

ЗАХИСТ ДИСЕРТАЦІЙ

У 2015 році у спеціалізованій вченій раді Д 35.226.01 Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка захищено такі дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук:

Спеціальність 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій.

І. С. Голинський. Розроблення методів діагностування напружено-деформованого стану матеріалу з тріщиною цифровою кореляцією спекл-зображень. Для підвищення точності опису реального поля напружень у такому матеріалі розроблено методи діагностування його напружено-деформованого стану (НДС) спекл-кореляційним методом з використанням моделі рядів Вільямса. За результатами моделювання впливу похибок у компонентах полів напружень на точність визначення параметрів рядів Вільямса виявлено домінуючу роль систематичної складової похибки. Запропоновано та випробувано способи компенсації постійної складової похибки визначення поля напружень. Встановлено, що координати вершини тріщини, знайдені як параметри рядів Вільямса з поля напружень навколо вершини, мають мінімальну шумову чутливість і можуть використовуватися для моніторингу розвитку тріщини та як критерій досягнення стійкого розв'язку задачі визначення параметрів рядів Вільямса. Встановлено положення вершини тріщини та коефіцієнти рядів Вільямса до сьомого порядку включно. Випробування зразків за нормального відриву (тип 1) та мішаного (тип 1+II) навантаження підтвердили можливість розрахунку параметрів НДС з похибками, меншими, ніж за використання інших методів. Описано новий метод обчислення кута старту тріщини за детермінантом тензора напружень, який базується на використанні напрямку від її вершини на центр мас фігури, обмеженої критичним значенням третього інваріанта напружень. Подано підхід до визначення кута старту тріщини за мішаного навантаження на основі спекл-кореляційного методу, який застосовано у ТзОВ “Захід-техноресурс”.

Доктора технічних наук:

Т. І. Вороняк. Розроблення методології діагностування деформованого стану конструкційних матеріалів із використанням оптико-цифрової інтерферометрії. Основну увагу зосереджено на підвищенні ефективності діагностування напружено-деформованого стану конструкційних матеріалів шляхом аналізу їх деформаційних рельєфів, просторових полів переміщень поверхні та внутрішніх напружень. Розроблено нову інтерферометричну методологію, яка дає змогу відтворювати деформаційні рельєфи та просторові поля переміщень поверхні, виявляти приховані дефекти та прогнозувати місце зародження втомних тріщин. Розроблено новий метод двокрокової фазозсувної інтерферометрії. Досліджено особливості деформаційних просторових полів переміщень поверхні конструкційних матеріалів. Створено нові технології визначення геометричних параметрів пластичних і втомних зон передруйнування в околі концентраторів напружень, безконтактного знаходження коефіцієнта Пуассона та виявлення внутрішніх напружень. Запропоновано новий метод фіксування прихованих дефектів та розшарувань у конструкційних матеріалах. Розроблено оптико-цифровий комплекс для пошуку і виявлення прихованих дефектів у шаруватих композитах. Отримані результати використано у відповідних лекційних курсах і лабораторних практикумах для студентів НУ “Львівська політехніка”.

У 2015 році на спеціалізованій вченій раді Д 35.226.02 захищено такі дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук:

Спеціальність 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Ю. В. Мольков. Оцінювання опірності руйнуванню ємностей під тиском із використанням енергетичного підходу. Розроблено методику оцінки опірності

матеріалів руйнуванню за складного навантаження на основі енергетичного критерію руйнування. Експериментально визначено питому енергію деформування (руйнування) за локальними параметрами напружено-деформованого стану, вимірними методом цифрової кореляції зображень. Виявлено незалежність локальної деформації від радіуса концентратора напружень. Опрацьовано методику побудови діаграм деформування локального об'єму матеріалу. Проаналізовано кінетику пружно-пластичного деформування під час поширення тріщини за квазістатичного навантаження і встановлено, що питома енергія руйнування, розкриття вершини тріщини, а також розмір зони інтенсивного деформування є стабільні, а руйнування автотельне. Створено методику визначення міцності смостей під тиском, яку апробовано під час визначення руйнівного тиску ділянки трубопроводу та паливного бака ракети-носія.

О. Я. Чепіль. Розроблення методики оцінювання роботоздатності барабана парового котла за термоцикування і наводнювання. За цих умов оцінено роботоздатність елементів енергетичного обладнання. Запропоновано методику визначення експлуатаційного ресурсу конструкційних елементів з урахуванням їх наводнювання за нестационарного нерівномірного температурного поля та змінного тиску водню. Для її реалізації розроблено алгоритм та складено програми для визначення напружено-деформованого стану елементів конструкції у тривимірній постановці для довільної їх конфігурації з урахуванням впливу водню. Методику використано для оцінки ресурсу елементів енергетичного обладнання за різних режимів експлуатації у ТзОВ “Дослідний завод “Промкотлосервіс”.

Спеціальність 05.02.01 – матеріалознавство.

П. В. Гладий. Розроблення методів оцінювання структурно-механічної пошкоджуваності сталей 12X1MФ і 15X1M1Ф та залишкового ресурсу згинів тривало експлуатованих парогонів ТЕС. Встановлено кореляційні залежності структурних, фізико-хімічних і механічних характеристик, а також мікропошкоджуваності сталей парогонів ТЕС від часу їх експлуатації. Розроблено методику оцінювання їх технічного стану і залишкового ресурсу за зміною структурно чутливих фізико-хімічних параметрів. Створено нову методику пришвидшеної деградації сталей парогонів ТЕС у лабораторних умовах і виявлено суттєву трансформацію їх вихідної структури і мікропошкодженість тільки за сумісного впливу високої температури і циклічних напружень. Зафіксовано більшу схильність до експлуатаційної деградації сталі 15X1M1Ф, ніж 12X1MФ, що пов'язано з інтенсивнішим перерозподілом карбідотвірних елементів. Розроблено нову методику прогнозування залишкового ресурсу згинів парогонів ТЕС, яку перевірено на Білоцерківській, Калуській, Одеській ТЕС.

Р. В. Проскурняк. Розроблення способів карбонітрування титанових сплавів для підвищення корозійної тривкості. Збільшено корозійну опірність титанових сплавів у неорганічних кислотах високих концентрацій термодифузійним карбонітруванням з активного середовища, що містить порошкоподібний (вуглецевмісний) та газовий (азотовмісний) складники. Вперше встановлено, що з ростом концентрації кисню у газовій компоненті насичувального середовища до 0,05...0,4 vol.% за подачі азоту висхідним потоком через вуглецевмісний порошок інтенсифікується взаємодія через парогазову фазу і при 750...850°C на титанових сплавах формуються термодифузійні карбонітридні шари. Розроблено способи їх термодифузійного карбонітрування у вуглецеазотовмісному середовищі, що містить порошкоподібний та газовий компоненти, в яких регламентована концентрація вуглецю та азоту, а отже, склад сформованого карбонітриду забезпечується як через посилення кисневого потенціалу газового складника середовища, так і підвищення активності його порошкоподібного вуглецевмісного компонента. Так забезпечено найкраще поєднання функціональних (антикорозійних) та механічних властивостей титанових сплавів порівняно з іншими способами. Результати роботи можна використати на АТ “Мотор Січ” для розроблення технології поверхневого захисту виробів із титанових сплавів (втулки, кільця, перехідники та інші елементи запірної арматури) від корозійного руйнування.

Н. Б. Рацька. Підвищення зносостійкості сплаву системи Nb–Ti термодифузійним оксидуванням. Для цього формували регламентований структурно-фазовий стан поверхневого шару термодифузійним насиченням киснем. Розроблено спосіб поверхневого зміцнення ніобієтитанових сплавів типу ВН, який полягає у їх комбінованій хіміко-термічній обробці із формуванням поверхневого насиченого киснем композиційного шару, що складається з включень складних оксидів типу рутилу $Ti(Nb, Al, V)O_2$ у матриці. При цьому виникає газонасичений шар з вмістом оксидних включень 40...50 vol.%, який підвищує зносотривкість сплаву в ~ 5 разів. Вперше виявлено, що композиційний оксидний шар захищає поверхню сплаву від зношування у водні. Як в газоподібному водні, так і після електролітичного наводнювання коефіцієнт тертя оксидованого сплаву знижується у 2,5–4 рази. Методом склерометрії розкрито механізм впливу електролітичного наводнювання на зносотривкість оксидного шару. Встановлено, що поверхня тертя оксидованого сплаву характеризується почерговою зміною крихкого руйнування оксидних включень і пластичної деформації матриці. Практичні рекомендації роботи прийнято до використання на авіазаводі ДП “Завод 410ЦА” (Київ).

Спеціальність 05.17.14 – хімічний опір матеріалів і захист від корозії.

В. І. Воробель. Закономірності впливу складу живильної води аміачно-гідразинного регулювання на корозійно-електрохімічні характеристики сталі 08X18H10T за підвищених температур. Вивчено вплив хімічного складу теплоносія другого контуру АЕС за підвищених температур та рівноважних тисків на корозійно-електрохімічну поведінку сталі 08X18H10T. Встановлено критичну концентрацію хлорид-іонів ($C_{Cl^-} = 0,3 \text{ mg/kg}$) у живильній воді, за якої стабільні пітинги на сталі не розвиваються. Як критерій взято різницю між базисами репасивації та пітингоутворення. Виявлено, що в діапазоні 25...300°C швидкість корозії сталі у живильній воді залежно від вмісту хлоридів, гідразину та рН зростає на 1,5–2 порядки і визначається ефективністю катодних процесів. Найменшу схильність до пітингоутворення в ній сталь проявляє при 175...200°C, що обумовлено утворенням на поверхні гідроксидно-оксидних сполук з високим опором до локальної активації. За вищих температур внаслідок їх дегідратації і виникнення дрібнодисперсних оксидів зародження пітингів полегшується, а їх репасивація утруднюється. Із підвищенням температури живильної води та прикладених навантажень інтенсифікується розтравлювання поверхні сталі 08X18H10T межами включень та накопичуються продукти корозії поблизу них. Результати досліджень використано Національним науковим центром “Харківський фізико-технічний інститут” під час розробки рекомендацій для оцінки робоздатності матеріалів та прогнозування ресурсу трубопроводів енергоблоків АЕС в інтервалі температур до 300°C за рівноважного тиску теплоносія.

Доктора технічних наук:

Спеціальність 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

О. В. Гембара. Методи розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій за дії водневмісних середовищ. Побудовано розрахункові моделі критичного підростання тріщин у металах та на їх основі розроблено методи розрахунку залишкової довговічності елементів конструкцій з урахуванням різних механізмів впливу водню. Сформульовано нову розрахункову модель зумовленого воднем росту тріщин у металах за дії статичного навантаження, засновану на сучасних фізичних і механічних теоріях їх деформування і руйнування. На цій основі розроблено метод оцінювання залишкової довговічності елементів конструкцій з тріщинами у водневмісному середовищі. Вперше за відомими теоретичними концепціями і експериментально обґрунтованими гіпотезами побудовано розрахункову модель для опису корозійно-механічного руйнування матеріалів труб підземних нафтогазопроводів з урахуванням його інтенсифікації дифузійно рухомим воднем. Кількісно оцінено вплив наводнювання на швидкість ґрунтової корозії та залишкову довговічність труб підземних нафтогазопроводів. Одержані результати використано під час досліджень

водневої тривкості корпусів реакторів гідрокрекінгу нафти, виконаних ТзОВ “Дослідний завод “Промкотлосервіс” на замовлення ОАО “Ижорские заводы” (Росія) та компанії Chevron Lummus Global (США) в межах договору №IZ/04100/K19-01 для оптимізації технології нанесення захисних наплавок на корпус реактора гідрокрекінгу нафти. Вони стали основою “Методики комплексної діагностики експлуатованих умов, стану матеріалу і залишкового ресурсу магістральних трубопроводів”, яка впроваджена в ДК “Укртрансгаз”, і використані для прогнозування залишкового ресурсу ділянки магістрального газопроводу “Уренгой–Помари–Ужгород”DN1400 загальною довжиною 21,6 km, введеної в експлуатацію з 1982 р. На створену програму розрахунку концентрації водню в плоских елементах конструкцій за дії силових навантажень “DIFUS STRES” отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 58212.

А. М. Сиротюк. Методи оцінювання опору руйнуванню та міцності трубопроводів за дії корозійних і наводнювальних середовищ. Оцінено руйнування та міцність трубних сталей та конструкцій за підходами механіки руйнування матеріалів із урахуванням впливу корозивного та водневого експлуатаційних середовищ. Встановлено особливості початкових стадій пошкоджуваності та поверхневого руйнування трубопровідних сталей за їх циклічного навантаження у корозивних середовищах. Запропоновано критеріальне співвідношення для визначення періоду зародження поверхневої тріщини від корозійного пітинга – концентратора напружень, яке є певною комбінацією параметрів напружено-деформованого стану матеріалу в зоні процесу та параметрів електрохімічного розчинення поверхні деформованого металу. Одержано комплекс експериментальних результатів та побудовано базові діаграми циклічної корозійної тріщиностійкості трубопровідних сталей із урахуванням впливу складу робочого середовища, частоти циклічного навантаження та асиметрії циклу навантажування, а також терміну експлуатації матеріалу. Розроблені методи реалізовано на практиці та виконано інженерні оцінки безпечної експлуатації трубопроводів з тріщиноподібними дефектами у робочих середовищах різного складу. Зокрема, розраховано безпечні розміри дефектів залежно від їх форми та об’ємної концентрації водню в металі трубопроводів.

Спеціальність 05.17.14 – хімічний опір матеріалів і захист від корозії.

О. Е. Нарієвський. Закономірності і механізми локальної корозії корозійнотривких сталей і сплаву аустенітного класу для ємнісної та теплообмінної апаратури. Встановлено закономірності і механізми пітингової і міжкристалічної корозії корозійнотривких сталей і сплаву в модельних оборотних водах і високоокиснювальному середовищі. Розвинуто такий перспективний напрямок, як електрохімія початкової стадії пітингування корозійнотривких сталей і сплавів у слабомінералізованих хлоридовмісних середовищах. Досліджено корозійнотривкі сталі AISI 304, AISI 321 і сплав 06ХН28МДТ у модельних оборотних водах і встановлено залежності та механізми впливу їх хімічного складу і компонентів структури на корозійні втрати Cr, Ni і Fe із пітингів. Запропоновано коефіцієнти селективного розчинення Cr і Ni із пітингів використовувати як критерій ідентифікації метастабільних і стабільних пітингів. Обґрунтовано вибір оптимальних плавків сталей і сплаву з максимальною пітинготривкістю і мінімальною швидкістю підростання пітингів. Розроблено методику пришвидшеного визначення швидкості підростання пітингів у модельних оборотних водах. Досліджено вплив хімічного складу і компонентів структури на корозійну тривкість досліджуваних матеріалів у високоокиснювальному середовищі. Опрацьовано методику пришвидшеного визначення корозійних втрат і швидкості корозії сталей і сплаву за цих умов. Основні положення, висновки та пропозиції роботи використано на підприємствах нафтопереробної, хімічної, енергетичної та інших галузей промисловості, що застосовують у технологічних процесах ємнісне та теплообмінне обладнання.

Д. І. Рицар