

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ КРИХКОГО РУЙНУВАННЯ”

(керівник – акад. В. В. Панасюк)

У 2010 р. відбулося 17 засідань семінару, на яких заслухано такі доповіді.

В. А. Галазюк (Львівський національний університет ім. І. Франка). **Математична модель деформування тіла з дисковою тріщиною за існування поверхневого і внутрішнього межових шарів.** Запропонована нова концепція деформування тіла з дисковою щілиною (математичним розрізом), в якій постулюється, що фізична границя щілини є межовим шаром нульової товщини, пружні властивості якого забезпечують виконання фізичних умов неперервності компонент вектора локального жорсткого повороту. Доведено, що рівновага дискової щілини за плавного змикання берегів на її фронті можлива за існування стрибка дотичних напружень у площині щілини. З'ясовано, що за таких концептуальних засад моделі механізм руйнування визначається величиною стрибка дотичних напружень.

М. В. Войтко (ФМІ НАН України, Львів). **Дифракція пружних SH-хвиль на міжфазних тріщинах.** Методом Вінера–Хопфа отримано асимптотичні розв'язки для високочастотної області, справедливі для довільних кутів зондування міжфазної тріщини. Встановлено умови, за яких поле локального джерела випромінювання можна замінити полем плоскої хвилі під час розв'язання задачі дифракції на міжфазних тріщинах.

В. І. Витвицький (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення методів оцінювання та підвищення роботоздатності корозійностійких сталей у водні високого тиску.** На основі встановлених на спеціально розробленому обладнанні експериментальних закономірностей водневої деградації матеріалів показано, що структурний тип основних фаз у сталях визначає їх воднетривкість. Його охарактеризовано кількісним фазним показником, що розраховується за діаграмами Fe–Cr–Ni та Шефлера. Застосування цього показника дає змогу відбирати сталі за хімічним складом та доцільністю їх використання у водні без випробувань. Це дає можливість також визначати оптимальний сумарний вміст легувальних елементів для забезпечення воднетривкості сталі. Вперше дано кількісну оцінку впливу механічного та фазного чинників на водневе окрихчення металів.

О. І. Яськів (ФМІ НАН України, Львів). **Розробка фізико-хімічних основ формування на титанових сплавах багатокомпонентних термодифузійних покривів з підвищеними фізико-хімічними властивостями.** Розроблено фізико-хімічні основи формування багатокомпонентних термодифузійних шарів (карбонітридних та карбооксидних) на титанових сплавах. Встановлено залежності між складом модифікованих шарів та функціональними (трибологічними і корозійними) властивостями системи титан–середовище. Сформульовані основи нових технологій формування карбонітридних та карбооксидних покривів методом термодифузійного насичення з метою підвищення роботоздатності титанових виробів в умовах контактних навантажень та дії агресивних середовищ.

О. Д. Сміян (Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ). **Водень і руйнування металів.** Проаналізовано узагальнений механізм деструкції металів під дією навантаження та водню. Запропоновано під час застосування відомих критеріїв руйнування (силовий, деформаційний, енергетичний) враховувати ще хімічний (γ_c – градієнт хімічної неоднорідності), динамічний (V_d – швидкість зміни γ_c), електронний (V_e – ступінь порушення співвідношення електронної та йонної компонент у кристалічній ґратці).

Ю. В. Мільман (Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ). **Нова фізична концепція пластичності матеріалів. Теоретична пластичність.** На основі введення нової характеристики пластичності (δ^* = пластична деформація/загальна деформація) побудовано відповідну фізичну концепцію. Вона вперше дає можливість визначати і порівнювати пластичність різних нових матеріалів, які окрихчуються під час розтягу (ОЦК метали в умовах холодноламкості, кераміка, аморфні металеві сплави, наноматеріали, квазікристали, фуллеріти і різні композити).

П. П. Савчук (Луцький національний технічний університет). **Наукові і технологічні основи створення та керованого функціонування епоксидних композитів з різним ступенем наповнення.** Виділено п'ять основних рівнів взаємодії в системі епоксидні композитні матеріали (ЕКМ). Для них визначено основні індикативні методи та параметри оцінки, а також домінуючі ознаки для кожної з поданих груп. Шляхом структурної та фізичної модифікації під час застосування методу математичного планування експерименту оптимізовано склади та технології отримання ЕКМ з різним ступенем наповнення, визначено оптимальні експлуатаційні характеристики. Показано шляхи отримання ЕКМ зі заданими властивостями. Базуючись на узагальнених результатах експериментальних досліджень, сформульовано принципи створення та оцінки мультинаповнених композиційних матеріалів на епоксиполімерній основі.

П. С. Кунь (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінювання циклічної тріщиностійкості матеріалів із урахуванням залишкових пластичних деформацій.** За допомогою розрахункового (ефективного) розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень оцінено вплив історії навантаження на підростання втомної тріщини. Запропоновано алгоритм розрахунку росту втомної тріщини під дією нерегулярного навантаження. На основі енергетичного критерію втомного руйнування матеріалів і врахування пружно-пластичної ситуації в околі вершини тріщини розроблено модель втомного поширення тріщини за циклічного навантаження. Встановлені залежності швидкості росту втомної тріщини від фізико-механічних характеристик матеріалу та заданих параметрів циклічного навантаження узгоджуються з відомими результатами експериментальних досліджень.

Р. В. Денис (ФМІ НАН України, Львів). **Нові сполуки та сплави на основі магнію для акумулювання водню.** Шляхом механохімічного помелу у середовищі водню з додаванням каталізаторів запропоновано новий ефективний метод отримання воденьакумулюючих сплавів та сполук магнію. Для зниження температур гідрування-дегідрування магнію використані каталітичні добавки графіту та гідридотвірних киснестабілізованих інтерметалідів на основі титану і цирконію. Розроблено нові ефективні воденьакумулюючі композитні матеріали на основі магнію, які характеризуються високою оборотною воденьсорбційною ємністю 5...7 mass.% і покращеною кінетикою абсорбції-десорбції водню.

І. І. Булик (ФМІ НАН України, Львів). **Застосування водневих технологій для отримання порошків феромагнетних матеріалів з вузьким розподілом розмірів частинок.** Показано можливість застосування комплексного водневого оброблення сплавів системи рідкісноземельний метал (R)-залізо-бор для формування дрібнозеренної структури і виготовлення високодисперсних порошків. Зокрема, під час оброблення сплавів високотемпературним гідруванням, диспропорціонуванням, десорбуванням, рекомбінуванням в них формується гомогенна мікроструктура з розміром зерен до 5 μm . Зерна феромагнетної фази $\text{R}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ оточені багатою на R-елемент фазою. Шляхом механохімічного помелу сплаву у водні отримано порошок з вузьким розподілом частинок за розмірами. Середній розмір частинок рівний $\sim 3 \mu\text{m}$.

О. З. Студент (ФМІ НАН України, Львів). **Виявлення структурних і фрактографічних ознак інверсії впливу водню на статичну тріщиностійкість теплостійких сталей після їх високотемпературної водневої деградації.** Встановлено етапність структурних змін та накопичення пошкод у теплотривких сталях внаслідок термоцикування у водні, що полягає у перетворенні феритно-перлітної структури у феритну з карбідами вздовж меж зерен. Показано, що на початкових етапах деградації (після 10 термоциклів) показник статичної тріщиностійкості K_{IC} наводненої сталі ви-

щий за відповідний рівень дегазованої сталі і це підтверджує те, що водень у металі може підвищувати статичну тріщиностійкість за нормального відриву. В дегазованому металі домінує зсувний механізм, а у наводненому – відривний.

М. С. Хома (ФМІ НАН України, Львів). **Розвиток досліджень корозійно-механічного руйнування металів у сірководневих середовищах.** Подано результати випробувань металів в умовах симетричних та асиметричних циклічних напружень у сірководні. Проаналізовано існуючий механізм анодних та катодних реакцій у сірководневих розчинах і вказано, що в ньому не враховується утворення поверхневих нерозчинних сполук. Запропоновано для оцінки взаємодії металу зі сульфідовмісними розчинами використовувати нестационарні електрохімічні методи, які дають можливість встановити природу парціальних реакцій та лімітуючу стадію електродних процесів.

М. П. Саврук (ФМІ НАН України, Львів). **Побудова розв'язків динамічних задач механіки руйнування для двовимірних тіл з отворами та тріщинами.** Встановлено розв'язки плоских та антиплоских динамічних задач теорії пружності та механіки руйнування для тіл з тріщинами. Отримано числові результати для динамічних коефіцієнтів напружень за імпульсних та ударних навантажень на берегах прямолінійних та криволінійних тріщин. Розроблено єдиний підхід до розв'язування двовимірних задач про концентрацію напружень біля гострих та закруглених по дузі кола кутових вирізів. На основі розв'язку плоскої пружно-пластичної задачі в межах моделі смуг пластичності для площини з кутовим закругленим вирізом розроблено новий деформаційний критерій руйнування квазікрихких тіл з гострими та закругленими кутовими вирізами.

В. П. Силованюк (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення моделей та методів оцінки міцності, відновлених за ін'єкційними технологіями елементів споруд тривалої експлуатації.** Побудовані математичні моделі, що враховують геометричну та фізичну нелінійність деформації матеріалу заповнювача. Розроблена модель формування та руйнування пружно-пластичних матеріалів зі заповненими тріщинами. Запропоновані методи оцінювання та розроблена методологія розрахунку міцності тіл зі заповненими тріщинами в умовах складних навантажень.

О. П. Дацшин (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення методів оцінювання контактної втоми трибоспряжень.** Розроблено нові методи оцінювання контактної довговічності елементів трибоспряжень (двох контактуючих тіл) з урахуванням характеристик циклічної тріщиностійкості матеріалів на відрив і зсув. Запропоновані підходи складають основу сучасних методів оцінювання довговічності трибоспряжень.

Р. Я. Юхим (ФМІ НАН України, Львів). **Методи розрахунку граничної рівноваги деформівних тіл зі заповненими тріщиноподібними дефектами.** Запропонована математична модель деформування матеріалу в околі тонких пружних включень та заповнених тріщин. На її основі отримані числові та аналітичні розв'язки нових задач про розвиток зон передруйнування за різних умов статичного навантаження (розтяг, поздовжній та поперечний зсуви). Розвинуто деформаційний критерій локального руйнування в околі тонкого пружного включення. Побудовані моделі застосовано для інженерних оцінок міцності тіл з тонкими пружними включеннями та залишкового ресурсу роботоздатності елементів конструкцій з тріщинами, “залікованими” за ін'єкційними технологіями.

Г. М. Никифорчин (ФМІ НАН України, Львів). **Проблеми механокорозійної цілісності залізобетонних конструкцій тривалої експлуатації.** Розглянуто проблему порушення цілісності залізобетонних конструкцій в результаті корозії арматури, продукти якої через збільшення об'єму спричиняють напруження у бетоні і його руйнування. Теоретичні дослідження у цьому напрямі стосуються оцінювання кінетики напруженого стану у бетоні до критичного і на цій основі прогнозування часу до руйнування, а експериментальні – визначення механічних властивостей бетону і прискорених випроб на корозію арматури у бетоні з допомогою анодної поляризації. Наведено приклади мінімізації корозії арматури інгібіторним і електрохімічним захистами та ремонту пошкоджених конструкцій різного типу підсиленнями і покриттями.

М. Г. Стащук