

## НАУКОВІ СЕМІНАРИ ФМІ НАН УКРАЇНИ

### ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ КРИХКОГО РУЙНУВАННЯ

(керівник – академік НАН України В. В. Панасюк)

У 2015 р. відбулося дев'ять засідань семінару, на яких заслухано такі доповіді.

**О. В. Гембара. Методи розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій в умовах дії водневмісних середовищ.** Сформульовано ряд нових розрахункових моделей поширення тріщин у металах за різних механізмів впливу водню та розроблено на цій основі методи розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій за дії водневмісних середовищ з урахуванням особливостей впливу водню на ріст тріщин. Це дало змогу спрогнозувати залишковий ресурс таких елементів конструкцій, як трубопровід, газовий балон високого тиску, корпус реактора гідрокрекінгу нафти з піднаплавочною тріщиною. Кількісно оцінено вплив наводнювання на швидкість ґрунтової корозії та залишкову довговічність труб підземних нафтогазопроводів.

**С. Т. Штайора. Розроблення нормативного документа для визначення характеристик циклічної тріщиностійкості матеріалів за поперечного зсуву.** Розроблено методику побудови кінетичної діаграми втомного руйнування матеріалів та визначення характеристик циклічної тріщиностійкості металів за поперечного зсуву. В межах методики розроблено балковий зразок для досліджень циклічним консольним згиним та виготовлено пристрій для випробувань. Для такого зразка методами скінчених елементів та суперпозицій кількох напружених станів обчислено компоненти напружень біля вершини тріщини і встановлено формули для підрахунку тріщиностійкості ( $K_{Ic}$ ) матеріалу за поперечного зсуву. На основі методики та аналізу літературних даних розроблено проект державного стандарту України “Розрахунки і випробування на міцність. Методика визначення характеристик циклічної тріщиностійкості металів за поперечного зсуву та кімнатної температури”.

**О. В. Гембара. Методи розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій в умовах дії водневмісних середовищ.** На підставі відомих і виявлених закономірностей росту тріщин в елементах конструкцій запропоновано кінетичні рівняння, що зв'язують швидкість росту тріщин із параметрами напружено-деформованого стану та концентрацією водню у зоні передруйнування з урахуванням зовнішнього термосилового навантаження. На основі запропонованих розрахункових моделей докритичного підростання тріщин у металах розроблено відповідні методи оцінювання залишкової довговічності елементів конструкцій за різних механізмів впливу водню.

**А. М. Сиротюк. Методи оцінювання опору руйнуванню та міцності трубопроводів за дії корозивних і наводнювальних середовищ.** Встановлено особливості початкових стадій пошкоджуваності та поверхневого руйнування трубопровідних сталей за умов їх циклічного навантаження у корозивних середовищах. Запропоновано критеріальне співвідношення для оцінки періоду зародження поверхневої тріщини від корозійного пітингу – концентратора напружень. Встановлено особливості та здійснено порівняльну оцінку процесів наводнювання перспективних трубопровідних сталей із різною границею міцності. Реалізовані практично розроблені методи та зроблено інженерні оцінки безпечної експлуатації трубопроводів з тріщиноподібними дефектами у робочих середовищах різного складу.

**Т. М. Ленковський. Метод оцінювання циклічної тріщиностійкості сталей за поперечного зсуву.** Запропоновано метод оцінювання тріщиностійкості сталей, який ґрунтується на побудові кінетичних діаграм втомного руйнування за поперечного зсуву з врахуванням тертя берегів тріщини та визначенні з них характеристик циклічної тріщиностійкості. Визначено основні та додаткові характеристики циклічної тріщиностійкості сталі 65Г за поперечного зсуву і встановлено тенденцію зростання порогів втоми з підвищенням характеристик міцності сталі 65Г після різних термообробок. Зіставлено кінетичні діаграми втомного руйнування за поперечного зсуву та нормального відриву і показано, що на середньо- та високоамплітудній ділянках сталь 65Г у низькоміцному стані чинить менший опір руйнуванню, коли тріщина розвивається в напрямку максимальних зсувних напружень.

**О. Я. Чепіль. Розроблення методів оцінювання роботоздатності барабана котла за дії термоцикування і наводнювання.** Запропоновано методику для визначення експлуатаційного ресурсу конструкційних елементів з врахуванням їх наводнювання за нестационарного нерівномірного температурного поля та змінного тиску водню. Для реалізації методики розроблено алгоритм та складено програми, які дають можливість визначити напружено-деформований стан елементів конструкцій у тривимірній постановці для довільної їх конфігурації із врахуванням впливу водню. Оцінено міцність та довговічність барабана стаціонарного парового котла високого тиску, виготовленого зі сталі 22К за реальних умов експлуатації. Встановлено вплив режимів навантаження та ремонтних вибірок на його експлуатаційний ресурс.

**О. І. Балицький. Встановлення особливостей тривалого впливу водню високих параметрів на тріщиностійкість та характер руйнування дисперсних складнолегованих нікелевих сплавів.** Виявлено особливості поведінки литих та порошкових матеріалів порівняно з деформівними сплавами. Побудовано діаграми водневого розтріскування сплавів за кімнатної температури, що дало змогу отримати кількісні інваріантні характеристики воднестійкості – порогові значення  $K_{IH}$ ,  $K_{IHST}$ , нижче яких ріст тріщини припиняється. Виявлено зміну характеру руйнування зразків у вигляді двоконсольної балки зі сплаву ЕК-62 за довготривалого статичного навантаження у водні – в'язке ямкове за високих значень  $K_{IH}$ , квазіскол і перехід до міжкристалітного крихкого за припорогових  $K_{IH}$ .

**О. В. Гембара. Оцінювання міцності та залишкової довговічності елементів конструкцій за дії водневмісних середовищ.** Подано нові розрахункові моделі поширення тріщин у металах за дії силових навантажень та водневмісних середовищ, а також розроблені на цій основі методи розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій. Сформульовано напрямки перспективних досліджень на предмет розроблення методики оцінювання роботоздатності елементів конструкцій з урахуванням впливу водню на низькотемпературну повзучість матеріалу.

**І. І. Булик. Концепція водневих технологій оброблення функціональних матеріалів.** Висвітлено наукові засади та технологічні підходи до формування наноструктури та отримання магнетно-анізотропних спечених феромагнетних матеріалів на основі сполук  $SmCo_5$ ,  $Sm_2Co_{17}$  та  $Nd_2Fe_{14}B$  водневим обробленням. Концепція побудована на трьох засадах: 1) здрібнювати мікроструктуру в два етапи механохімічним помелом у водні та воднево-вакуумним обробленням за допомогою ініційованих воднем фазових перетворень; 2) для отримання магнетно-анізотропних матеріалів після першого етапу воднево-вакуумного оброблення у сплавах повинні бути залишки вихідної феромагнетної фази; 3) спікати матеріали за понижених температур шляхом воднево-вакуумного оброблення. На прикладі порошоків та спечених магнетів на основі сполуки  $SmCo_5$  показано підвищення коерцитивної сили матеріалів, оброблених у водні.

*М. Г. Стащук*