

У НАУКОВИХ КОЛАХ

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ КРИХКОГО РУЙНУВАННЯ”

(керівник – акад. В. В. Панасюк)

У 2009 р. відбулося 12 засідань семінару, на яких заслухано такі доповіді.

В. М. Бойко (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення числово-експериментального методу для підрахунку динамічних коефіцієнтів інтенсивності напружень (ДКІН) у зразках з тріщинами.** Для визначення ДКІН у тілах скінченних розмірів розвинуто числово-експериментальний підхід з використанням методу скінченних елементів. На його основі одержано аналітичні формули для обчислення ДКІН у балкових і циліндричних зразках, підданих ударному згину та розтягу. Побудовано наближені аналітичні формули для обчислення ДКІН за ударного розтягу циліндричного зразка із зовнішньою кільцевою тріщиною. Сформульовано розрахункову модель для визначення ДКІН за динамічного зсуву. Запропоновано експериментальну методику його визначення шляхом динамічного закруту циліндричного зразка з зовнішньою кільцевою тріщиною.

Ю. Я. Мешков (Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, Київ). **Крихкість і в'язкість металу в умовах складного напруженого стану.** Характеристика пластичності металу ψ – відносне звуження зразка за розриву, яке визначають за одновісного розтягу і безпосередньо не пов'язане з пластичністю металу за інших складніших умов напруженого стану в реальних елементах конструкцій. Запропоновано нову механічну характеристику – коефіцієнт механічної стабільності металу K_{ms} , який описує опір металу за переходу від пластичного до крихкого стану під дією окрихчувальних факторів. Ця характеристика універсальна, оскільки дає можливість визначати стабільність і умовну пластичність металу під дією фактора окрихчення, і безпосередньо пов'язана з температурним інтервалом холодотривкого металу.

М. Г. Стацюк (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінка взаємовпливу дифузійного процесу та поля напружень у системі метал–водень** Сформульовано задачу про взаємовплив дифузійного процесу та поля напружень у системі метал–водень. Термодинамічно проаналізовано напружено-деформований стан пружного тіла за зміни концентрації у ньому рівномірно розподіленого водню, на основі чого знайдено залежність відносного розширення наводненого металу від концентрації водню, яку підтверджено результатами експериментів. Встановлено характер сил, викликаних атомами водню у металі. Для оцінки взаємодії поля напружень та концентрації водню записано систему рівнянь рівноваги металевої матриці з урахуванням зініційованих воднем напружень. Для малозмінних напружень систему рівнянь зведено до одного концентраційного рівняння, розв'язок якого побудовано в замкнутому вигляді. Розраховано зміну напружень залежно від глибини проникнення водню від поверхні його контакту із водневовмісним середовищем, а також встановлено розподіл водню у пластині зі зміною часу наводнювання.

Я. С. Матичак (ФМІ НАН України, Львів). **Дифузійно-реакційна взаємодія металів із газовими та рідкометалевими середовищами.** На основі розв'язку задач дифузії за нестационарних крайових умов встановлено кінетичні закономірності та особливості азотування титанових (α - і $\alpha+\beta$)-сплавів із розрідженого газового середовища в діапазоні температур 750...850°C. Оцінено вплив парціального тиску, темпе-

ратурно-часових параметрів, вмісту β -фази на поверхневу концентрацію азоту та глибини азотованого шару. Показано, що з ростом температури та вмісту β -фази глибина дифузійної зони збільшується, тоді як поверхнева концентрація азоту знижується. Розроблено феноменологічну модель окиснення заліза в насиченому киснем розплаві свинцю. Експериментально підтверджено непараболічний закон росту оксидного шару. Аналітично встановлено кінетичні особливості росту вмісту оксиду на хромистій сталі в розплаві свинцю з незначною концентрацією кисню. Показано, що на ранніх стадіях ріст оксиду сповільненіший, ніж у газовому середовищі, через розчинення хрому в свинці, а на пізніх стадіях пришвидшується внаслідок дефектності.

Ю. І Ковальчик (ФМІ НАН України, Львів). **Теоретико-експериментальне знаходження максимальних температур на поверхні тертя.** Побудовано нові модифікації моделі А. В. Чічінадзе. Показано, що зі збільшенням діаметра плями контакту значення коефіцієнтів розподілу теплових потоків, обчислених за різними формулами, збігаються. Побудовано модель максимальних температур для періодичного контакту тіл тертя під час ковзання мікроступу по “дискретно-періодичній” поверхні тертя. Встановлено, що за тертя пластифікація евтектичних фосфідних включень у фосфористих чавунах зумовлена температурними спалахами, абсолютне значення температур яких сягає 350...400°C, а тривалість – близько 0,01 s, що підтверджують експериментальні дані. Розраховано температуру спалахів та середньоінтегральну температуру для модельних матеріалів.

Ю. В. Головатюк (ФМІ НАН України, Львів). **Встановлення фізико-механічних характеристик для оцінювання деградації алюмінієвих сплавів типу Д16 та В95 під час тривалої експлуатації.** Виявлено, що найчутливішими до модельної і експлуатаційної деградації алюмінієвих сплавів Д16чТ (Д16Т) і В95пчТ1 (В95Т1) є відносно видовження δ гладких зразків за статичного навантаження, ефективний поріг втоми $\Delta K_{th\ eff}$ і втомна довговічність N_f зразків з конструктивним концентратором напружень. Зниження ресурсних характеристик і чутливість до зернограничного руйнування в корозивному середовищі алюмінієвих сплавів типу Д16 і В95 пов’язані з мікророзтріскуванням інтерметалідів вихідної мікроструктури, зростанням густини дислокацій і скупченням смуг ковзання біля меж зерен матриці.

О. Б. Рябов (ФМІ НАН України, Львів). **Структурна хімія та воденьсорбційні властивості інтерметалічних гідридів.** Висвітлено результати досліджень структур гідридів гетерних сполук цирконію – Zr_2FeD_5 , $Zr_3FeD_{6,7}$, $Zr_3CoD_{6,9}$ та нижчих гідридів на їх основі; структур анізотропних гідридів сполук з гібридною будовою металевої матриці – $CeNi_3D_{2,8}$, $LaNi_3D_{2,8}$, $La_2Ni_7D_{4,5}$, $Ce_2Ni_7D_{4,7}$, гідридів сполук $RNiIn$ ($R = La, Ce, Pr, Nd$) з надкороткими віддалями H–H. Показано, що у структурах насичених гідридів сполук цирконію розміри заповнених пустот потрапляють у доволі вузький інтервал. Встановлено, що у структурах анізотропних гідридів шари складу AB_2 суттєво перебудовуються, внаслідок чого атоми водню не заповнюють пустоти у структурі ІМС, а утворюється новий тип оточення. На основі результатів розрахунків електронних структур $CeNi_3$, Ce_2Ni_7 , $CeNi_3D_{2,8}$, $Ce_2Ni_7D_{4,5}$ виявлено, що таке аномально сильне розширення комірки вздовж напрямку [001] зумовлене формуванням ланцюгів H–Ni–H–Ni.

В. В. Широков (ФМІ НАН України, Львів). **Встановлення закономірностей та механізмів зношування залізвуглецевих сплавів з металоборидними та металокарбідними покриттями в умовах обмеженого мащення.** Виявлено нові закономірності та механізми зношування залізвуглецевих сплавів з металоборидними та металокарбідними покриттями за обмеженого мащення та розроблено рекомендації для суттєвого підвищення роботоздатності гідроприводів та інших ковзних металевих пар тертя, впроваджено нові зносотривкі покриття і технології їх отримання. Зокрема, розроблено та впроваджено технологію борохромовання золотників гідроприводів автокранів. Такі покриття забезпечують високий опір корозійно-механічному руйнуванню малолегованих сталей у широкому діапазоні швидкостей і тисків між поверхнями тертя.

О. П. Остап (ФМІ НАН України, Львів). **Оптимізація властивостей та технології одержання високоміцного металопрокату для залізничного транспорту.** Досліджено ресурсні фізико-механічні характеристики колісної з підвищеним вмістом вуглецю (0,63 %) та мікролегованої ванадієм (~0,1 %) високоміцної сталі ($\sigma_B = 1200 \dots 1400$ МПа). Встановлено, що для підвищення роботоздатності високоміцних залізничних коліс необхідно збільшити циклічну в'язкість руйнування цієї сталі. Показано, що одним із шляхів оптимізації циклічної в'язкості руйнування є ізотермічне гартування таких сталей і середній відпуск, щоб одержати дрібнодисперсну пластинчасто-глобулярну перліто-бейнітну структуру.

В. С. Лужецький. (Дрогобицький державний педагогічний університет ім. Івана Франка). **Оцінка тримкості та довговічності тривало експлуатованих нафтогазопроводів з урахуванням дії корозивно-агресивних середовищ.** Запропоновано розрахункову методику та алгоритм її чисельної реалізації для оцінювання кінетики та зміни форми тріщиноподібних дефектів під час їх розвитку в стінці нафтогазопроводів за втомним та корозійно-втомним механізмами. Встановлено вплив тривалості експлуатації та складу робочого середовища на характер корозійно-втомного руйнування трубопроводів. Розроблено методику оцінювання потенційної реалізації крихкого руйнування труби після утворення в ній тріщини. Виконано інженерні оцінки міцності та ризику руйнування реальних нафтогазопроводів.

О. І. Балицький (ФМІ НАН України, Львів). **Визначення закономірностей водневої деградації залізнікелевих сплавів енергетичного устаткування за умов високих температур робочого середовища.** Розроблено та модернізовано експериментальні засоби для визначення механічних характеристик за статичного короткочасного та довгогривалого навантажень розтягом та малоциклової втоми. Встановлено, що температурні інтервали катастрофічного погіршення фізико-механічних властивостей (малоциклової втоми, пластичності та тріщиностійкості) корозійно-тривких сталей у водні високого тиску змінюються залежно від структури матеріалу та виду навантаження. Найчутливіша малоциклова довговічність. Запропоновано методи підвищення водневої тривкості жароміцних сталей: термомеханічна обробка за схемою гартування – деформація – старіння з додатками до газоподібного водню певних концентрацій кисню, оксиду вуглецю та водяної пари.

І. І. Булик (ФМІ НАН України, Львів). **Розробка методів формування дрібнодисперсної структури у порошках феромагнетних сплавів на основі SmCo_5 .** Створено способи формування дрібнозеренної текстурованої структури у феромагнетному сплаві системи самарій–кобальт на основі сполуки SmCo_5 шляхом механохімічної обробки у планетарному млині у водні з подальшою термічною обробкою у вакуумі та диспропорціонуванням у водні і рекомбінуванням у вакуумі. Проаналізовано механізм формування текстури (після рекомбінування диспропорціонованого сплаву із залишками вихідної фази $< 5\%$). Встановлено оптимальні умови формування текстурованої дрібнодисперсної структури у сплаві на основі сполуки SmCo_5 з розмірами кристалітів 40...70 нм шляхом механохімічного оброблення (частота обертання млина 300...400 rot/min, тривалість помелу 10...30 min, температура відпалювання 700...800°C) та з розмірами кристалітів 40...80 нм шляхом ГДДР (тиск водню до 0,6 МПа, тривалість оброблення у водні до 5 h, температура вакуумного відпалювання 700...800°C).

М. Г. Стацюк