

**НАУКОВИЙ СЕМІНАР  
“ПРОБЛЕМИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА  
ТА ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛІВ”**

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

У 2008–2009 рр. відбулося вісім засідань семінару, на яких заслухано та обговорено такі доповіді.

**В. В. Левицький** (Тернопільський державний технічний університет ім. Івана Пулюя). **Закономірності впливу ультрафіолетового опромінення і модифікування наповнювачів на властивості епоксикомпозитних матеріалів.** Оптимізовано технологічні режими формування опромінених ультрафіолетом епоксидних композитів, наповнених модифікованими дисперсними частками. Показано, що спочатку слід модифікувати дисперсні частки епоксидно-діановим олігомером з подальшим їх термообробленням, а потім опромінювати композицію для активації міжфазової взаємодії, що підвищує експлуатаційні характеристики матеріалів. Розроблено технологію формування багат шарових покриттів з поліпшеними фізико-механічними і теплофізичними властивостями направленим керуванням кількості полімеру у зовнішніх поверхневих шарах.

**В. В. Кулик** (ФМІ НАН України, Львів). **Обґрунтування роботоздатності сталей висококомірних залізничних коліс з позицій структурної механіки втомного руйнування.** Показано, що ізотермічне гартування з формуванням дрібнодисперсної пластинчасто-глобулярної структури відпущеного бейніту підвищує циклічну в'язкість руйнування висококомірних ( $\sigma_B > 1100$  МПа) колісних сталей (ВКС) зі збільшеним вмістом вуглецю (0,63%) та мікролегованих ванадієм (~0,1%). Встановлено, що зі зменшенням допустимого розміру екзогенних металургійних включень з 3 (норма ТУ в Україні) до 2 mm (норма ЄС) втомна довговічність ВКС збільшується вдвічі. Визначено безпечний розмір тріщиноподібного дефекту за циклічного навантаження ВКС:  $2a_0 = 0,13 \dots 0,19$  mm. Виявлено схильність середньомірних і ВКС з дефектами типу втомних тріщин до низькотемпературного (до  $-60^\circ\text{C}$ ) окрихчення за високих амплітуд циклічного навантаження та швидкості росту тріщини ( $>10^{-7}$  m/cycle), а також підвищену чутливість ВКС до асиметрії циклу навантаження.

**Ю. В. Головатюк** (ФМІ НАН України, Львів). **Встановлення фізико-механічних критеріїв деградації алюмінієвих сплавів типу Д16 та В95 під час тривалої експлуатації.** Встановлено, що найчутливішими до деградації алюмінієвих сплавів Д16чТ і В95пчТ1 є відносно видовження  $\delta$ , визначене на гладких зразків за статичного навантаження, ефективний поріг втоми  $\Delta K_{th\text{eff}}$  і втомна довговічність  $N_f$  зразків з конструктивним концентратором напружень. Виявлено, що зниження ресурсних характеристик деградованих алюмінієвих сплавів і їх підвищена чутливість до зернограничного руйнування в корозивному середовищі пов'язані з мікророзтріскуванням інтерметалідів вихідної мікроструктури, зростанням густини дислокацій і скупченням смуг ковзання біля меж зерен матриці. Обґрунтована можливість моніторингу ступеня деградації конструкційних алюмінієвих сплавів неруйнівним методом: падінню відносного видовження  $\delta$  і втомної довговічності  $N_f$  зразків у 1,5–2,5 рази відповідає ріст питомої електропровідності на 28...30%. Встановлені значення поправкових коефіцієнтів ( $\eta = 1,5 \dots 2,5$ ), які враховують негативний вплив деградації конструкційних алюмінієвих сплавів на втомну довговічність авіаконструкцій з концентраторами напружень.

**О. І. Балицький** (ФМІ НАН України, Львів). **Розробка нових модифікованих високоазотних хромомарганцевих сталей для тривалої експлуатації в середовищі водню сучасних та перспективних енергетичних турбоагрегатів.** Розроблено

нову хромомарганцеву сталь 08X18AG18M2, яка за міцністю у водні на 15% переважає відому сталь 12X18AG18Ш. Легування сталі азотом (до 0,95%) та молібденом (до 2%) підвищує статичну тріщиностійкість  $K_c$  у водні на 15...20%. Виявлені особливості водневого руйнування високоазотних хромомарганцевих сталей та їх зварних з'єднань, які проявляються у зародженні мікротріщин межами аустенітних зерен, а також на виділеннях  $\sigma$ -фази. Показано, що нормативні значення критичної довжини тріщини металу бандажних кілець роторів турбогенераторів під час експлуатації в технологічному водневому охолоджувальному середовищі необхідно зменшити на 25...30% порівняно з такими для безводневого середовища. Визначено оптимальні режими холодного деформаційного зміцнення, які забезпечують підвищений рівень  $\sigma_B$  зі збереженням необхідної (згідно з вимогами МВТУ-УМ-60-1) пластичності ( $\delta > 20\%$ ). Розроблено рецептуру змащувально-охолоджувальної рідини ФМІ-РЖс-У (ТУ У 23.2-30908987-002:2007) для обробки різанням важкооброблюваних високоазотних хромомарганцевих аустенітних сталей.

**М. М. Студент** (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення нових комбінованих металооксидних покриттів для захисту легких сплавів від корозійно-механічного руйнування.** Виявлено підвищену (на 20...30%), порівняно зі суцільним матеріалом, швидкість росту оксидокерамічних шарів (ОШ) на гетерогенних електродугових покриттях (ГЕП) на Al, Mg і Ti сплавах. Встановлено, що за росту ОШ в основу Al сплавів межа поділу між електродуговим ОШ і оксидами основи відсутня; на Ti сплавах спостерігається взаємопроникнення фаз  $Al_2O_3$  і  $TiO_2$ ; на Mg сплавах фази  $Al_2O_3$  і MgO не змішуються, а покриття відшаровується межами поділу фаз, що зумовлює необхідність прошарку між оксидокерамікою і магнієвою основою. Легувальні елементи ГЕП, оксиди яких можуть відновлюватися розплавом Al під час плазмово-електролітної обробки, переходять із генних в ОШ у вільному стані та розташовуються там в порах, зменшуючи пористість ОШ. Зносотривкість ОШ на ГЕП в 7 разів перевищує таку сталі ШХ15 за випробовування закріпленням абразивом. Комбіновані металооксидні покриття мають на порядок вищу корозійну тривкість, ніж магнієвий сплав МА-5, і пасивні у діапазоні потенціалів до 3 V.

**Д. Ейлон** (Технічний університет, м. Дейтон, США). **Титан в США: сучасний стан досліджень та перспективи використання.** Описано стратегічні напрямки розвитку титанової промисловості у світі та у США, зокрема: створення нових ринків збуту, не пов'язаних з авіаційною промисловістю, якій притаманний циклічний розвиток; розробка нових областей використання титану; стандартизація міжнародних специфікацій титанової продукції; розробка нових сфер промислового застосування титану для зниження експлуатаційних витрат. Охарактеризовано сучасний стан досліджень у галузі матеріалознавства та технології титану в США та перспективи використання титанових сплавів у різних галузях. Наголошено на перспективності таких напрямків, як порошкова металургія титану, інженерія поверхні титанових сплавів, створення сплавів з підвищеною жаротривкістю та жароміцністю, розробка та широке впровадження новітніх технологічних процесів.

**І. Ф. Костюк** (ВАТ "Західенерго", Львів). **Оцінювання властивостей сталей системи Fe-Cr-Mn з підвищеним вмістом азоту та їх зварних з'єднань у водневомісних середовищах.** Розглянуто проблеми оцінювання довговічності та надійності зварних з'єднань високоазотних сталей енергетичного призначення у водневих середовищах. Показано, що і атмосфера газоподібного водню тиском до 5 МПа, і попереднє електролітичне наводнювання знижують  $\sigma_B$  та  $\delta$  зварних з'єднань, а випробовування на малоциклову втому є одним з найчутливіших до дії водню. Вперше отримано залежність в'язкості руйнування ( $K_{1c}$ ) бандажної сталі 12X18AG18Ш різного ступеня зміцнення від часу експлуатації в газоподібному водні. Запропоновано для оцінки роботоздатності бандажних кілець роторів турбогенераторів у газоподібному водні враховувати зміну (з часом) тріщиностійкості ( $K_{1c}$ ) та добутку ( $K_{1c} \times \sigma_B$ ). Результати використані під час підготовки та впровадження на ТЕС сучасних нормативних документів Мінпаливенерго України.

**І. І. Булик** (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення методів і водневих технологій підвищення функціональних властивостей сплавів на основі РЗМ та цирконію.** Встановлено особливості ініційованих воднем фазових перетворень у функціональних матеріалах (ФМ) на основі РЗМ та Zr і виявлено залежність їх морфології від умов воднево-вакуумної обробки. Розроблені ефективні способи керування фазово-структурним станом ФМ для поліпшення їх властивостей та технології обробки і виготовлення виробів: одностадійну технологію диспергування феромагнетних сплавів системи дидим–Fe–В, яка поєднує дію водню та вібраційного навантаження і поліпшує магнетні властивості спечених з цих сплавів магнетів; високопродуктивний комбінований спосіб водневої обробки сплавів Zr та сполук для металогідридних електродів Ni-металогідридних акумуляторів шляхом їх термообробки та здрібнення у планетарному млині у водні; метод формування нанорозмірної структури у феромагнетних сплавах системи Sm–Co та в електродних сплавах на основі системи La–Ni і Zr–фаз Лавеса, які ґрунтуються на диспропорціонуванні у водні та рекомбінації у вакуумі.

*А. Т. Пічугін*