

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ КРИХКОГО РУЙНУВАННЯ”

(керівник – акад. В. В. Панасюк)

У 2014 р. відбулося 17 засідань семінару, на яких заслухано такі доповіді.

О. В. Гембара (ФМІ НАН України, Львів). **Моделювання дифузії водню у металах з урахуванням впливу силових та температурних чинників.** Розроблено і числово реалізовано математичну модель дифузії водню в елементах конструкцій за силового навантаження. Визначено розподіл його концентрації на продовженні тріщини під час навантаження розтягом у момент її старту та після розвантаження для плоских наводнених зразків з центральною тріщиною (сталі 20; 65Г і 40Х). Побудовано залежності концентрації водню від механічних характеристик матеріалу і зовнішнього навантаження.

О. І. Яськів (ФМІ НАН України, Львів). **Фізико-хімічні аспекти взаємодії конструкційних матеріалів з функціональними рідкометалевими середовищами.** Розглянуто основні проблеми сучасного реакторного матеріалознавства, зокрема, питання стабільності механічних властивостей конструкційних матеріалів за умов їх взаємодії з рідкими металами. Охарактеризовано закономірності розчинення, масопереносу, впливу неметалевих домішок у системі твердий–рідкий метал та перспективи інженерії поверхні для захисту металів від рідкометалевої корозії. Проаналізовано дослідження ФМІ НАНУ та зіставлено їх результати з даними зарубіжних учених у цій галузі науки.

О. І. Балицький (ФМІ НАН України, Львів). **Вплив підвищених тисків та температур водню на окрихчення та розтріскування конструкційних сталей і сплавів.** Наведено експериментальні результати про розтріскування жароміцних нікелевих сталей і сплавів у водневовмісному середовищі, зокрема, характеристики їх статичної тріщиностійкості і порогові значення коефіцієнта інтенсивності напружень за тривалого статичного навантаження у газоподібному водні за тиску до 70 МПа. Виявлено, що компактні прямокутні зразки 20×50×60 mm руйнуються за автотельним механізмом після досягнення певної концентрації водню. Фрактографічно це проявляється у розповсюдженні нормального відриву на всю ширину зламу. Отримані параметри статичної тріщиностійкості є інваріантними характеристиками матеріалів.

В. В. Панасюк (ФМІ НАН України, Львів). **Проблеми оцінювання тріщиностійкості конструкційних металів у водневовмісних середовищах.** Сформульована концепція декогезивної взаємодії водню з металами, на основі якої можна пояснити процеси їх пластифікування у початковий період навантаження, а надалі, зі збільшенням навантаження – і окрихчування. Вона не заперечує відомі концепції, але дає можливість з єдиних позицій пояснити водневе пластифікування і окрихчування металів. На цій основі і за методами механіки руйнування можна встановити міцність і довговічність елементів конструкцій у водневовмісному середовищі. Наведені приклади інженерних методів визначення водневої тріщиностійкості конструкційних матеріалів.

Г. М. Никифорчин (ФМІ НАН України, Львів). **Вплив експлуатаційних та корозійних чинників на деградацію структури і характеристик опору крихкому руйнуванню конструкційних сталей.** Розглянуто основні чинники, які сприяють окрихченню металу і деградації його механічних властивостей. Запропоновано метод прогнозування деградації механічних властивостей експлуатованих сталей за вимірюванням їх електрохімічних характеристик.

Р. В. Ченіль, В. В. Віра (ФМІ НАН України, Львів). **Зародження втомних макротріщин біля конструктивних концентраторів напружень та його визначальні параметри.** Проаналізовано відомі силові параметри локального руйнування та структуру поля напружень і деформацій в околі концентраторів напружень. Описано кінетику зміни зони передруйнування під час циклічного навантаження, формування мікротріщин у цій зоні та їх перехід у макротріщину. Оцінено силовий, деформаційний і енергетичний параметри для опису зародження втомної макротріщини біля концентраторів напружень.

Ю. Я. Мсиков (Інститут металофізики НАН України, Київ). **Механічні властивості металів та їх вплив на крихкість металокопункцій.** Розглянуто основні чинники окрихчення металів – дефекти (концентратори напружень), зростання границі текучості за низької температури, динаміку навантаження, радіаційне опромінення тощо. Кількісно окрихчення оцінено через показник механічної стабільності матеріалу (K_{msc}), який корелює з базовими механічними характеристиками: границями текучості ($\sigma_{0,2}$), міцності (σ_B), а також деформаційним звуженням (ψ_K) під час розтягу стандартного сталевого зразка.

В. М. Федірко (ФМІ НАН України, Львів). **Фізико-хімічні основи підвищення циклічної та статичної міцності виробів із титанових сплавів градієнтним зміцненням поверхневих шарів металу елементами втілення (O, N, C) за термодифузійного насичення.** Вперше виявлено та експериментально підтверджено ефект підвищення ресурсних характеристик α - і псевдо- α -титану за умов регламентованого твердорозчинного зміцнення поверхневих шарів елементами втілення. Викладено фізико-хімічні основи технології модифікування поверхневих шарів титанових сплавів шляхом формування градієнтних дифузійних шарів заданих параметрів елементами втілення, що забезпечує підвищення втомної та довготривалої міцності відповідно на 15...30% та 10...15%.

Ю. В. Мольков (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінювання опірності конструкційних матеріалів руйнуванню за двовісного навантаження.** На основі локальних параметрів напружено-деформованого стану біля концентратора напружень, визначених методом цифрової кореляції зображень, розроблено методику оцінювання опірності руйнуванню конструкційних матеріалів за двовісного навантаження. За критерій руйнування прийнято умову досягнення питомою енергією деформування критичного значення $W = W_C$. Встановлено, що величина W_C є характеристикою матеріалу, яка не залежить від типу навантаження.

А. Ю. Глазов (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінювання залишкової довговічності пар кочення за утворенням контактної-втомних пошкоджень.** Запропоновано комп'ютерне моделювання залишкової контактної довговічності за критеріями утворення пітинга і відшарування в приповерхневій зоні рейок, залізничних коліс та опорних валків вальцювальних станів. Виявлено ступінь залежності контактної довговічності від тертя-змащування в контакт, тертя між берегами приповерхневих тріщин, інтенсивності навантаження пари кочення та циклічної тріщиностійкості матеріалів на поперечний зсув і розрив.

І. І. Булик (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення технології виготовлення наноструктурних анізотропних магнетів зі сплаву $Sm_2(Co, Fe, Zr, Cu)_{17}$.** Вперше створено комбінований спосіб формування дрібнозеренної структури у феромагнетних сплавах на основі Sm_2Co_{17} шляхом водневого оброблення з поєднанням помелу та гідрування, диспропорціонування, десорбування, рекомбінування. Отримано частково наноструктуровані магнетоанізотропні матеріали з розміром зерен мікроструктури 70...140 нм. Розроблено спосіб спікання порошків таких сплавів воднево-вакуумним обробленням за понижених температур (до 950°C).

Я. Л. Іваницький (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення аналітико-експериментальних методів оцінювання залишкового ресурсу елементів конструкцій енергетичного обладнання за сумісної дії складного циклічного навантаження і**

водню. Побудовано та експериментально підтверджено математичну модель дифузії водню в елементах конструкцій. Запропоновано емпіричну залежність максимальної концентрації водню біля концентратора від стандартних фізико-механічних характеристик сталей. Встановлено, що питома енергія руйнування у повітрі та водні є інваріантною характеристикою опірності руйнуванню матеріалу за складного навантаження, а її значення у водні на 20% менше, ніж у повітрі. Опрацьовано експериментальну методику поциклової реєстрації пружно-пластичного деформування зони передруйнування, тобто побудови петлі гістерезису в зоні передруйнування матеріалу. Встановлено, що водневе середовище пришвидшує нагромадження пошкод і скорочує час зародження макротріщин.

О. П. Остап (ФМІ НАН України, Львів). **Розроблення методів оцінювання довговічності елементів конструкцій з урахуванням структурно-механічної пошкодженості матеріалів біля концентраторів напружень.** Запропоновано ефективний спосіб підвищення опору структурно-механічній деградації матеріалів анодів паливних комірок, які працюють у відновлювальному (водень) і окиснювальному (повітря) високотемпературних середовищах, шляхом редокс-циклування, та обґрунтовано температурний режим (600°C) такої обробки. Встановлено нові залежності між параметрами структури, механічними і структурно чутливими фізичними характеристиками матеріалів: питомою електропровідністю неферромагнетиків і коерцитивною силою ферромагнетиків. На їх підставі розроблено методики діагностики технічного стану та оцінювання залишкового ресурсу авіаконструкцій, парогонів ТЕС і морських суден.

Р. Я. Юхим (ФМІ НАН України, Львів). **Міцність і тріщиностійкість композитів на основі цементної матриці.** Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень оцінювання роботоздатності композитів на основі цементної матриці (бетону) та прогнозування їх міцнісних властивостей методами механіки руйнування.

А. В. Ревенко (ФМІ НАН України, Львів). **Вплив повзучості ін'єкційних матеріалів на ефективність відновлення міцності пошкоджених тріщинами елементів конструкцій.** Подано результати досліджень, спрямованих на розроблення математичної моделі тіл з тріщинами, що заповнені в'язко-пружними матеріалами, і встановлення довготривалої міцності пошкоджених тріщинами елементів бетонних конструкцій, несуча здатність яких відновлена за ін'єкційними технологіями.

І. М. Дмитрах (ФМІ НАН України, Львів). **Встановлення особливостей взаємодії деформованих поверхонь металів з водневовмісними середовищами.** Виявлено особливості процесів наводнювання, деформування і руйнування низьколегованих трубопровідних сталей та їх зварних з'єднань у водневовмісних середовищах. Визначено характеристичні значення об'ємної концентрації водню в металі, які призводять до суттєвої зміни характеру його деформування та опору руйнуванню. Їх рекомендовано як базові параметри для оцінювання міцності та руйнування матеріалів, а також елементів конструкцій у водневовмісних середовищах.

М. Г. Стащук