

ЗАХИСТ ДИСЕРТАЦІЙ

У 2017 році на 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.

Р. І. Романишин. **Розвиток ультразвукового методу діагностування пошкодженості металу на основі реєстрації зворотного розсіяного сигналу.** Розроблено метод визначення профілю перерізу зворотного розсіювання ультразвуку в напрямі поширення зондувального імпульсу на основі реєстрації і статистичної обробки ультразвукового сигналу у вигляді А-скану. Опрацьовано ультразвукові технології картографування адгезії покриття з поверхнею виробу та визначення місць відшарувань газотермічних покриттів, а також оцінювання водневої пошкодженості матеріалу. Розроблено новий безсітковий підхід до томографічної реконструкції дефектів за криволінійними проекціями та для об'єктів з криволінійними межами, що дало можливість опрацювати ультразвукові технології діагностування розсіяної пошкодженості конструкційних складноструктурованих матеріалів. Експериментально апробовано ультразвукову технологію оцінювання розсіяної пошкодженості сталей і сплавів по товщині стінки трубопроводу на основі аналізу неупорядкованості томографічних зображень перерізу розсіювання ультразвуку матеріалом. Технології реалізовано в ультразвуковому комп'ютерному томографі UST5M та експериментально апробовано в промислових умовах на об'єктах ВП "Рівненська АЕС" у межах виконання проектів за програмою "Ресурс".

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

М. І. Мельник. **Розроблення методу 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 місць пошкодження ізоляції підземного трубопроводу (ПТ) 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 ПТ за комплексом вимірів струмів, потенціалів і координат для неруйнівного контролю протикорозійного захисту.

Доктора технічних наук:

В. М. Учанін. **Розроблення методів і засобів вихрострумowego контролю матеріалів та конструкцій.** Методом об'ємних інтегральних рівнянь і експериментально досліджено сигнали вихрострумowych перетворювачів. Показано особливості розподілу сигналу параметричних перетворювачів від тріщин різної довжини, запропоновано спосіб її визначення. Встановлено особливості сигналів анаксіальних перетворювачів від тріщин різної довжини для різної орієнтації обмоток. Запропоновано конструкційний параметр ефективності вихрострумowego перетворювача. Показано його інваріантні властивості відносно кількості витків, а також розмірів обмотки за

умови збереження пропорцій. Досліджено ефективність обмоток на феритових осердях. Розроблено і досліджено комплект вихрострумових перетворювачів 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 дію анізотропії електропровідності немагнетних матеріалів і напружень у феромагнетних матеріалах. Розроблено і впроваджено вихрострумові дефектоскопи і технології для контролю виробів, які характеризуються високим рівнем завад, зокрема зварних швів, авіаційних багатошарових 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.

У 2017 році 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 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Я. М. Хабурський. Розроблення інгібіторів корозії вуглецевих сталей на основі відходів деревини для теплоенергетики. Розроблено методику синтезу інгібіторів, аналітичного визначення в них основної діючої речовини – таніну. Гравіметричними та електрохімічними дослідженнями показано, що екстракт дуба та синергічні композиції, створені на його основі, є інгібіторами змішаної дії. Утворюючи на поверхні хемосорбційну плівку, вони підвищують енергію активації та сповільнюють швидкість корозії сталі в нейтральних та кислих середовищах. Виявлено, що композиція з органічними та неорганічними синергістами ТИС-4 не лише найефективніше гальмує корозію у водогінній воді ($Z = 98\%$), а й сповільнює бікарбонат-карбонатне перетворення, запобігаючи відкладенню солей твердості на сталевій поверхні. Розраховані значення адсорбційного потенціалу та енергії активації корозійного процесу в 5% HCl та в присутності інгібіторів на основі екстракту дуба підтверджують хемосорбційну природу їх захисної дії, яку задовільно описують ізотермою Ленгмюра. Виявлено, що екстракт дуба підвищує опір сталі втомному руйнуванню у воді, гальмуючи як стадію зародження втомної тріщини, так і її ріст. Розроблено технологічний регламент для синтезу інгібітора ТИС-4, випущена його дослідна партія та опрацьовані практичні рекомендації щодо його застосування. Інгібітор у складі промивних розчинів впроваджений для кислотного-інгібіторного очищення теплоенергетичного обладнання.

М. Р. Чучман. Наводнювання та опір руйнуванню трубних сталей у сірководневих середовищах за статичних та циклічних навантажень. Виявлено, що високий опір сталей сірководневому корозійному розтріскуванню ще не свідчить про їх витривалість за корозійної втоми. Встановлено, що за умов переважальної дії водневого окрихчення на схильність до сірководневого розтріскування трубних сталей 20 і 30ХМА в основному впливає кількість дифузійно-рухливого водню, а за циклічних навантажень – водень з вищою температурою десорбції. На прикладі сталі 17Г1СУ показано, що у водних розчинах на основі CH_3COOH та NaCl за насичення сірководнем концентрація водню в сталі досягає максимальних значень $\sim 25 \dots 32 \text{ ppm}$ і не залежить від pH та швидкості корозії. Виявлено, що в насичених сірководнем хлоридно-ацетатних середовищах частка абсорбованого водню (виділеного внаслідок корозії сталі 17Г1СУ) становила менше 20%. У розчині NACE порогові напруження зразків зі сталі 17Г1СУ, зварених електродом УОНІІ-13/55Р, такі ж, як і для основного металу. За наявності допустимих за ВСН 012-88 дефектів у зварному шві вони зменшуються на 60 МПа. За асиметричних циклічних навантажень їх довговічність різко знижується, що унеможливило використання цієї сталі з дефектами зварних з'єднань за наявності в робочих середовищах сірководню.

Спеціальність 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

А. Є. Ліснічук. Прогнозування міцності та тріщиностійкості композитів на основі цементної матриці. Побудовано розрахункові моделі для прогнозування міцності за розтягу, стиску та тріщиностійкості композитів на основі цементної матриці. В основу моделей покладені концепції механіки руйнування, зокрема, δ_c -модель та силовий критерій критичних коефіцієнтів інтенсивності напружень. Розкрито механізм накопичення пошкоджень у вигляді тріщини, які зароджуються біля пор в умовах навантаження стиску. Встановлено, що для забезпечення високої тріщиностійкості матеріалу важливим чинником поряд з міцністю армувальних волокон є їх деформованість. Зокрема, армування цементного каменю високомодульними і міцними вуглецевими волокнами призводить до створення міцних композитів, але з дещо нижчими характеристиками тріщиностійкості, ніж це забезпечують деякі волокна з більшою деформованістю. Виготовлено дослідні зразки композитів на основі цементу і базальтових волокон та виконано комплекс експериментів зі встановлення таких службових характеристик, як тріщиностійкість, міцність на стиск та розтяг. Отримані результати експериментів на розтяг, стиск та тріщиностійкість призматичних зразків із композита на основі цементного каменю і мікрочолокон базальту як наповнювача добре корелюють із розрахунковими. На основі отриманих формул і побудованих на їх основі графічних залежностей можна прогнозувати міцність та тріщиностійкість композитів залежно від структури матеріалу, наявності тріщин, об'ємного вмісту та властивостей волокон; формувати оптимальний вміст складників фаз; створювати композити із наперед заданими службовими властивостями.

Спеціальність 05.02.01 – матеріалознавство.

А. А. Войтович. Диспергування структури наплавлених шарів системи Fe–Cr–B–C для підвищення їх зносотривкості. Встановлено закономірності впливу напрямку та амплітуди механічної вібрації підкладки на структурно-фазовий склад, морфологію та розміри зміцнювальних включень у структурі шарів, наплавлених економно легованими порошковими дротами (ПД) системи Fe–Cr–B–C під шаром флюсу. Виявлено, що механічна вібрація змінює фазовий склад наплавленого шару – кількість фази FeCrB зменшується, а фази FeCr₂B зростає. Оптимізовано параметри вібрації підкладки під час наплавлення її поверхні для модифікації структури наплавленого металу і досягнення максимальної зносотривкості. Вперше запропоновано подрібнювати боридні включення в структурі наплавлених шарів шляхом додавання до складу шихти ПД системи Fe–Cr–B–C порошку алюміній-магнієвої лігатури (ПAM) (60% Al, 40% Mg). Виявлено, що після додавання 1 mass% ПAM диспергування зміцнювальної боридної фази збільшується у 7 разів. Встановлено, що за наявності в шихті ПД 80X20P3T ПAM в структурі наплавленого шару виділяються дрібнодисперсні (до 1 μm) включення складнолегованих нітридів, які відчутно підвищують мікротвердість (в 1,2 рази) і, відповідно, зносотривкість (у 1,5 рази) наплавлених шарів. За результатами досліджень рекомендовано використовувати для відновлення деталей машин механічну вібрацію під час наплавлення. Тоді збільшується кількість центрів кристалізації у зварювальній ванні, що сприяє подрібненню структури, зокрема боридів, і перерозподілу фаз. Такі зміни мікроструктури в 2,5 рази підвищують зносотривкість металу, наплавленого ПД системи Fe–Cr–B–C.

У 2017 році на спеціалізованій вченій раді Д 35.052.05 Національного університету “Львівська політехніка” співробітниками Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка захищено такі дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук:

Спеціальність 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Р. В. Торська. Математичне моделювання розвитку пітингоподібних дефектів методом коміркових автоматів. Для підвищення продуктивності прогнозування швидкості пітингової корозії на поверхні металів та сплавів запропоновано підхід на базі коміркових автоматів із використанням околу комірки фон Неймана II-го поряд-

ку, що дало змогу знизити часові затрати та підвищити точність визначення глибини дефекту, особливо для пітингів неправильної форми. Розроблено математичну модель, яка відображає перехід від активного розчинення металу на поверхні до стадії метастабільного росту пітинга з врахуванням імовірності його переходу у пасивний стан. З використанням цієї моделі удосконалено метод задання локальних правил переходу для коміркового автомата, який враховує анодні реакції, дифузію, пасивацію, репасивацію, які відбуваються під час пітингової корозії. Дослідження полягають у порівнянні результатів, отриманих шляхом моделювання із реальними даними про динаміку розвитку точкових пошкоджень на поверхні зразків. Практично підтверджена доцільність застосування запропонованого методу симуляції для моделювання кородування сталей у нейтральних середовищах. Точність відтворення фізики процесів на мікрорівні забезпечується врахуванням електрохімічних чинників, які беруть участь у формуванні досліджуваних дефектів.

Доктора технічних наук:

Р. М. Юзефович. Моделювання та статистичний аналіз взаємопов'язаних періодично нестационарних вібраційних сигналів для виявлення дефектів механізмів. Обґрунтовано доцільність використання спектрально-кореляційних характеристик взаємопов'язаних періодично корельованих випадкових процесів (ПКВП)-сигналів для виявлення дефектів механічних систем та встановлення їх типів. Для кількісного опису взаємозв'язку між властивостями нестационарності ПКВП-сигналів введено інтегральну та покомпонентну функції когерентності. Розвинуто методи когерентного й покомпонентного взаємкореляційного аналізу ПКВП-сигналів. Розроблені теоретичні основи емпіричного непараметричного взаємспектрального аналізу. Розвинуто методи оцінювання характеристик пов'язаності сигналів за невідомого періоду нестационарності. Розроблена і випробувана вібродіагностична система, алгоритми і програмне забезпечення для аналізу стохастичних коливань різного походження на основі експериментальних результатів. Статистична обробка вібраційних сигналів цілого ряду дефектних механізмів показала високу ефективність використання для цього частотних залежностей введених функцій когерентності.

*М.н.с. відділу інтелектуальних технологій і систем діагностики,
к.т.н. Л. Ф. Франкевич*