складом багатокomпонентної сполуки, близьким до еквіатомного, а зносотривкість карбонітридних та карбооксидних покриттів вища, ніж бінарних. Розроблено основи інженерії поверхні титанових сплавів для підвищення зносо- і корозійної тривкості.

В. М. Власовець (Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка). **Наукові основи підвищення властивостей виробів зі залізовуглецевих сплавів на підставі оцінки їх структурного стану.** Розглянуто закономірності зміни магнетного параметру H_c від структурного стану для прогнозування механічних, технологічних, експлуатаційних характеристик виробів з матеріалів, що відрізняються вмістом вуглецю, легувальними добавками, технологіями обробки, які є емпіричним базисом обґрунтування напрямків підвищення рівня їх властивостей під час виробництва, експлуатації та поновлення працездатного стану. Для легованих чавунів встановлені залежності H_c від структури та вмісту залишкового аустеніту, що дало можливість під час їх лиття керувати процесом модифікування, регулюючи співвідношення між ступенем евтектичності, часом введення модифікаторів та початком заливки. Так вдалося отримати заданий комплекс властивостей відповідно до типів прокатних валків. Встановлені залежності дали можливість зменшувати залишкові напруження у масивних виливках до 2,5 разів за рахунок формування хромистокарбідної евтектики з матричною фазою – аустенітом та ділянками насиченими міддю для високохромистих чавунів.

М. М. Студент (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення багатофункціональних електродугових покриттів з порошкових дротів на основі FeCrBAI та FeCrCAI.** Встановлено основні закономірності впливу компонентного складу шихти порошкових дротів (ПД) і параметрів отримання електродугових покриттів на формування їх мікроструктури та функціональні властивості за умов граничного тертя, абразивного та газо-абразивного зношування за підвищених температур. Запропоновано наукові принципи оптимізації складу ПД для отримання електродугових покриттів з наперед заданими функціональними властивостями, які ґрунтуються на використанні структурної діаграми з визначення фазового складу покриттів з врахуванням їх хімічної гетерогенності та вмісту легувальних елементів у твердому розчині та в оксид-

ній фазі. Розроблено метод кількісного оцінювання хімічної гетерогенності електродугових покривів з ПД та встановлено закономірності виникнення колових напружень у покриттях під час їх нанесення. Створені порошкові дроти для електродугового наплення захищені патентами України і застосовуються як захисні та відновні у різних сферах виробництва.

Р. Т. Гарматюк (Тернопільський національний педагогічний університет). **Розробка технології формування та дослідження властивостей полімеркомпозиційних матеріалів електротехнічного призначення.** Показано, що зміною параметрів структури сформованої системи, природи і концентрації пластифікаторів, температурно-часових режимів обробки можна впливати на фізико-механічні властивості електропровідних полімеркомпозиційних покривів (ЕПП) на основі епоксидної смоли ЕД-20, модифікованої аліфатичною смолою ДЕГ-1 за ступінчатого режиму полімеризації. Комплексна ультразвукова та електромагнетна обробки підвищує фізико-механічні характеристики ЕПП з дисперсними наповнювачами (технічний та пластинчастий графіт, технічний вуглець), збільшуючи енергію взаємодії наповнювача зі сталеву основу та прискорюючи початок полімеризації. Йонно-плазмова обробка ЕПП з вуглецевими наповнювачами збільшує їх електропровідність внаслідок зростання площі електричного контакту і зменшення перехідного опору, знижуючи питомий опір на 30...40%. Створено нові полімеркомпозиційні матеріали з підвищеними електропровідними, адгезійними, фізико-механічними властивостями, корозійною стійкістю та розроблено технологію їх нанесення на деталі складної конфігурації.

І. М. Зінь (ФМІ НАН України, Львів). **Дослідження механізму трибокорозії легких сплавів зі захисними покриттями.** Розроблено нові методики та обладнання для дослідження трибокорозії, що використовують струм поляризації за потенціалу вільної корозії як інформативний параметр руйнування поверхні сплаву. Досліджено механізм трибокорозійного зношування алюмінієвих сплавів з конверсійними покриттями. Показано, що хромати знижують опір трибокорозійному зношуванню через утворення крихкої плівки, яка під час руйнування відіграє роль абразиву. Фосфатні плівки в 2–2,5 рази підвищують опір зношуванню алюмінієвого сплаву, зберігаючи високі антикорозійні властивості. Присутність в алюмінієвому покритті мідного катода в умовах дії корозійно-механічного чинника інтенсифікує розчинення алюмінію та утворення вторинних структур, які виступають у ролі змашувального шару і призводять до зниження коефіцієнта тертя. Застосування електрохімічних Ni та Ni-B покривів підвищує в 6–8 разів трибокорозійну тривкість сплаву Д16Т та зменшує його кавітаційно-ерозійне зношування у 5,8–7,2 рази. Низькотемпературна обробка зразків алюмінієвого сплаву з конверсійними електрохімічними покриттями Ni-B (420°C) призводить до твердофазної взаємодії компонентів з утворенням фаз Ni-Ni₃B, зміщує потенціал корозії в сторону пасивних значень і значно підвищує опір трибокорозійному руйнуванню.

Л. О. Бабій (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінювання високотемпературної водневої деградації теплотривких сталей реакторів гідрокрекінгу нафти.** Показано, що деградація структури корпусних теплотривких сталей 15X2MФА і 2,25Cr-1Mo за сумісного впливу високої температури та наводнювального середовища пов'язана з локалізацією карбідів на межах субзерен і зерен та їх коагуляцією. Встановлено, що газоподібний водень сприяє локальній пластифікації металу і підвищує швидкість усталеної повзучості сталі (2,25Cr-1Mo) корпусу реактора гідрокрекінгу нафти як у вихідному стані, так і після деградації в експлуатаційних умовах. Показано відмінності механізмів руйнування за умов повзучості у водні, сталей у вихідному і деградованому станах, що проявляються у різних формах і кількості мікропор, і, як наслідок, у відмінності ямкового мікрорельєфу зламу. Встановлено, що тривала експлуатація корпусних сталей у наводнювальному середовищі спричиняє їх пошкодження у вигляді мікропорожнин діаметром до 120 μm, які виникли внаслідок декогезії неметалевих включень з матрицею.

А. Т. Пічугін