

У НАУКОВИХ КОЛАХ

ЗАХИСТ ДИСЕРТАЦІЙ

У 2011 р. на спеціалізованій вченій раді Д 35.226.02 Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка захищено такі дисертації. На здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук:

Спеціальність 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

П. С. Кунь. Оцінювання циклічної тріщиностійкості матеріалів із урахуванням залишкових пластичних деформацій. Оцінено довговічність конструкційних матеріалів за експлуатаційних умов з урахуванням особливостей циклічного деформування матеріалу для довільного напружено-деформованого стану. З використанням пластичної компоненти деформацій розроблено енергетичний критерій втомного руйнування пружно-пластичних тіл, послаблених макротріщинами. Сформульовано розрахункову модель утомного поширення тріщини під циклічним навантаженням. Встановлено аналітичну залежність для визначення швидкості поширення втомної тріщини за одновісного циклічного навантаження із урахуванням циклічного деформаційного зміцнення матеріалу. Визначено залишковий ресурс труби магістрального нафтопроводу “Кременчук–Херсон” за експлуатаційних умов на водному переході річки Псло та передано рекомендації підприємству “Придніпровські магістральні нафтопроводи” щодо робочого тиску у трубопроводі.

Р. Я. Юхим. Метод розрахунку граничної рівноваги деформівних тіл із заповненими тріщиноподібними дефектами. Опрацьовано математичну модель деформування пружно-пластичних матеріалів в околі тонких включень і заповнених тріщин та методи визначення локального руйнування та міцності таких матеріалів. Розвинуто деформаційний критерій локального руйнування матеріалу в околі тонкого пружного включення і встановлено граничні навантаження та їх залежність від пружних характеристик включень, їх форми, розмірів тощо. Розв’язано нові задачі про взаємодію систем колінеарних дефектів. Зокрема, досліджено вплив зближення тріщин на інтенсифікацію напружень біля їх вершин, а також зближення паралельних включень. Це дало можливість оцінити дію близько розташованих дефектів типу тріщин, заповнених іншим матеріалом. Гранично-рівноважний стан тіл з дефектами малих розмірів необхідно розраховувати за критерієм нелінійної механіки руйнування. Встановлено граничні розміри заповнених тріщин, для яких застосовний критерій Гріффітса–Ірвіна. Результати роботи використані ШПЦ “Техно-Ресурс” для встановлення залишкового ресурсу міцності та роботоздатності пошкоджених елементів споруд Ташлицької ГАЕС та інших будівельних об’єктів, відновлених за ін’єкційними технологіями.

М. М. Гвоздюк. Розроблення методу оцінювання опірності руйнуванню композиційних матеріалів. Оцінено гранично-рівноважний стан і опірність руйнуванню анізотропних матеріалів, послаблених тріщинами. Сформульовано енергетичний критерій для визначення граничної рівноваги тонколистових композитів з надрізом за балансом енергій пружно-пластичних деформацій та руйнування матеріалу. В основі критерію – рівняння для знаходження критичного навантаження і встановлення напрямку початкового старту тріщини. Розроблено методики та технічне забезпечення для обчислення характеристик в’язкості руйнування різного класу композитів за статичного навантаження. Запропоновано новий підхід для визначення пружно-пластичних переміщень біля вершини надрізу, який застосовує метод цифрової кореляції

спекл-зображень деформованої поверхні плоского композитного зразка за розтягу. Результати досліджень з визначення оптимальної довжини зони анкетування композитної стрічки до балки подано у вигляді рекомендацій для підсилення високоміцними вуглепластиковими стрічками “Sika Carbodur-M” залізобетонних балок прогону під час реконструкції шляхопроводу у с. Вістова Ів. Франківської обл. на 76 км автодороги Стрий–Чернівці.

Спеціальність 05.17.14 – хімічний опір матеріалів і захист від корозії.

Р. Л. Лещак. Методика оцінювання корозійної пошкоджуваності зварних з’єднань труб із різнорідних сталей. Розроблено і обґрунтовано методику оцінювання локалізованої корозійної пошкоджуваності зварних з’єднань труб із різнорідних сталей, що розглядає комбіноване зварне з’єднання як триелектродну електрохімічну систему. Встановлено характеристики пошкодження компонентів кільцевих зварних з’єднань труб пароперегрівачів енергоблоків ТЕС (сталь 12Х1МФ–сталь 12Х18Н10Т) залежно від тривалості їх експлуатації, а також від можливої зміни складу водно-хімічного режиму енергоблоків. Розроблено прогнозні оцінки максимальної глибини корозійної пошкоджуваності компонентів зварного з’єднання, а також довжини зони корозійної активності зварного з’єднання різнорідних труб залежно від планованого терміну експлуатації (10–40 років) в середовищах різного складу. Результати роботи використані для експертного аналізу причин експлуатаційних пошкоджень трубопроводних систем енергоблоків ТЕС з метою вироблення оптимальних рекомендацій для їх профілактики та підвищення залишкової довговічності.

Спеціальність 05.02.01 – матеріалознавство.

Л. О. Бабій. Оцінювання високотемпературної водневої деградації теплостійких сталей реакторів гідрокрекінгу нафти. Встановлено закономірності зміни структури і механізмів руйнування та оцінено деградацію механічних властивостей корпусних теплотривких сталей реакторів гідрокрекінгу нафти внаслідок сумісної дії високої температури та наводнювального середовища в експлуатаційних та лабораторних умовах. Виявлено, що за таких умов відбуваються поетапне виділення карбідів на межах елементів субзеренної структури, їх коагуляція та поступова передислокація на межі зерна. Газоподібний водень інтенсифікує повзучість сталі за робочої температури і у вихідному, і в деградованому станах. Результати роботи використовують на Надвірнянському нафтопереробному заводі ВАТ “Нафтохімік Прикарпаття” для обґрунтування режимів надійної та безпечної експлуатації конструкційних елементів нафтопереробних комплексів, визначення технічного стану сталей та встановлення термінів їх чергового обстеження.

Доктора технічних наук:

М. М. Студент. Розроблення багатofункціональних електродугових покриттів із порошкових дротів на основі Fe–Cr–В та Fe–Cr–С–Al. Створено нові газотермічні покриття з наперед заданими поліпшеними експлуатаційними властивостями за умов граничного тертя, абразивного та газоабразивного зношування. Запропоновано склади шихти ПД для напилювання електродугових покриттів різного функціонального призначення. Критерієм вибору складу шихти ПД для відновлювальних покриттів є створення в них легованої алюмінієм та вуглецем феритної матричної фази. Запропоновано емпіричну формулу для оцінювання залишкових напружень у покриттях з ПД за відсотковим вмістом фазових складників та вуглецю в мартенситі. Виявлено, що у покриттях з аустенітною структурою формуються високі, а з мартенситною – мінімальні залишкові напруження розтягу, що пов’язано з властивими для них коефіцієнтами термічного розширення (високим і низьким, відповідно). Розкрито механізми абразивного зношування покриттів: за тертя закріпленим абразивом зношуються переважно твердіші, а незакріпленим – м’якші ламелі та міжламельярні межі. Зносотривкість покриттів за тертя закріпленим абразивом зростає, а незакріпленим, навпаки, знижується з підвищенням їх мікрогетерогенності та зменшенням товщини ламелей, яка визначає кількість міжламельярних меж. Розроблено серію

ПД, які захищені вісьмома патентами України. На їх основі розроблено та впроваджено у виробництво технології відновлення великогабаритних деталей станцій перекачування газу, технології захисту від абразивного зношування деталей поліграфічної промисловості та технології захисту нагрівних елементів котлів теплових електростанцій.

Спеціальність 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

О. Г. Архипов. Наукові основи корозійного моніторингу і прогнозування залишкового ресурсу обладнання хімічної та нафтопереробної промисловості. Спрогнозовано залишковий ресурс і безпечну експлуатацію обладнання хімічної та нафтопереробної промисловості. Встановлено, що основним видом пошкодження обладнання нафтопереробного заводу ЗАТ “Линос” (насоси, теплообмінники, колони К-6, К-101, шоломові лінії колони ДО-2 тощо) є локальна корозія (виразкова та пітингова, корозійне розтріскування та розшарування основного металу), яка найінтенсивніше протікає в місцях зварних з’єднань штуцерів, люків, кришок, барботерів. Виявлено, що для великогабаритного обладнання частота вимушених коливань близька до 2 Hz, для насосної групи знаходиться в інтервалі від 2 до 50 Hz, для теплообмінників становить 8...10 Hz. Такі вібраційні переміщення суттєво залежать від жорсткості кріплення та місця розташування об’єкта і їх значення знаходяться в інтервалі від одного до декількох сотень мікрометрів. Зафіксовано, що корозійно-механічне пошкодження обладнання з вібраційним навантаженням інтенсивніше, ніж без нього. Розроблено теоретичні засади нового електрохімічного методу визначення корозійно-механічних пошкоджень, який полягає в порівнянні за певний період часу кількості генерованих електричних імпульсів циклічних навантажень і імпульсів, що свідчать про розвиток утомних тріщин у металі. Показано, що руйнування за циклічних навантажень супроводжується зростанням густини імпульсів майже в 5 разів. На противагу іншим цей метод не вимагає попереднього вивчення електрохімічних характеристик деформованих металів у робочих середовищах, тому його можна використовувати, починаючи з будь-якого стану експлуатації обладнання. Опрацьовано і впроваджено технологічні регламенти зі застосування методу поляризаційного струму для карбаматного насоса на ЗАТ “Северодонецьке об’єднання “АЗОТ” і імпульсного методу – для ребойлера-випарювача на ТОВ “Линос”.

На спеціалізованій вченій раді Д 35.226.01 захищено такі дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук:

Спеціальність 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Т. І. Половинко. Метод та засоби цифрової кореляції спекл-зображень для контролю напружено-деформованого стану полімерних композитів. Розроблено метод цифрової кореляції спекл-зображень (ЦКСЗ) з оптимізованим фільтром дробового степеня (ФДС) та створено оптико-цифрові спекл-кореляційні засоби, реалізовані на його основі, для підвищення вірогідності контролю напружено-деформованого стану полімерних композитних матеріалів під час їх деформування і руйнування і зменшення абсолютної сумарної похибки визначення просторових розподілів переміщень поверхонь та об’ємних шарів композитних матеріалів. Створено оптико-цифровий кореляційний засіб у складі установки для контролю деформації поверхні за статичного навантаження, який дає можливість з високою точністю будувати поля переміщень і деформацій поверхні біля концентратора напружень, а отже, передбачати появу тріщин і окреслювати область їх найімовірнішого поширення на поверхні зразка, хаотично армованого ПКМ. Вперше створено засіб цифрової кореляції спекл-зображень для контролю внутрішніх деформацій дифузно-розсіювальних зразків та визначення пружних констант за статичного навантаження.

Б. Я. Вербенець. Безконтактний метод і прилади для контролю протикорозійного захисту підземних трубопроводів. Розвинуто метод і створено прилади безконтактних вимірювань струмів (БВС) для неруйнівного контролю стану комплекс-

ного захисту від корозії підземних сталевих трубопроводів. Визначено місце, напрям і глибину залягання підземного трубопроводу (ПТ). Запропоновано і реалізовано в апаратурі типу БІТ-К паралаксий спосіб БВС ПТ за різних глибин його залягання з корекцією рельєфної похибки. Розроблено схеми і виготовлено серію апаратури БІТ-КВП з вольтметром і пам'яттю та інтерфейсом для передачі вимірів у комп'ютер для опрацювання і документування. Досліджено її метрологічні характеристики. Розвинуто метод визначення розподілу струму катодного захисту для інтегрального і диференційного контролю стану протикорозійного захисту на різних гілках і ділянках ПТ з оперативним виявленням місць незадовільної ізоляції за критерієм критичних відносних витрат струму та з кількісними оцінками перехідного опору "труба-земля" на різних ділянках ПТ. Досліджено ефект витікання струму через локальні пошкодження ізоляції. Запропоновано і реалізовано у низці варіантів портативні прилади типу ОРТ, ОРТ + В; удосконалено методику оперативного визначення розміщення і дистанційного контролю роботи установки катодного захисту ПТ.

Д. І. Рицар

НАУКОВИЙ СЕМІНАР “ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ КРИХКОГО РУЙНУВАННЯ”

(керівник – акад. В. В. Панасюк)

У 2011 р. відбулося 13 засідань семінару, на яких заслухано такі доповіді.

М. Г. Стацук (ФМІ НАН України, Львів). **Моделювання взаємовпливу концентрації водню та напружено-деформованого стану металу.** Записано рівняння взаємовпливу концентрації водню та зініційованих воднем напружень у металевій матриці. У квазістаціонарному випадку для малозмінних напружень рівняння зведені до одного концентраційно-деформаційного рівняння, розв'язок якого побудовано в замкнутому вигляді. Проаналізовано характер зміни напружень за глибиною проникнення водню від поверхні його контакту з водневим середовищем, розраховано зміну концентрації водню і його розподіл у стінці труби впродовж певного часу.

О. П. Остап, В. І. Витвицький (ФМІ НАН України, Львів). **Дуалізм впливу водню на механічну поведінку сталей.** Запропоновано нову концепцію впливу водню на деформування металів, згідно з якою водень обумовлює зменшення напружень зсуву, тобто активізує локальні пластичні деформації, але за певної концентрації в металі гальмує їх реалізацію і стає причиною окрихчення металу. Пластифікувальний або окрихчувальний вплив водню визначається стадійністю деформації: за малих (субкритичних) деформацій – пластифікація, за критичних – окрихчення.

М. М. Гвоздюк (ФМІ НАН України, Львів). **Оцінювання опірності руйнуванню волокнистих і шаруватих композиційних матеріалів.** Сформульовано розрахункову модель встановлення граничної рівноваги тонколистових композитів з надрізом на базі енергетичного підходу. На основі побудови полів переміщень методом цифрової кореляції спекл-зображень розроблено експериментальну методику визначення енергії руйнування композитних матеріалів за статичного розтягу. Запропоновано спосіб встановлення характеристик тріщиностійкості тонколистових однонаправлених та хаотично армованих композитів.

А. М. Сиротюк (ФМІ НАН України, Львів). **Дослідження поверхневого тріщиноутворення та розвитку втомних тріщин за циклічного деформування сталей у корозійних та водневомісних середовищах.** Встановленні умови та критерії поверхневого тріщиноутворення в конструкційних металах у взаємозв'язку з параметрами фізико-механічного стану їх поверхні (електрохімічна корозія та водневе окрихчення). Визначені базові характеристики зародження та розвитку поверхневих