

О. Я. Чепіль. Оцінювання тривалої міцності та довговічності конструктивних елементів енергетичного обладнання в умовах повзучості та наводнювання металу за нестационарних термосилових впливів. Запропоновано нову розрахункову модель визначення довговічності енергетичного обладнання за дії силових навантажень та воденьвмісних середовищ із врахуванням повзучості металу, а також розроблено на цій основі метод розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій. Визначено напружено-деформований стан барабана парового котла високого тиску, виготовленого зі сталі 22К, за умов його експлуатації з урахуванням повзучості під час наводнювання металу та реальних геометричних параметрів. Встановлено пошкоджуваність металу барабана за різних режимів експлуатації. Виявлено, що водень пришвидшує нагромадження пошкоджень і зменшує тривалість надійної експлуатації металу за планової зупинки котла на 15%, а за аварійної – на 20%. Аварійні зупинки котла зменшують час до руйнування деталей для всіх досліджуваних рівнів наводнювання металу на 20% порівняно з плановими зупинками і охолодженням.

Ю. В. Мольков. Розрахунок ресурсу елементів конструкцій за циклічного навантаження за енергетичним підходом. Розроблено методику обчислення ресурсу елементів конструкцій за циклічного навантаження на основі вимірювань локальних параметрів напружено-деформованого стану та енергетичного підходу. Для практичного застосування цього підходу розроблено експериментальну методику побудови повних рівноважних діаграм деформування та циклічного деформування (петель гістерезису) для визначення питомої енергії процесу за статичного і циклічного навантаження. Наведено результати експериментальної апробації методики для визначення ресурсу зразків зі сталі 40Х за малоциклової втоми і регулярного циклічного навантаження. Відхилення обчисленого ресурсу від реального не перевищило 10%. На основі розробленої методики запропоновано прототип давача втоми для моніторингу залишкового ресурсу елементів конструкцій.

М. Г. Стацук

ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

(керівник – академік НАН України З. Т. Назарчук)

У 2017 р. відбулось дев'ять засідань семінару, на яких заслухано та обговорено такі доповіді.

М. І. Мельник. Розробка методів і засобів контролю поляризаційного потенціалу підземних трубопроводів. Досліджено залежності ефективної ємності металевого циліндра з ізоляцією в електропровідному середовищі від електрофізичних параметрів структури і частоти поля, що дає змогу обґрунтовано вибирати частоту поля для визначення омичного складника потенціалу. Розвинуто метод і створено апаратуру для контактних вимірювань постійних і змінних електричних напруг та поляризаційного потенціалу поверхні металу в електропровідному середовищі для контролю катодної поляризації та пошуку пошкоджень ізоляції підземного трубопроводу за відомими методами Пірсона і поперечного градієнта потенціалу. Розроблено апаратуру типу ВПП-М з модулем визначення координат, пам'яттю та інтерфейсом для передачі даних у комп'ютер і програму опрацювання вимірів і відображення інформації. Розвинуто метод визначення розподілу перехідного питомого опору ізоляційного покриття підземного трубопроводу за комплексом вимірів струмів, потенціалів і координат для неруйнівного контролю протикорозійного захисту.

В. М. Учанін. Розроблення методів і засобів вихрострумової дефекто- та структуроскопії матеріалів відповідальних конструкцій. Розроблено засоби і технології вихрострумового контролю виробів з високим рівнем завад. Методом об'ємних інтегральних рівнянь і експериментально досліджено сигнали вихрострумових перетворювачів (ВСП). Показано особливості розподілу сигналу параметричних перетворювачів від тріщин різної довжини. Запропоновано спосіб визначення довжини тріщини. Встановлено особливості сигналів анаксіальних ВСП від тріщин різної довжини для різної орієнтації обмоток. Запропоновано конструкційний параметр ефективності ВСП. Показано його інваріантні властивості відносно кількості витків, а також розмірів обмотки за умови збереження пропорцій. Досліджено ефективність обмоток на феритових осердях. Розроблено комплект ВСП подвійного диференціювання для виявлення дефектів під шаром захисного покриття, підповерхневих пор у мідних виробках тощо. Показано їх ефективність у складі систем вихрострумової томографії. Досліджено сигнали від тріщин з різним кутом нахилу і запропоновано спосіб його визначення. Проаналізовано вплив анізотропії електропровідності немагнетних матеріалів і напружень у феромагнетних матеріалах. Розроблено і впроваджено вихрострумові дефектоскопи і технології для контролю виробів з високим рівнем завад, зокрема зварних швів, авіаційних багат шарових вузлів, литва тощо. Розроблено структуроскопи для моніторингу експлуатаційної деградації авіаційних конструкцій з алюмінієвих сплавів, а також контролю газонасичених шарів титанових сплавів. Розвинуто методологію метрологічного забезпечення вихрострумової дефектоскопії.

І. Я. Долінська. Діагностування руйнування матеріалів і визначення залишкового ресурсу елементів конструкцій за локальної повзучості. На основі сформульованого енергетичного підходу розроблено методи дослідження сповільненого руйнування матеріалів і елементів конструкцій з тріщинами повзучості за дії довготривалих циклічних і статичних навантажень, впливу воденьвмісних і корозивних середовищ, нейтронного опромінення. Побудовано розрахункові моделі для опису такого руйнування у параметрах сигналів акустичної емісії. Застосовуючи метод акустичної емісії, розробили методику для побудови кінетичних діаграм поширення тріщин, в основі якої лежить декодер переходу до кінетичних діаграм у параметрах коефіцієнт інтенсивності напружень–швидкість поширення тріщини.

Н. М. Дем'янишин. Фотопружні властивості низькосиметричних кристалів. Запропоновано експериментальні методи вимірювань фотопружних констант низькосиметричних кристалів з малою похибкою, а також аналітичний опис індукованих оптичних ефектів, який дає змогу отримувати робочі формули, описувати анізотропію п'єзооптичних ефектів та визначати ефективні геометрії п'єзо- та фотопружної взаємодії. Заповнено матриці п'єзооптичних та пружнооптичних коефіцієнтів кристалічних матеріалів різних класів симетрії. Проаналізовано анізотропію цих ефектів у кристалах вольфрамату кальцію, молібдату свинцю, борату стронцію, тригліцинсульфату та ін. Рекомендовано матеріали для застосування в акустооптичних модуляторах для ультрафіолетової області спектра.

О. І. Звірко. Розроблення методології корозійно-водневої деградації конструкційних сталей тривалої експлуатації. Розроблено нові методики діагностування технічного стану конструкційних сталей, тривало експлуатованих у корозивно-наводнювальних середовищах, на основі комплексного використання механічних та електрохімічних методів. Опрацьовано методики коректного оцінювання характеристик опору крихкому руйнуванню та пластичності експлуатаційно деградованих сталей з інтенсивною розсіяною пошкодженістю. Розроблено новий метод консервативного оцінювання експлуатаційної деградації трубних сталей за характеристиками їх опору корозійно-механічному руйнуванню. На основі розробленого науково-методичного підходу до діагностування технічного стану конструкційних сталей з використанням електрохімічних властивостей поверхонь зламів, отриманих за випроб на опір крихкому руйнуванню, як інформативних ознак стану експлуатованого металу, розвинуто електрохімічний неруйнівний метод діагностування експлуатаційної де-

градації сталей, який базується на залежності електродного потенціалу поверхні руйнування та опору металу крихкому руйнуванню. Вперше неруйнівний електрохімічний метод діагностування експлуатаційної деградації поширено на клас нержавних мартенситних сталей, а також встановлено універсальність залежності між експлуатаційними змінами опору крихкому руйнуванню і поляризаційним опором для вуглецевих і низьколегованих ферито-перлітних сталей, яка є основою неруйнівного електрохімічного методу діагностування поточного рівня їх механічних властивостей.

І. Й. Мацько. Методи коваріаційного аналізу векторних періодично нестаціонарних випадкових процесів при виявленні дефектів обертових вузлів механізмів. Подано нову модель вібраційних сигналів у вигляді векторних періодично корельованих випадкових процесів. Для встановлення стану обстежуваного механічного вузла запропоновано використовувати лінійні та квадратичні інваріанти кореляційної тензор-функції цього класу сигналів, які не залежать від системи координат, де виконували заміри. Проаналізовані властивості оцінок інваріантів кореляційної тензор-функції векторних періодично корельованих випадкових процесів, які знаходять за дискретними даними. Показано вплив ефектів накладання як першого, так і другого роду на точність оцінювання характеристик та збіжність оцінок, отримано умови відсутності цих ефектів. Побудовано формули для дисперсії та зміщення оцінок, які дають можливість порівнювати ефективність дискретних та неперервних оцінок та вибрати оптимальний крок дискретизації даних. Ефективність застосування такого підходу до задач вібродіагностики показана на прикладі аналізу вібраційних сигналів, записаних на підшипниковому вузлі центрифуги на одному з підприємств України.

Д. Б. Куриляк. Дослідження резонансного розсіювання хвиль та розвиток методів розв'язування обернених задач для діагностування матеріалів. Розроблено узагальнений підхід до розв'язання обернених задач розсіювання для оцінювання параметрів неоднорідних середовищ та ідентифікації меж поділу між ними. Розвинуто теорію математичного моделювання розсіювання електромагнетних хвиль у неоднорідних середовищах на основі рівнянь потенціальної теорії розсіювання. На основі розробленого методу аналітичної регуляризації і модифікацій методу Вінера–Хопфа отримано математично строгі розв'язки нових задач теорії дифракції електромагнетних, акустичних та пружних хвиль на фрагментах канонічних поверхонь з гострими краями і вершинами, які є реперними в задачах діагностування. У низькочастотному наближенні отримано їх подання в аналітичній формі. Встановлені основні дифракційні характеристики канонічних розсіювачів: конічних смужок, дисків з отвором, гострих конічних зондів у кругових отворах, каверн-резонаторів з внутрішнім діелектричним покритвом. Отримані розв'язки спектральних задач для тріщини у шарі. Запропоновано нові моделі для опису поля в околі тріщини в металі і часткового намагнетчування матеріалу. Виявлено нові залежності та ефекти, які можна використати під час розроблення діагностичної апаратури.

Б. П. Русин. Розроблення інформаційних технологій оцінювання природно-антропогенних трансформацій екосистем природоохоронних територій для удосконалення управління їх розвитком. У межах досліджень визначені чинники впливу на екологічну стабільність і функціонування природних комплексів Західного Полісся. На основі розроблених геоінформаційних технологій, тематичної обробки багатоспектральних зображень та наземних спостережень встановлені основні зміни ландшафтного різноманіття, лісових комплексів біорезервату та оцінено ступінь фрагментування його території. За результатами ехолокаційної батиметричної зйомки всієї акваторії озера Люцимер побудовано карту донних осадів озера, що дало змогу оптимізувати управління його рекреаційною та господарською зонами. Розроблено архітектуру та створено геоінформаційний Інтернет-атлас біосферного резервату “Шацький” – постійно функціонуючий інформаційний продукт для отримання різнопланової інформації, в тому числі екологічного спрямування, про природно-заповідну територію біорезервату.

Г. В. Кречковська. Фрактодіагностичні аспекти корозійно-водневої деградації конструкційних сталей тривалої експлуатації. Розвинуто напрям діагностування експлуатаційної деградації конструкційних сталей. Проаналізовано відповідність фактографічних ознак зламів, отриманих в експлуатаційних та лабораторних умовах. Їх кількісне оцінювання та встановлення кореляційних залежностей між фрактографічними та фізико-механічними характеристиками до різної міри деградованих сталей відкривають перспективу для аналізу поточного технічного стану сталей, експлуатованих на різних об'єктах, та прогнозування на цій основі експлуатаційних руйнувань. Оцінено технічний стан металу пошкоджених елементів за механічними характеристиками та побудовано кореляційні залежності між фрактографічними і механічними характеристиками деградованих сталей після тривалої експлуатації.

Д. Б. Куриляк

ПРОБЛЕМИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛІВ

(керівники – чл.-кор. НАН України, д. т. н., проф. В. М. Федірко
та д. т. н., проф. О. П. Осташ)

У 2017 р. на семи засіданнях семінару заслухано та обговорено такі доповіді.

І. Ю. Завалій. Розроблення фізико-хімічних засад синтезу, модифікування та оброблення воденьакумулювальних, електродних і магнетних матеріалів на основі легких металів та сплавів РЗМ з поліпшеними робочими характеристиками. Відпрацьовано режими механохімічного помелу для синтезу нових порошкових воденьакумулювальних сплавів та композитів на основі магнію, модернізовано обладнання для синтезу металогідридів (механічний помел у водні) та дослідження воденьсорбційних характеристик синтезованих гідридів сплавів та композитів, оптимізовано параметри помелу та процесу гідрування–диспропорціонування–десорбції–рекомбінації, щоб отримати анізотропні порошки феромагнетних сплавів на основі SmCo_5 . Синтезовано нові інтерметалічні сполуки Mg_3MNi_2 ($M = \text{Al}, \text{Mn}, \text{Ti}$) та їх гідриди, встановлено особливості сорбції–десорбції водню. Вивчено фазовий склад та наводнювання сплавів $\text{Mg}_{88}\text{M}_4\text{Ni}_8$, які володіють ємністю за воднем $\sim 5 \text{ wt.}\%$ та пониженою (проти магнію) температурою десорбції $\sim 235^\circ\text{C}$. Синтезовано низку нових субнітридів (η -фаз) та їх гідридів $(\text{Ti}, \text{Zr})_4\text{Ni}_2\text{N}_x\text{H}_y$ зі структурою типу $\eta\text{-Fe}_3\text{W}_3\text{C}$, яким притаманна ємність $2,0\text{...}2,4 \text{ wt.}\% \text{ H}_2$. Досліджено електрохімічні властивості мелених композитів Mg та Mg_2Ni із графітом, міддю, кобальтом та нікелем. Максимальну розрядну ємність ($809,6 \text{ mA}\cdot\text{h}\cdot\text{g}^{-1}$) зафіксовано для композиту $\text{Mg}_2\text{Ni}/\text{Ni}$. Встановлено умови помелу сплавів $\text{Sm}(\text{Co}, \text{Zr})_5$. Зафіксовано, що найбільше здрібнюється мікроструктура сплавів на основі SmCo_5 під час легування ванадієм. Виявлено, що для синтезу матеріалів з високою магнетострикцією під час водневої обробки слід вибрати феромагнетні сполуки, а для додаткового підвищення температури точки Кюри і відносної зміни розмірів магнетика λ слід виконувати водневу обробку інтерметалідів на основі d -перехідних металів та РЗМ, які заздалегідь модифіковані азотом.

І. М. Погреблюк. Підвищення зносо- та корозійної тривкості титанових сплавів, синтезованих методом порошкової металургії. Одержати вироби з титанових сплавів спіканням порошкових матеріалів – одна з перспективних та економічних технологій титанової промисловості, яка мінімізує відходи під час виготовлення виробів складної форми. Тому актуально визначити закономірності триботехнічної та корозійної поведінки порошкових титанових сплавів, властивості яких не гірші, ніж деформованих, досягнути інших фізико-механічних характеристик, достатніх для