

Є. Ф. Перепьотчиков (Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ). **Розроблення матеріалів та технологій відновлення плазмовим наплавленням ущільнювальних поверхонь трубопровідної запірної арматури теплових електростанцій.** Для оцінки роботоздатності металу, наплавленого порошками сплавів на основі заліза, випробувано їхню тривкість проти задирів й термічної витривалості. Встановлено, що оптимальні властивості (твердість, тривкість до задирів, термічна витривалість) має наплавлений метал типу 15X19H9M4C5ГЗД, що відповідає вимогам сучасного арматуробудування. Оптимізовано конструкцію плазмотрона з бічною подачею порошку для високопродуктивного плазмового наплавлення різними сплавами, в т. ч. феромагнетними. За результатами комплексних досліджень визначено можливість використання порошку феромагнетного сплаву на основі заліза 15X19H9M4C5ГЗД для наплавлення трубопровідної арматури теплових електростанцій.

Г. Г. Веселівська

НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ СЕМІНАР МОЛОДИХ УЧЕНИХ “НАУКОВІ ШКОЛИ ФМІ – ЕСТАФЕТА ПОКОЛІНЬ”

(керівники: д.х.н., пров. н.с. І. Ю. Завалій, к.т.н. А. Т. Синявський)

У 2008–2011 рр. на семінарі заслухано такі доповіді.

В. В. Панасюк (ФМІ НАН України, Львів). **Механіка руйнування і міцність матеріалів: досягнення та прогрес.** Показано основні напрямки досліджень у галузі механіки руйнування і міцності матеріалів другої половини ХХ століття. Основну увагу приділено аналізу розрахункової моделі граничної рівноваги деформованих твердих тіл, що містять концентратори напружень (тріщини), розробці методів розрахунку напружень, методів і засобів оцінки тріщиностійкості матеріалу, концепції втомної тріщини і її поширення, а також руйнуванню матеріалів у зоні циклічного контакту двох тіл. Продемонстровано нові підходи до встановлення періоду зародження втомної макротріщини тіл з концентратором напружень.

Г. М. Никифорчин (ФМІ НАН України, Львів). **Особливості деградації властивостей конструкційних сталей тривалої експлуатації.** Розглянуто деградацію конструкційних матеріалів низки об'єктів тривалої експлуатації: сталі паропроводів теплових електростанцій, корпусів реакторів гідрокрекінгу нафти, магістральних нафто- і газопроводів, порталних кранів, оливо-напірних рукавів гідросистем, а також авіаційних алюмінієвих сплавів. Проаналізовано низку особливостей, притаманних деградації механічних та корозійно-механічних матеріалів після їх тривалої експлуатації. Показано визначальну роль абсорбованого металом водню під час деградації таких матеріалів. На прикладах продемонстровано доцільність використання підходів механіки руйнування до оцінювання експлуатаційної деградації конструкційних сплавів.

Р. В. Денис (ФМІ НАН України, Львів). **Нові поглиначі водню на основі сплавів магнію.** Подано результати комплексних матеріалознавчих досліджень багатокомпонентних механічних сплавів на основі магнію для систем зберігання водню, проведених у відділі Водневих технологій та гідридного матеріалознавства ФМІ НАН України. Дослідження спрямовано на пошук шляхів покращення термодинаміки та кінетики абсорбції і десорбції водню магнієм. Використовуючи механохімічний помел у середовищі водню як метод приготування гідриду магнію та його композитів з графітом і кисеньстабілізованими інтерметалідами титан–залізо, вдалось досягти значного покращення воденьсорбційних властивостей, зокрема, понизити температуру абсорбції та десорбції водню магнієм на 100...200°C зі значним підвищенням

швидкості процесів. Розроблені багатокомпонентні композиції на основі магнію з високою воденьсорбційною ємністю (5...7 mass.%) перспективні для ефективного компактного зберігання водню.

М. П. Саврук (ФМІ НАН України, Львів). **Проблеми механіки руйнування твердих тіл з кутовими вирізами.** Проведено огляд досліджень з механіки руйнування твердих тіл з кутовими вирізами. Проаналізовано методи розв'язування плоских задач теорії пружності для областей з кутовими вирізами. Розглянуто числові методи скінченних та крайових елементів, межових колокацій та сингулярних інтегральних рівнянь. Особливу увагу приділено єдиному підходу до розв'язування задач концентрації напружень біля гострих та закруглених кутових вирізів у пружних областях. Проаналізовано критерії руйнування твердих тіл з кутовими вирізами. На основі розв'язку задачі про напружений стан у пружній площині з нескінченним закругленим кутовим вирізом та смугою пластичності, що виходить з його вершини, запропоновано новий деформаційний критерій руйнування квазікрихких тіл з гострими та закругленими кутовими вирізами.

І. М. Яворський (ФМІ НАН України, Львів). **Математичні моделі і аналіз стохастичних коливань.** Показано, що багатьом фізичним явищам, які мають коливний характер, властиві риси повторюваності та стохастичності. Ці риси адекватно описуються математичними моделями у вигляді періодично чи майже періодично нестационарних випадкових процесів. Як окремі випадки ці моделі охоплюють адитивну, мультиплікативну, адитивно-мультиплікативну, квадратурну та інші відомі подання, що описують взаємодію повторюваності та стохастичності. Для визначення імовірнісних характеристик цих класів нестационарних випадкових процесів розроблено методи їх статистичного аналізу: когерентний, компонентний, лінійної фільтрації, найменших квадратів. Проведено порівняльний аналіз цих методів, обґрунтовано межі застосування та можливості кожного з них. Розроблені теоретичні засади стали підґрунтям для створення алгоритмів і комплексного програмного забезпечення для статистичної обробки експериментальних даних методами періодично корельованих випадкових процесів та їх узагальнень.

В. П. Цісар (ФМІ НАН України, Львів). **Рідкометалева корозія в системах охолодження реакторів синтезу і ділення.** На результатах власних досліджень і сучасних літературних даних висвітлено основні фізико-хімічні процеси, що виникають під час взаємодії реакторних матеріалів (сталей і ванадієвих сплавів) з функціональними рідкометалевими середовищами реакторів синтезу і ділення (Li, Pb, Pb–Li, Pb–Bi), а саме: рідкометалева корозія (розчинення сталей у рідких металах) як базове явище; неізотермічний і концентраційний перенос мас у системі “твердий метал–розплав” та вплив на нього неметалевих домішок (O, N, C). Розглянуто Ex-situ, In-situ та комбіновані методи інженерії поверхні для покращення корозійної тривкості конструкційних матеріалів за умов контакту з рідкометалевим середовищем. Зазначено, що корозійна тривкість конструкційних матеріалів за умов контакту з рідкометалевими теплоносіями залишається однією з основних проблем сучасного реакторного матеріалознавства.

Р. А. Воробель (ФМІ НАН України, Львів). **Конструювання алгебр дійсних чисел логарифмічного типу.** Подано підхід до конструювання алгебр двох змінних з двома бінарними операціями. Елементами цієї алгебри є дійсні числа, а особливість полягає у тому, що властивості операцій задаються її генератором – аналітичною функцією логарифмічного типу. Практичне застосування побудованих алгебр корисне під час обробки зображень. Нові алгебри узагальнюють відомі, зокрема Jourlin–Pinoli та Patrascu. На їх основі можна розробляти ефективніші алгоритми обробки зображень та моделювальні системи.

П. Я. Лютий (ФМІ НАН України, Львів). **Про оцінку розміру кристалітів за допомогою аналізу розширення піків на дифрактограмах.** Показано, що аналіз розширення піків на дифрактограмі є важливим експрес-методом для розрахунку розміру кристалітів та оцінки відносної деформації зразка. Продемонстровано, що згідно

з методом Холла повна ширина дифракційних рефлексів H залежить від розміру кристалітів H_k та деформацій ґратки H_z і пов'язана з ними так: $H = H_k + H_z$. Залежність H_k , H_z від розміру кристалітів та деформації відома і після підстановки відповідних величин у рівняння має лінійну залежність.

В. С. Труш (ФМІ НАН України, Львів). **Вплив твердорозчинного зміцнення поверхні на опір втомі титанових сплавів.** Показано можливість підвищення опору втомі титанового сплаву ВТ1-0 за умов циклічного розтягу шляхом дифузійного твердорозчинного зміцнення поверхні. Встановлено, що дифузійне твердорозчинне зміцнення поверхневого шару в інтервалі $5\% < K < 70\%$ (де K – відносний приріст поверхневої твердості) позитивно впливає на опір втомі. Максимальний опір втомі досягнуто за поверхневого зміцнення $K = 40\text{...}50\%$. Тоді кількість циклів до руйнування за напруження $0,75\sigma_B$ (де σ_B – короткотривала міцність у вихідному стані) зростає на $100\text{...}120\%$ відносно вихідного стану. Показано, що зміцнення на $40\text{...}50\%$ характеризується найбільшою деформацією кристалічної решітки титану, максимальним подрібненням його субзеренної структури, а також максимальним рівнем стискальних напружень у поверхневому шарі титану.

О. І. Яськів (ФМІ НАН України, Львів). **Фізико-хімічні основи формування багатокомпонентних покривів для підвищення роботоздатності виробів з титанових сплавів.** Подано фізико-хімічні і технологічні підходи до формування функціональних шарів з покривами на основі потрійних сполук втілення (карбооксидів та карбонітридів титану), які за комплексом фізико-хімічних властивостей переважають бінарні, що донедавна традиційно використовувалися як зносо- та корозійнотривкі матеріали для поверхневого модифікування титанових сплавів. Підвищення рівня функціональних властивостей покривів дає змогу розширити сфери застосування титанових сплавів, окрім авіабудування та хімічної промисловості, також на біомедицину і засоби комунікації. Експериментальні дослідження дали можливість встановити закономірності взаємодії титанових сплавів з багатокомпонентними середовищами за зміни температурно-кінетичних та газодинамічних параметрів термодифузійного насичення. При цьому детально проаналізовано взаємозалежності між хімічним складом потрійних сполук втілення та їх властивостями, фізико-хімічні властивості модифікованих шарів, наведено результати порівняння характеристик покривів на основі потрійних та бінарних сполук втілення, а також обґрунтовано можливості цілеспрямованої інженерії поверхні титанових сплавів різних структурних класів шляхом регульованої зміни технологічних параметрів насичення (температура, тривалість, газодинамічні параметри, питома площа поверхні насичення тощо).

Р. Я. Юхим (ФМІ НАН України, Львів). **Деформування та руйнування матеріалів в околі тонких включень під статичним навантаженням.** Запропоновано математичну модель пружно-пластичного деформування тіл в околі тонких пружних включень. На її основі отримано числові та аналітичні розв'язки низки нових задач для тіл з тонкими включеннями та заповненими тріщинами. До них належать задачі про ізольоване включення за різних видів зовнішнього навантаження, про системи включень в однорідному тілі, про поверхневе включення в тілі. На основі розвинутого деформаційного критерію встановлені параметри навантаження, за яких відбувається локальне руйнування біля включення. Продемонстровано методику оцінювання розміру тріщини, що виникає біля включення.

В. І. Похмурський (ФМІ НАН України, Львів). **Роль академіка Г. В. Карпенка у розвитку фізико-хімічної механіки руйнування.** Показано, що успішний розвиток у царині фізико-хімічної механіки руйнування матеріалів на теренах нашої держави зумовлений, головню, науковою та організаційною діяльністю академіка Г. В. Карпенка. Одним із доказів є те, що саме Г. В. Карпенко вперше встановив ефект зниження втомної міцності сталей під одночасною дією на сталевий зразок поверхнево-активного середовища, а саме, що границя втомі сталі 40Х у вазеліновому мастилі з додатками олеїнової кислоти зменшується на $15\text{...}20\%$. Г. В. Карпенко вперше у своїх працях показав вплив поверхнево-активних середовищ на фізико-механічні характе-

ристики конструкційних матеріалів. Крім цього, під керівництвом Г. В. Карпенка у 50–60-ті роки ХХ століття створено унікальну експериментально-дослідну базу для вивчення різних аспектів взаємодії робочого середовища з деформівним металом. Вагомим внеском Г. В. Карпенка у розвиток наукових та прикладних досліджень з проблем фізико-хімічної механіки руйнування є заснування у 1965 р. першого в західних областях України науково-технічного журналу “Фізико-хімічна механіка матеріалів”.

Д. Г. Досин (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінювання цінності текстових документів методом інтелектуального аналізу.** Показано, що невирішеними проблемами в галузі інформаційних технологій, зокрема, інформаційного забезпечення та пошуку, залишаються: фільтрація спаму, автоматизований пошук нових знань (knowledge discovery) та практичні задачі пошуку інформації про ефективність інвестицій чи моніторингу нових публікацій за тематикою досліджень. Усі вони зводяться до задачі оцінки релевантності (відповідності) текстового документа до інформаційних потреб замовника – користувача інформаційної служби. Щоб вирішити цю задачу необхідно встановити метрику такого оцінювання, формалізувати подання інформаційних потреб замовника та реалізувати процедуру оцінювання. Продемонстровано агентний підхід, що розробляється в лабораторії системного аналізу Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, який дає змогу оцінити корисність інформації з точки зору її споживача, поданого через модель інтелектуального агента.

О. Л. Білий (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення розрахункових методів для оцінювання експлуатації трубопроводу з тріщиноподібними дефектами у робочому середовищі різного складу.** Продемонстровано методику розрахунку для корозійних досліджень компонентів зварного з’єднання на підставі стандартних підходів електрохімії. Розглянуто прогностичні оцінки максимальної глибини корозійної пошкоджуваності компонентів зварного з’єднання, а також довжини зони корозійної активності зварного з’єднання різномірних труб залежно від планованого терміну експлуатації в середовищах різного складу. Встановлено вплив об’ємної концентрації водню в металі трубопроводу з тріщиноподібними дефектами на його міцність та тріщиностійкість. Використовуючи підходи механіки руйнування, запропонували та обґрунтували критерії оцінки безпечної експлуатації трубопроводу з тріщиноподібними дефектами у водневовмісному робочому середовищі різного складу. Розраховано безпечні розміри дефектів залежно від їх форми та об’ємної концентрації водню в металі трубопроводу.

Р. І. Романишин (ФМІ НАН України, Львів). **Розвиток методів ультразвукової обчислювальної томографії для об’єктів з криволінійними границями за криволінійними проєкціями.** Запропоновано новий безсітковий підхід до побудови томографічних зображень на основі криволінійних проєкцій, який суттєво спрощує розробку програмного забезпечення томографічних систем для об’єктів з криволінійними границями і є універсальним стосовно різних за геометричною формою об’єктів контролю. На основі запропонованого підходу розроблено алгоритмічно-програмне забезпечення для томографічної системи циліндричних виробів. Продемонстровано чисельне моделювання томографічної реконструкції в товстостінних циліндричних виробках.

Д. В. Рудавський (ФМІ НАН України, Львів). **Метод магнетоакустичного діагностування конструкцій із феромагнетних матеріалів, що містять плоскі тріщини.** Запропоновано новий неруйнівний метод магнетної діагностики феромагнетних тонкостінних конструкцій, що базується на сигналах акустичної емісії. Знайдено розподіл магнетного поля у феромагнетному півпросторі, що утворене магнетним диполем, розміщеним над поверхнею цього півпростору. Побудовано діаграми залежності коефіцієнта інтенсивності напруження для дископодібної тріщини від її положення в матеріалі. Також сформульовано новий наближений метод оцінки коефіцієнта напружень у феромагнетному тілі з тріщиною. Показано хорошу збіжність розрахованого цим методом коефіцієнта інтенсивності напружень із відомим точним магнетопруж-

ним розв'язком для кільцевої тріщини. На його основі знайдено точні значення коефіцієнтів інтенсивності напружень у феромагнетному тілі з еліптичною та півеліптичною тріщиною. Окреслено перспективи розвитку запропонованої методики для оцінки розподілу концентрації водню у феромагнетних матеріалах, що експлуатуються за дії водневовмісних середовищ, та прогнозування їх довговічності.

О. В. Ткачук (ФМІ НАН України, Львів). **Перспективи використання в медицині титану з оксинітридними покриттями.** Встановлено, що змінюючи параметри оксинітрування, можна формувати регламентований структурно-фазовий стан поверхневих шарів, а саме, з оксидною і оксинітридною плівками, або лише з оксинітридною. Показано, що оксинітридні покриття забезпечують кращий захист титану у фізіологічних розчинах (які імітують тканину та плазму крові), ніж нітридні: швидкість корозії титану з оксинітридним покритвом на 1–2 порядки нижча. Встановлено, що у 0,9%-му розчині хлориду натрію краща корозійна тривкість титану досягається за рахунок оксинітридної плівки складу наближеного до еквіатомного (з меншою часткою іонного зв'язку між атомами сполуки), а у розчині Рінгера – шаруватой структури, до складу якої входять оксинітрид і оксид титану (з більшою часткою іонного зв'язку).

І. Й. Мацько (ФМІ НАН України, Львів). **Моделювання та аналіз вібраційних сигналів від тонкої пластини з тріщиною.** Наведено нову модель для опису коливань деталі з тріщиною. Досліджено вплив розміру тріщини на імовірнісні характеристики вібраційного відгуку. Показано особливості використання як діагностичного критерію компонентів математичного сподівання та дисперсії вібраційного відгуку. Досліджено залежність кореляційної структури вібраційного сигналу від відносної довжини тріщини. Розглянуто можливість побудови діагностичних критеріїв на основі потужності кореляційних компонентів. Проаналізовано властивості взаємоспектральних густин стаціонарних компонентів вібраційних сигналів. Розглянуто їх подання через авто- і взаємкореляційні функції квадратурних складових. Конкретизовано формулу для функції когерентності.

І. Б. Кравець (ФМІ НАН України, Львів). **Обробка сигналів: факти та вимисли.** Висвітлено основні методи, що використовуються для опису експериментальних даних у вібродіагностиці. Наведено приклади хибного підходу до оцінювання імовірнісних характеристик сигналів. Запропоновано новий математичний апарат для опису випадкових процесів. Подано основні ідеї теорії випадкових нестационарних процесів як математичної моделі сигналів. Апробовано нові моделі на тестових симульованих та реальних вібраційних процесах.

Н. Залуцька (фонд ім. Фулбрайта, Київ). **Програми наукових обмінів фонду ім. Фулбрайта.** Висвітлено можливі шляхи співпраці та наукового обміну між українськими та американськими науковими інституціями за допомогою програми ім. Фулбрайта, яка передбачає підтримку науковців, що проводять дослідження у таких галузях, як гуманітарні та соціальні науки, а також точні, технічні і природничі. Описано існуючі програми, правила і порядок участі у них.

О. В. Каншій