

СЕКЦІЯ 7
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА
ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

УДК 355.40

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ДРІБНОЇ МОТОРИКИ НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВКИ
ОПЕРАТОРІВ БПЛА

Зленко С. М., Коваль Л. Г., Макогон В. І.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна
E-mail: smzlepko@ukr.net, klg@ua.fm, vim1986@i.ua

Ефективність застосування того чи іншого виробу в значній мірі визначається інфраструктурою його розробки, виробництва, супроводження тощо. Не є винятком і безпілотні літальні апарати (БПЛА), які разом з наземною станцією утворюють безпілотний авіаційний комплекс (БАК).

Для ефективного та безпечного використання БПЛА вирішальну роль відіграє рівень підготовки оператора БПЛА. За останні кілька років в Україні з'являються школи підготовки операторів БПЛА, навчання в яких, зазвичай, здійснюється за такою схемою: навчання на авіасимуляторі; навчальні польоти на тренувальних моделях БПЛА; навчальні польоти на реальній моделі БПЛА.

Але навчання за такою схемою не дозволяє виявляти кандидатів, які через свої психо-фізіологічні здібності не відповідають цьому напрямку діяльності на початкових етапах навчання. Запобігти такій ситуації можливо шляхом введення попереднього відбору кандидатів на навчання, на якому буде здійснюватись психо - фізіологічне тестування.

На сьогодні для психологічного тестування є велика кількість автоматизованих комп'ютерних програм, які дозволяють отримати психологічний портрет особистості, виявити його задатки та оптимальні сфери діяльності, але час відсутні засоби автоматизованого тестування стану дрібної моторики.

Дрібна моторика пальців рук для професії оператора БПЛА є основним фізіологічним показником. Для тестування стану дрібної моторики людини на кафедрі проектування медико-біологічної апаратури розробляється комп'ютеризований апаратно-програмний комплекс, який дозволить визначати основні показники кандидатів та здійснювати оцінку їх можливостей до навчання. Використовуючи результати такого тестування, особи, відповідальні за відбір операторів БПЛА, зможуть виявляти осіб із схильністю до навчання для роботи з дистанційно – керованими пристроями.

Ключевые слова: безпілотні літальні апарати, психо-фізіологічні здібності, дрібна моторика, підготовка фахівців.

УДК 620.179.14

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

Дугин А.Л.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина
E-mail: duginos@gmail.com

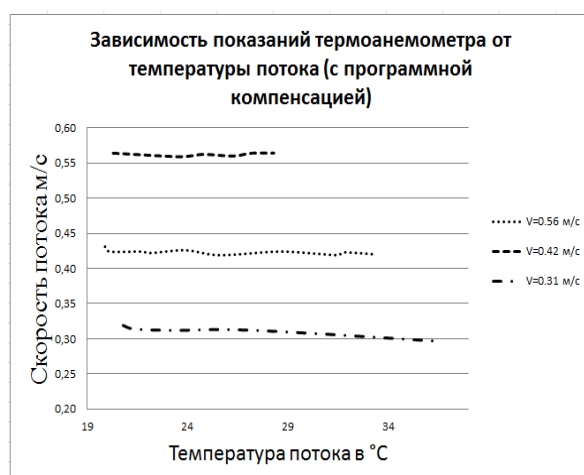
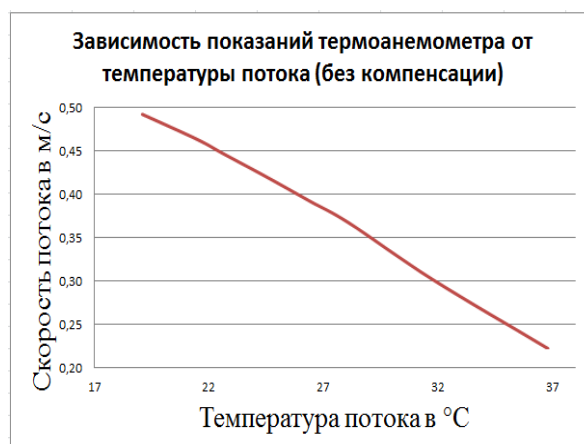
Современные приборы для измерения скорости потока жидкости или газа основаны на зависимости мощности рассеивания нагревательного элемента, помещенного в поток, от скорости потока, и работают по принципу термоанемометра. Такой метод является самым чувствительным при измерении малых скоростей (0,1-5 м/с) и идеально подходит для применения в системах вентилирования. Наиболее распространенными являются термоанемометры постоянного тока и постоянной температуры. В качестве чувствительного элемента используют тонкую нихромовую нить, терморезистор или термистор.

Для эксперимента была разработана компактная система с функцией установки необходимой температуры и скорости потока. В состав системы входит вентилятор с регулировкой частоты оборотов, узел, контролирующий нагрев/охлаждение, фильтр (для ламинаризации потока), датчик температуры и выходная трубка, в которую помещается термоанемометр.

В докладе рассмотрено исследование термоанемометра постоянной температуры с применением термистора в качестве чувствительного элемента. По результатам экспериментальных исследований проведен анализ влияния температуры воздуха на погрешность измерения скорости потока. Предложен способ программной компенсации влияния температуры воздуха на показания термоанемометра.

Из графика видно, что после программной компенсации погрешность измерения, в диапазоне температур от 17 до 32 °С, составила не более 0.025 м/с.

Ключевые слова: термоанемометр, термистор, измерение скорости потока.



УДК 629.735.083.02/.03.004.58

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДЕФЕКТІВ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МУЛЬТИНОМІАЛЬНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ

Бем О.Т., Єременко В.С.

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

E-mail: nau_307@ukr.net

Однією з причин підвищеної складності діагностики стану виробів із композиційних матеріалів є широка номенклатура типів дефектів, які визначаються різними методами неруйнівного контролю, з чого виникає задача розробки методики, яка сполучає і враховує всі дані, отримані різними методами та розраховує на їх основі комплексний діагностичний вердикт, що перекриває всі можливі типи дефектів і тим самим підвищує достовірність контролю. Для проектування відповідної методики діагностування композитних матеріалів у якості математичного апарату пропонується застосувати мультиноміальну логістичну регресійну модель (МЛР), яка здатна оперувати даними, що отримані від різних джерел, а отже дає змогу діагностувати можливі типи дефектів сукупно єдиною системою. МЛР здатна моделювати нелінійну взаємодію між ознаками, для відображення взаємозв'язку між ознаками та вердиктом на основі їх інтегральних функцій розподілу. МЛР – узагальнення біноміальної логістичної регресії, в якій номінативна залежна змінна (вердикт) має більше двох категорій. В моделі МЛР для кожної пари категорій залежна змінна - тип дефекту формується рівняння біноміальної (бінарної) логістичної регресії, одна з категорій залежної змінної «без дефекту» при цьому обирається опорною, а всі інші категорії порівнюються з нею. Вердикт, що отримується на основі МЛР моделі може вимірюватися як в номінативній шкалі, так і в порядковій. Незалежні змінні (ознаки, предиктори, регресори,) в такій моделі можуть бути як номінативними так і кількісними. Модель МЛР складається з k рівнянь біноміальної логістичної регресії для двох категорій:

$$p_i = E(Y_i | X_{ij}) = \frac{e^{(\beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_{ij} X_{ij})}}{1 + e^{(\beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_{ij} X_{ij})}},$$

де p_i – ймовірність того, що i -те вимірювання відноситься до категорії «дефект №1», а не до категорії «без дефекту»; β_{ij} – вектор розрахункових коефіцієнтів; X_{ij} – вектор ознак; кожне i -те вимірювання складається з j інформативних параметрів. Для визначення кінцевого вердикту моделі застосовується правило максимально можливої категорії (на основі векторів $(p_i)_{k+1}$, де k – кількість еталонних категорій дефекту).

Ключові слова: композиційні матеріали, мультиноміальна логістична регресія, вирішальне правило контролю.

Секція 7. НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ,

ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

УДК 620.179.16

ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СТРУКТУРОСКОПИИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Галаган Р.М., Богдан Г.А.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
г.Київ, Україна
E-mail: psnk@kpi.ua*

Одним из наиболее распространенных методов исследования структуры порошковых материалов является ультразвуковой метод неразрушающего контроля. Он обладает методической простотой, универсальностью, а также позволяет с высокой точностью и достоверностью, по измеренным значениям скорости распространения ультразвуковой волны (УЗВ), оценить физико-механические характеристики материалов.

На точность измерения скорости распространения УЗВ оказывают влияние различные факторы: квалификация и зрительное восприятие оператора, усилие прижатия блока преобразователей к объекту контроля (ОК), неплоскопараллельность ОК, несоответствие базы измерения размеру акустического тракта, характеристики выбранной аппаратуры контроля и т.д. Для разработки эффективных способов уменьшения погрешности контроля необходимо оценить степень влияния каждого из факторов на результат измерения, что можно выполнить путем проведения полного факторного численного эксперимента, для n факторов.

В качестве варьируемых факторов, оказывающих наибольшее влияние на погрешность измерения скорости распространения УЗВ, были выбраны: усилие прижатия блока преобразователей к ОК, несоответствие базы измерения размеру акустического тракта, частота дискретизации и количество разрядов АЦП. Учет двух последних факторов особенно актуален в связи с использованием дискретного ортогонального фазового метода измерения временного интервала. Остальные факторы, в результате проведенного анализа, были приняты незначимыми или такими, влиянием которых можно компенсировать различными способами. Для установления области определения входных факторов был применен метод априорного ранжирования. Для проверки связи скорости распространения УЗВ с выбранными факторами было принято решение о построении линейной модели факторного эксперимента, с количеством уровней факторов равным 2. Для нахождения коэффициентов целевой функции применялся метод наименьших квадратов.

Таким образом, путем проведения численных экспериментов была получена линейная функция скорости распространения УЗВ, отображающая степень воздействия факторов на погрешность результата измерения.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, точность измерений, многофазные порошковые материалы, факторный эксперимент.

УДК 620.179.14

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ МАГНІТНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІВ У ПРОГРАМІ COMSOL MULTIPHYSICS

Баженов В.Г., Худецький М.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: vgbazhenov@gmail.com

Магнітний метод є найбільш ефективним в ряді задач неруйнівного контролю наприклад: на транспорті. Інтенсивний розвиток електроніки дає новий імпульс для побудови систем магнітного контролю з використання в якості зчитувальних пристроїв електронних магнетометрів, при проектуванні яких виникають питання щодо формування технічного завдання для них.

У програмному середовищі Comsol Multiphysics було створено віртуальний макет для проведення експериментальних досліджень, що складається з постійного магніту (П подібної форми) та залізної пластинки, в якій проводилась імітація дефектів. База магніту складає 140 мм. Було проведено моделювання різних видів дефектів як поверхневі тріщини різних розмірів так і підповерхневі отвори різного діаметру, при різному намагнічуванні. Потім були побудовані сімейства графіків, один із яких показано на рис. Результати експериментальних досліджень підтвердили збіг з результатами моделювання.

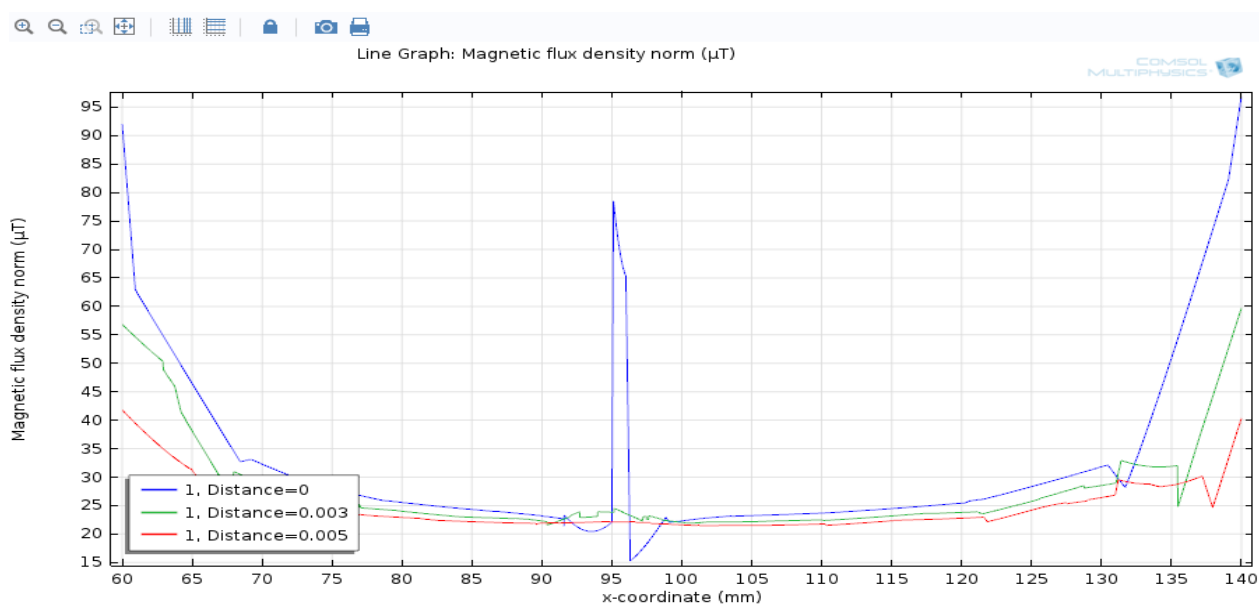


Рис. Поле розсіювання, що виникає над дефектом з геометричними розмірами 1х1 мм на відстані 0, 3 та 5 мм від поверхні відповідно.

Ключові слова: магнітний метод, comsol multiphysics, моделювання, дефекти, віртуальний макет.

УДК 535.317

КОМПЕНСАЦИЯ АБЕРРАЦИЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА СПЕКТРА В ХОДЕ ПАССИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ АТЕРМАЛИЗАЦИИ

Муравьев А.В.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина
E-mail: stals98@ukr.net*

Оптические и оптико-электронные приборы могут эксплуатироваться при различных условиях окружающей среды. Основным фактором, который оказывает влияние на характеристики фокусирующего узла при этом, является температура. Наиболее существенно это сказывается на качестве изображения оптических системы инфракрасного (ИК) диапазона спектра, что объясняется спецификой термооптических свойств материалов, применяемых в конструкциях этих приборов. Следовательно, при проектировании ИК объективов приборов неразрушающего контроля, работающих в условиях переменных температурных полей, необходимо учитывать влияние температуры на характеристики фокусирующего узла. Для термостабилизации качества изображения используются различные методы, возможность реализации которых зависит от назначения и технических требований к конкретному прибору.

Расширение номенклатуры ИК оптических материалов обуславливает увеличение популярности использования методов пассивной оптической атермализации для термостабилизации характеристик объективов. Их применение становится особенно актуальным для авиационно-космической отрасли приборостроения, где минимизация массогабаритных свойств, отсутствие движущихся элементов и высокая надежность конструкции прибора являются одними из наиболее важных требований.

Еще одним преимуществом пассивной оптической атермализации является возможность одновременной компенсации aberrаций изображения ИК объектива на этапе проектирования оптической системы. Существует возможность минимизировать не только хроматические, но и другие aberrации 1-3 порядков, такие как сферическая aberrация и кома.

Доклад посвящен усовершенствованию методов пассивной оптической атермализации. Приведены алгоритм и метод синтеза атермализованного ахроматического ИК диоптрического трехкомпонентного объектива с возможностью минимизации различных видов монохроматических aberrаций изображения. Доклад также содержит композиции ИК оптических систем с термостабилизированным качеством изображения, компоненты которых состоят как из трех, так и из двух оптических материалов.

Ключевые слова: компенсация aberrаций, инфракрасный объектив, пассивная оптическая атермализация.

УДК 620.179.16

ПОРІВНЯННЯ АКУСТИЧНИХ НЕРУЙНІВНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖНОСТІ ПОРИСТОГО ТИТАНУ

Безимяний Ю.Г., Козирацький Є.О., Назаренко В.А.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, м. Київ, Україна

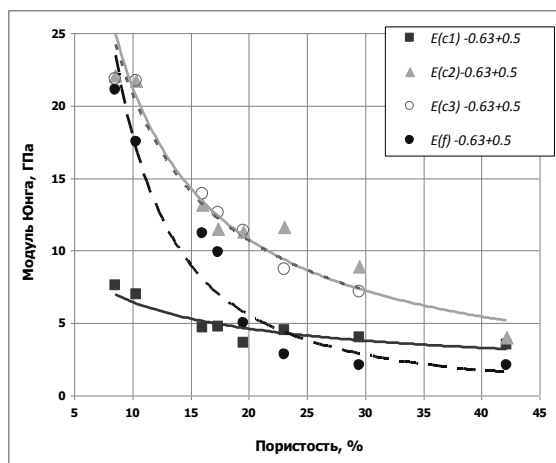
E-mail: bezimyni@i.com.ua, evgeniy_k@ukr.net

Проблему експериментального визначення характеристик пружності матеріалів із складною структурою було сформульовано ще наприкінці минулого сторіччя. З появою порошкових матеріалів, у яких розвинута мезоструктура, можлива наявність анізотропії, дефектності, пористості, ця проблема стала ще більш актуальною.

На модельному порошковому матеріалі проведено порівняння різних методів визначення динамічних характеристик пружності і результатів, отриманих одним методом на різних установках різними дослідниками.

Для дослідження були використані зразки, виготовлені у різний час за однією технологією. Ці зразки у вигляді прямокутних балок розмірами 3x7x45 та 5x7x45 мм пресували з порошків титану різних фракцій, а також з вихідного поліфракційного порошку, двостороннім пресуванням у закритій прес-формі без обмежувача. Пористість матеріалу змінювалася у межах від 0,05 до 0,4.

Прозвучування пружними хвилями зразка у різних напрямках імпульсним методом (c_1 , c_2 , c_3 на рис.) дозволило виявити анізотропію матеріалу, пов'язану з напрямом пресування (співпадає з напрямом c_1 на рис.). Для кожної фракції виявлено розбіжності у результатах імпульсного та резонансного методів. Приклад залежності модуля пружності, отриманого різними методами, від пористості матеріалу для однакового поліфракційного порошку наведено на рис. Залежність, отримана резонансним методом ($E(f)$), суттєво відрізняється від отриманих імпульсним методом.



У результаті порівняння можливостей досліджених методів визначення характеристик пружності фізично обґрунтовані причини розбіжностей, які виникають між результатами. Показано, що для динамічних методів вони пов'язані не з фізичною сутністю модуля пружності, а з недоліками методів стосовно структури та властивостей матеріалів, а також постановки чи обробки результатів вимірювального експерименту.

Ключові слова: неруйнівний контроль, пружна хвиля, модуль пружності, резонансний метод, швидкість поширення пружної хвилі, імпульсний метод.

УДК 620.179.16

АКУСТИЧНИЙ НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЇ ПРЕСУВАННЯ ТА СПІКАННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ВОЛОКОН ЗІ СТАЛІ 12Х18Н10Т

Безимяний Ю.Г., Висоцький А.М., Комаров К.А.

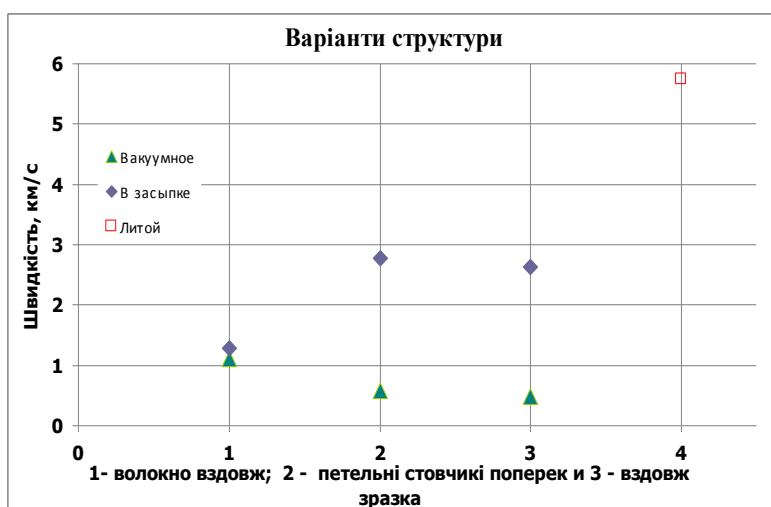
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, м. Київ, Україна

E-mail: bezimyni@i.com.ua, driver5@ukr.net, ko17kon@gmail.com

Матеріали на основі спресованих і спечених неперервних волокон з металів і сплавів останнім часом привертають увагу завдяки можливості забезпечення певних властивостей у різних напрямках. Для досягнення бажаних властивостей суттєву роль відіграють параметри технології пресування та спікання таких матеріалів. У цій роботі проведено дослідження акустичними методами неруйнівного контролю впливу технологічних параметрів на характеристики пружності матеріалу, створеного на основі неперервних волокон.

Дослідження проводили на зразках матеріалу, який отримували з волокон широко застосовуваної сталі 12Х18Н10Т, у вигляді балок з прямокутним перерізом. Для виготовлення зразків було використано різні технології та їхні параметри: волокна перед пресуванням укладали трьома способами (паралельно один одному вздовж довжини зразка та у вигляді петельних стовпчиків, які розташовували вздовж чи впоперек зразка); зусилля пресування при спіканні змінювали від 20 до 40 т; спікання проводили в засипці чи у вакуумі.

Пружні властивості матеріалу оцінювалися за швидкістю поширення пружної хвилі. Ультразвукові вимірювання проводили у напрямку пресування на частоті 0,6 МГц за спеціальною методикою методом радіоімпульсів з дискретною затримкою. Вплив структури матеріалу на швидкість поширення пружної хвилі наведено на рис.



В результаті роботи можна зробити наступні висновки: немає сенсу підвищувати зусилля пресування до 40 т; спікання в засипці ефективніше, ніж у вакуумі; напрям петельних стовпчиків не впливає на властивості пружності матеріалу; литий матеріал за характеристиками пружності суттєво перевищує волокнові в дослідженому напрямі.

Ключові слова: швидкість поширення пружної хвилі, сталь, волокновий матеріал, якість спікання, технологія пресування.

УДК 536.532

ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУР ОБ’ЄКТІВ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМ ТЕРМОМЕТРОМ ІЗ САМОКОРЕКЦІЄЮ

Ківа І.Л.

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, Україна

E-mail: kiwa.igor@yandex.ru

Як відомо, однією з основних проблем вимірювання температури термопарами є зміна їх чутливості на протязі часу експлуатації або під дією зовнішніх негативних впливів. А існуючі методи компенсації змін чутливості термопар вимагають її демонтажу або формування додаткових тестових впливів для отримання надлишкової інформації про стан робочих кінців термопар.

Можливо використання триелектродних термопар з наступним нагрівом і охолодженням робочого кінця термопар теплотою Пельтьє. Обробка результатів вимірювання дозволяє виключити вплив струму додаткового нагрівання робочого кінця термопар на значення термоЕРС, яке пропорційно вимірюваній температурі. Проте, забезпечити ідентичність термоелектричних параметрів (коефіцієнтів термоЕРС, коефіцієнтів Пельтьє та інше) основної термопар і додаткової термопар, створеної третім електродом, важко, особливо із-за відсутності стандартних трьохелектродних термопар. Тому здійснити самокорекцію показників термоелектричного термометра з високою точністю практично неможливо.

Тому пропонується до двохелектродної термопар, робочий кінець якої розміщений в зоні вимірюваної температури, приєднати два подовжуючі термоелектроди, дві мідні колодки, два електронних ключі і дві мідні пластини зі струмовим і потенціальними затискачами. Почергова робота електронних ключів, що управляються мікропроцесором, дозволяє здійснювати вимірювання термоЕРС термопар як на початку вимірюваного циклу, так і в наступні цикли при додатковому охолодженні і нагріванні робочого кінця теплотою Пельтьє, що створюється постійним струмом, який протікає безпосередньо по електродах термопар.

Запропонований термоелектричний термометр дозволяє реалізувати вимірювальну схему на основі стандартної двохелектродної термопар і дає можливість виключення впливу постійного струму охолодження-нагріву на вимірювану термоЕРС робочого кінця термопар. Завдяки електронним ключам є періодичний доступ до термоЕРС робочого кінця підігрітої термопар з перериванням постійного струму і відсутність будь-яких калібровок в процесі експлуатації. Перевагою схеми термометра є також скорочення кількості додаткових вимірювань, що підвищує його швидкодію.

Ключові слова: термоелектричне перетворення, термопара, електрорушійна сила, ефект Пельтьє, аналого-цифровий перетворювач, мікропроцесор.

УДК 621.643.03

УСИЛЕНИЕ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ ПАЯНО-СВАРНОЙ МУФТЫ

Тымчик Г.С., Подолян А.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
г.Київ, Україна

E-mail: a.podolian@i.ua

Усиление трубопровода муфтой заключается в перераспределении части нагрузки с трубы на стенку муфты, что приводит к снижению уровня напряжений в стенке трубы. Эффективность разгрузки трубы муфтой с внутренним заполнением растёт с увеличением диаметра трубопровода, уменьшением глубины подмуфтового пространства, увеличением толщины стенки муфты, модуля упругости и коэффициента Пуассона материала подмуфтового слоя. В результатах проведённых исследований получен график, иллюстрирующий изменение степени снижения кольцевых напряжений в стенке ремонтируемой трубы для различных диаметров усиливаемого трубопровода при использовании различных материалов для формирования подмуфтового пространства, показан на рис. 1. График построен для $P_y = 5,5 \text{ МПа}$, $\delta_T = 9 \text{ мм}$, $\delta_M = 9 \text{ мм}$, $\delta_{IIIIV} = 3 \text{ мм}$, $P_{MY} = P_{MYonm}$.

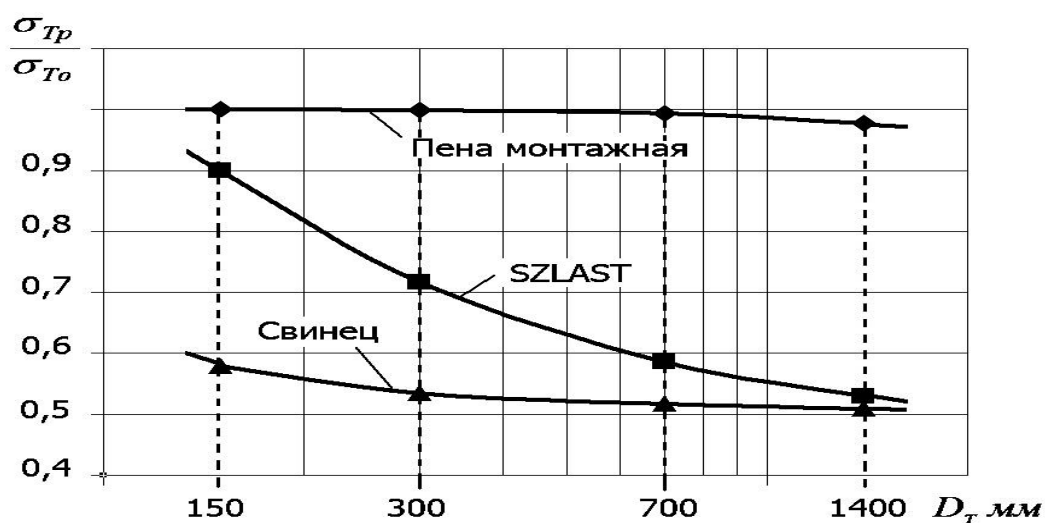


Рис. 1 Зависимость степени снижения кольцевых напряжений в стенке усиливаемой трубы от её диаметра

Исследования показывают, что применение расплавленного металла для формирования подмуфтового слоя позволяет упростить конструкцию с точки зрения контроля, а так же осуществить усиление участков трубопроводов относительно небольших диаметров, для которых использование известных компаундов малоэффективно.

Ключевые слова: муфта, неразрушающий, контроль, диагностика, ремонт, газопровод, трубопровод, труба, давление, газ, нефть.

УДК 620.179.16

ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЮ χ^2 ПІРСОНА ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ ПРИ ІМПУЛЬСНОМУ ІМПЕДАНСНОМУ КОНТРОЛІ

Суслов Є.Ф.

Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна,

E-mail: suslovef@gmail.com

У більшості сучасних дефектоскопів, що реалізують імпульсний імпедансний метод та призначені для контролю композиційних матеріалів застосовується спектральний аналіз сигналів. Рішення про наявність дефекту приймається при перевищенні граничного рівня амплітуди обраних спектральних складових. Застосування подібних критеріїв прийняття рішень базується на оцінках детермінованих характеристик інформаційних сигналів. В той же час вибірка дискретних відліків вихідного аналогового сигналу являє собою послідовність, що зазнала впливу випадкових факторів. Таким чином, доцільним є впровадження підходів до обробки інформаційного сигналу, що враховують зміну випадкової складової спектра сигналу, підвищуючи, таким чином, достовірність контролю та розширюючи простір діагностичних ознак.

Спектри сигналів з дефектної та бездефектної областей об'єкту контролю відрізняються між собою. Для вирішення задачі визначення відмінності пропонується використовувати їх статичне оцінювання на основі критерію χ^2 Пірсона.

Статистика, що є мірою відмінності між спектральними щільностями $\hat{G}_1$ та $\hat{G}_2$, сигналів отриманими із бездефектної та дефектної областей відповідно, розраховується як:

$$\chi^2 = [1/n_1 + 1/n_2]^{-1} \sum_{i=1}^n \left[\log \hat{G}_1(f_i) / \hat{G}_2(f_i) \right]^2, \quad (1)$$

та відноситься до χ^2 –розподілу з N ступенями свободи, де $N = B/\Delta f$ – кількість спектральних складових в досліджуваній області. $B = f_b - f_a$ – ширина вибраного діапазону частот, а Δf – поточна розрізнявальна здатність по частоті.

Використовуючи формулу (1), можна прийняти або спростувати гіпотезу про відповідність оцінок спектральної щільності. Область прийняття гіпотези є

$$\chi^2 \leq \chi_{N,\alpha}^2,$$

де α – рівень значимості критерію.

Наведений підхід дозволяє оцінювати наявність дефекту по відмінностям спектрів задаючись лише рівнем значимості критерію, що в свою чергу дає можливість визначати пошкодження на основі імовірнісних вимог до контролю.

Ключові слова: імпедансний контроль, спектральний аналіз акустичних сигналів, критерій Пірсона, композиційні матеріали.

УДК 620.179.14

ВИХРЕТОКОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Горкунов Б.М., Тищенко А.А., Шибан Тамер

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков, Украина*

E-mail: gorkunov@kpi.kharkov.ua, anta3101@gmail.com, lsq@kpi.kharkov.ua

В настоящее время актуальным является вопрос разработки многопараметровых, многофункциональных преобразователей физических величин, которые позволят получать наиболее полную информацию об исследуемом объекте. В перспективном плане для многопараметрового контроля практический интерес представляет использование вихретоковых преобразователей с пространственно периодическими полями.

В работе [1] рассмотрены первичные преобразователи, у которых зондирующее магнитное поле имеет трансляционную симметрию. В цилиндрической системе координат r , φ и z с продольной осью z такая симметрия характеризуется тем, что магнитное поле зависит только от координат r и φ . Типичным примером трансляционной симметрии является поле длинного проводника с током. Сочетание такого проводника и цилиндрического изделия характеризует самый простой тип вихретокового преобразователя с полем при наличии трансляционной симметрии. Ток, имеющий один компонент вдоль оси z возможно представить в виде ряда Фурье:

$$j_z(\varphi, t) = e^{i\omega t} \frac{I}{d} \delta(\varphi) = e^{i\omega t} \left\{ j_0 + \sum_{n=1}^{\infty} j_n \cos(n\varphi) \right\},$$

где n – номер пространственной гармоники; $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота тока; I – ток, протекающий по проводнику; $\delta(\varphi)$ – дельта-функция; d – расстояние от центра ферромагнитного цилиндра до проводника с током.

Коэффициенты Фурье j предполагаются известными, поскольку задан полный ток нитевидного проводника ($j_0 = I/2\pi d$; $j_n = I/\pi d$). В действительности, на практике используются проводники с конечной шириной и радиальной высотой. Последнее удобно реализовать в одном из двух конструктивных вариантов: использование ленточного проводника с током либо наборного полюса, содержащего множество тонких проводников с токами, текущими вдоль образующей цилиндра в одном и том же направлении (например, вдоль оси z). В последнем случае токи отдельных проводников создают суммарный ток полюса.

Ключевые слова: вихретоковый преобразователь, пространственно-периодическое поле, многопараметровые измерения.

Литература

1. Горкунов Б.М. Многопараметровый электромагнитный метод контроля цилиндрических токопроводов / Б.М. Горкунов, С.Г. Львов, И.Б. Горкунова, И.Х. Шахин // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. Спец. выпуск. – 2013. – Т. 2, № 8 (114). – С. 140-144.

УДК 378

ОСОБЛИВОСТІ ГУМАНІЗАЦІЇ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Лашко О.В.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

E-mail: e.lawko@kpi.ua

Останнім часом в Україні та світі спостерігається тенденція переходу від авторитарної системи освіти до особистісно-орієнтованої. Все більше уваги приділяється дослідженню взаємовідносин між учнем та педагогом, студентом та викладачем як рівноправних учасників освітнього процесу. Сьогодні система взаємодії “студент-викладач” розглядається як суб’єкт-суб’єтна.

В даному контексті освіту слід розглядати не як процес передавання знань від вчителя до учня, а як створення комфортних умов для взаємного розвитку, обміну знаннями та досвідом. В цьому сенсі задачі вчителя, в тому числі викладача вищої школи, виходять далеко за межі транслявання знань.

Щоб стимулювати у студента інтерес до обраного фаху, для викладача важливо, по-перше, самому добре володіти матеріалом; по-друге, сприяти створенню таких особливих умов, за яких розвиток особистості студента проходитиме природно. Одним із чинників встановлення таких умов можна виділити довіру як складову взаємодії між студентом і викладачем.

Вивченню довіри між студентом і викладачем присвячені роботи [2, 3] та ін. Зокрема, нами досліджено: особливості прояву довіри у студентів інженерної спеціальності, оптимальний рівень довіри між студентом і викладачем та деякі визначники встановлення довірчих відносин, взаємозв’язок довіри і локусу особистісного контролю у студентів, а також зв’язок довіри і саморегуляції. Опитування проводилися на кафедрі приладів і систем неруйнівного контролю. Отримані результати оброблені за допомогою методів математичної статистики.

Ключові слова: вища освіта, професійна підготовка, студент, викладач, взаємовідносини, довіра.

Литература

1. Лушин П.В. Экологичная помощь личности в переходный период: экофасилитация [Текст] : Монография / Лушин П.В. - Киев, 2013. - 296 с. - (Серия “Живая книга” ; Т. 2).
2. Лашко Е.В. Исследование взаимосвязи саморегуляции и доверия в контексте процесса подготовки специалистов приборостроительной отрасли / Е.В. Лашко // Приборостроение-2015 : матер. 8-й Междунар. научн.-техн. конф., 25-27 ноября 2015 г. - Минск, Республика Беларусь, 2015. - Т. 2, С. 206-207.
3. Лашко Е.В. Особливості довіри і саморегуляції студентів технічного вищого навчального закладу / Е.В. Лашко // Особистість у кризових умовах та критичних ситуаціях життя : зб. наук. пр. - Суми, 2016. – С. 148-152.

УДК 621.762: 621.763:620.179.1:53.082.4

МЕТОДОЛОГІЯ ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖНОСТІ БАГАТОФАЗНИХ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Безимянный Ю.Г., Колесников А.М., Талько О.В.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, м. Київ, Україна

E-mail: bezimyni@i.com.ua, semafor@ukr.net

Відповідно до класифікатора ДК 004-2008 ДП "УкрНДНЦ" на сьогодні в Україні відсутні ДСТУ, які регламентують вимірювання динамічних модулів пружності, крім застарілого ГОСТ 10828 "Резина. Метод определения динамического модуля и модуля внутреннего трения при знакопеременном изгибе", який не має ніякого відношення до широко застосовуваних імпульсних та резонансних акустичних методів. Не дійсний на сьогодні ГОСТ 25156-82 "Металлы. Динамический метод определения характеристик упругости", який стосується тільки резонансних випробувань на згинання для ізотропних металів і сплавів. Тому метрологічне забезпечення визначення динамічних характеристик пружності матеріалів, тим більше із складною структурою, має важливе значення.

Для забезпечення визначення динамічних характеристик пружності багатофазних порошкових матеріалів проведені: розробка методології використання акустичних методів, обґрунтування та розробка методик експериментальних досліджень та цикл експериментальних досліджень. Вони дозволили узагальнити результати теоретичного й експериментального аналізу і запропонувати принципи отримання високої точності величин характеристик пружності багатофазних порошкових матеріалів, а також запропонувати оригінальні методи, які дозволяють проводити вимірювання характеристик пружності і тих, що пов'язані з ними, також і у складних умовах. Такими пов'язаними задачами слід вважати методи оцінки дефектності багатофазного порошкового матеріалу, розроблені в процесі досліджень характеристик пружності. Дефекти для багатофазних порошкових матеріалів є їхніми невід'ємними частинами і суттєво впливають на характеристики пружності.

Показано, що найбільш суттєві похибки вимірювань характеристик пружності багатофазних порошкових матеріалів стосуються, перш за все, не точності апаратних пристроїв, а принципових підходів до їхнього застосування.

Узагальнення проведених результатів досліджень багатофазних порошкових матеріалів дозволили запропонувати принципи отримання високої точності та інформативності визначення величин динамічних характеристик пружності матеріалів із складною структурою які пов'язані: із анізотропією матеріалу, його напружено-деформованим станом, хвильовими розмірами зразка та елементів внутрішньої структури, станом напруженості, похибкою вимірювань, фізичною моделлю експерименту та можливостями апаратури.

Ключові слова: неруйнівний контроль, характеристики пружності, багатофазний матеріал, порошкова металургія, пружна хвиля.

УДК 621.64

ОСОБЛИВОСТІ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ГАЛУЗІ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Цих В.С., Яворський А.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Україна

E-mail: tv.vitalik@gmail.com

Контроль ізоляційного покриття підземних трубопроводів залишається досить актуальним питанням на сьогодні, особливо зважаючи на поступове наближення кінця ресурсу експлуатації таких мереж та необхідності його продовження. Для проведення такого контролю слід користуватися спеціальною нормативною документацією, в якій повинні бути чітко прописані усі необхідні методики, принципи та підходи. Однак, наявні нормативні документи не завжди враховують усі особливості контрольованих об'єктів, доцільність чи недоцільність застосування того чи іншого методу або методики, а також безпосередньо порядок проведення контролю ізоляції.

Проведений аналіз нормативної документації свідчить, що для контролю ізоляції підземних трубопроводів в Україні регламентоване застосування тільки контактних методів [1-3], які мають значну кількість недоліків (наприклад: трудомісткість забезпечення надійних контактів електродів з ґрунтом при високому опорі поверхні землі, локальний характер контролю, залежність сигналу від опору ґрунту, необхідність попереднього уточнення місцезнаходження досліджуваного трубопроводу). Більш перспективними методами є безконтактні, серед яких найбільшого поширення набули індукційні методи, однак можливість їх застосування для контролю ізоляції підземних трубопроводів в українській нормативній документації не прописана.

Необхідно також відмітити, що існуючі нормативні документи щодо оцінки стану ізоляційних покриттів регламентують використання сталого кроку між точками контролю, який залежить виключно від довжини досліджуваної ділянки. Однак, в такому випадку, не враховуються технічні особливості та характеристики об'єктів, на яких розміщені підземні трубопроводи.

Наведені проблеми призводять до зменшення точності та ефективності контролю ізоляції. Тому виникає необхідність розроблення єдиної методології контролю та відповідного нормативного документу, який би дозволив врахувати існуючі недоліки на основі використання різних методів та підходів.

Ключові слова: контроль, трубопровід, методика, нормативний документ.

Література

1. ДСТУ 4219-2003. Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 68 с.
2. Магістральні нафтопроводи. Нафтоперекачувальні станції, морські термінали. Технічний огляд, експертне обстеження технологічного обладнання і трубопроводів. Методи і

методики: СОУ 60.3-31570412-027:2007. – [Чинний від 2007-09-28]. – К. : ВАТ «Укртранснафта», 2007. – 219 с.

3. Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів: СОУ 49.5-30019801-115:2014. – [Чинний від 2014 – 06 – 11]. – К. : ПАТ «Укртрансгаз», 2014. – 198 с.

УДК 534.08

МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДОМ FDTD ВПЛИВУ ДЕФЕКТІВ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНИХ СЕРЕДОВИЩ НА ПАРАМЕТРИ ПРУЖНОЇ ХВИЛІ

Лісовець С.М.

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, Україна

E-mail: ser_lis@voliacable.com

Пропонується виконувати моделювання проходження пружної хвилі через структурно-неоднорідні середовища шляхом використання методу Finite-Difference Time-Domain (FDTD). До таких середовищ можна віднести середовища, які мають у своєму складі різного виду дефекти, наприклад, тріщини, що мають різні геометричні розміри та орієнтацію. Проходження через них пружної хвилі навіть середньої інтенсивності приводить до появи екстремально великих відносних деформацій і так званої “ляскаючої” нелінійності.

Так як однією з проблем застосування методу FDTD є потреба в дуже великих об’ємах оперативної пам’яті, то моделювання виконувалося для двовимірного випадку і вважалося, що фронт хвилі є нескінченим по осі x_3 , а всі компоненти вектору швидкості $\mathbf{v}$ і тензора напруг $\boldsymbol{\sigma}$ визначені тільки в площині x_1x_2 . При моделюванні застосовувалися два матричних рівняння: закон Кельвіна-Фойгта для в’язкопружного середовища

$$\frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{16} \\ C_{12} & C_{22} & C_{26} \\ C_{16} & C_{26} & C_{66} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial v_1}{\partial x_1} \\ \frac{\partial v_2}{\partial x_2} \\ \frac{\partial v_1}{\partial x_2} + \frac{\partial v_2}{\partial x_1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \eta_{11} & \eta_{12} & \eta_{16} \\ \eta_{12} & \eta_{22} & \eta_{26} \\ \eta_{16} & \eta_{26} & \eta_{66} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 v_1}{\partial x_1 \partial t} \\ \frac{\partial^2 v_2}{\partial x_2 \partial t} \\ \frac{\partial^2 v_1}{\partial x_2 \partial t} + \frac{\partial^2 v_2}{\partial x_1 \partial t} \end{pmatrix}$$

і другий закон Ньютона для суцільного середовища

$$\rho \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial \sigma_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_2} \\ \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{22}}{\partial x_2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix},$$

де C_{ij} , η_{ij} – компоненти тензора пружності та тензора в’язкості; F_i –

компоненти зовнішнього впливу; ρ – густина; x_i – координати; t – час.

При розрахунку просторових похідних застосовувалася апроксимація даних по 6 вузлам сітки, часових похідних та комбінованих похідних – по 12 вузлам сітки. Результати моделювання показали прийнятну точність порівняно із результатами експериментів. Для моделювання застосовувалася мова програмування C# і середовище розробки Visual Studio 2015.

Ключові слова: в'язкопружне середовище, закон Кельвіна-Фойгта, “ляскаюча” нелінійність, зовнішній вплив.

УДК 620.19

НОВИЙ ПІДХІД ДО ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЬНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕЗЕРВУАРІВ

Попович О.В., Жовтуля Л.Я.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

E-mail: olya.porovuch@gmail.com

Для забезпечення умов надійної і безпечної роботи систем трубопровідного транспорту нафти необхідно своєчасне проведення і організація робіт по технічній діагностиці її основних елементів. Великогабаритні вертикальні стальні резервуари (РВС) являються невід'ємною ланкою в технологічних процесах транспортування нафтопродуктів.

У загальному випадку під час технічного огляду та діагностування виконують наступні роботи: візуальне обстеження, вимірювальний контроль геометричної форми резервуара, контроль зварних з'єднань, визначення фізико-хімічних та механічних властивостей металу. Днище і перший пояс стінки відносяться до найбільш навантажених елементів конструкції РВС, в зв'язку з впливом ряду експлуатаційних та технологічних параметрів (корозійно-активне середовище, механічні впливи, ділянки локальних напружень і ін.).

Великі складності виникли при обстеженні одного із резервуарів ЛВДС "Броди", який має унікальні характеристики, а саме місткість 75 000 м³, подвійна стінка (внутрішній і захисний резервуар) та подвійне вакуумне днище. Однією із задач технічного огляду даного резервуару є визначення технічного стану днищ. Складність полягає у тому, що доступу до нижнього шару днища немає, а відстань від верхнього шару складає 15 см.

Практика проведення технічного огляду показала, що виконання даних робіт вимагає деякого відхилення від діючої нормативної бази з проведення технічних обстежень РВС для підвищення ефективності виявлення важливих дефектів. Пропонується використання технології фазованих решіток для контролю зварних з'єднань внутрішнього днища, що полягає у використанні багатоеlementних перетворювачів з метою отримання акустичних зображень

внутрішньої поверхні; а для контролю зовнішнього днища пропонується контроль шляхом примусового збудження акустичних коливань та реєстрування зміни сигналу (акустичного тиску) [2], що залежить від технічного стану металоконструкції днища.

Запропонований підхід дозволяє ефективно виявляти дефекти за відносно малі затрати часу з великою інформативністю.

Ключові слова: технічна діагностика, фазовані решітки, зварні з'єднання.

Література

1. ДСТУ EN ISO 13588:2014. Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Застосування автоматизованого методу фазованих решіток.
2. L.Mazeika. Ultrasonic guided wave tomography for the inspection of the fuel tanks floor. / L.Mazeika, R.Kazys, R.Raisutis, R.Sliteris // Proceeding of 4th International conference on NDT, 11-14 October 2007, Chania, Crete – Greece.

УДК 681.518.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСНИХ ШУМІВ ВІБРОДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Берегун В.С.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: viktorberegun@i.ua

Типова вібродіагностична система складається з наступних блоків, які вмикаються каскадно: віброакустичний перетворювач (акселерометр), попередній підсилювач (підсилювач заряду чи підсилювач напруги), основний підсилювач, фільтр низьких частот, аналого-цифровий перетворювач (АЦП), персональний комп'ютер (ПК). АЦП може бути як зовнішнім пристроєм так і вбудованим в системний блок ПК. При такому з'єднанні блоків вібродіагностичної системи кожен наступний блок крім власних шумів передає на свій вихід також і шуми, утворені попередніми блоками. Останнім елементом системи, на який надходять шуми всіх попередніх блоків, є АЦП.

Особливістю шумів на вході АЦП є те, що вони є неперервними за значеннями процесами, в той же час процеси на виході АЦП є квантованими за рівнем. Оскільки АЦП є джерелом цифрових сигналів, які в подальшому оброблюються на ПК за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, то саме шуми, зареєстровані АЦП і визначають динамічний діапазон вібродіагностичної системи.

В даній роботі безпосередньо досліджувались як характеристики власних шумів АЦП при короткому замиканні його входів, так і сумарні шуми всього тракту вібродіагностичної системи. Як АЦП використовувалась плата АЦП L-1250 (розрядність 12 біт) виробництва «Л Кард», що під'єднується до ПК через шину ISA, і модуль вводу-виводу сигналів ADA-1406 (розрядність 14 біт) виробництва «Холит Дэйта Систем», що під'єднується до ПК через інтерфейс

USB. При дослідженні шумів всього тракту акселерометр замінювався його еквівалентом, як попередній підсилювач використано триканальний підсилювач заряду, що виготовлений ТОВ «ПРОМЕЛ ЕНЕРГОАВТОМАТИКА» на основі схеми одноканального підсилювача заряду LP-03, розробленої фірмою «Л Кард», як основний підсилювач і фільтр низьких частот використано селективний підсилювач РУ2-11.

Частота реєстрації шумів становила 200 кГц, тривалість реалізацій дорівнювала 10 с (об'єм вибірки $2 \cdot 10^6$ відліків). Досліджувались наступні імовірнісні характеристики власних шумів: математичне сподівання, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнти асиметрії та ексцесу, кореляційна функція, спектральна щільність. На основі отриманих імовірнісних характеристик власних шумів вібродіагностичної системи розраховано її динамічні діапазони при роботі з детермінованими та випадковими сигналами при різних діапазонах вхідних напруг АЦП.

Ключові слова: вібродіагностична система, аналого-цифровий перетворювач, власні шуми апаратури, імовірнісні характеристики, динамічний діапазон

УДК 681.518.5+519.25

АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ УТЕЧКИ ЖИДКОСТИ В ТРУБОПРОВОДАХ

Полобюк Т.А.

Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев, Украина,

E-mail: polobyuk@gmail.com

Задача обнаружения акустических сигналов утечек в напорных трубопроводах может быть сформулирована как обнаружение стохастических сигналов на фоне помех и решена с использованием теории проверки гипотез. Под сигналом понимается регистрируемое приемным преобразователем акустическое колебание, которое образуется при истечении жидких сред через сквозные дефекты. В качестве помехи выступает случайный процесс разной природы (шум, создаваемый движущимся по трубопроводу потоком жидкости, искажение, связанное с неоднородностью среды распространения сигнала и т.д.). Выбор решающего правила основывается на априорной информации и исходных предположениях об объекте исследования. На сегодняшний день отсутствует единое мнение о законах распределения рассматриваемых сигнала и помех. Поэтому целью работы является систематизация алгоритмов обнаружения акустических сигналов утечки жидкости в трубопроводе для выбора соответствующего правила обнаружения и минимизации ошибки ложного обнаружения сигнала.

Для акустических течеискателей корреляционного типа алгоритм обнаружения строится исходя из предположения о гауссовском законе распределения сигнала и помех. В случае, когда среднее и дисперсия сигнала и помех неизвестны, оптимальное несмещенное правило обнаружения включает в себя сравнение с порогом оценки максимального правдоподобия коэффициента корреляции. Однако при расположении утечки вблизи одного из разнесенных приемных преобразователей возрастает ошибка пропуска сигнала.

Алгоритмы обнаружения акустических сигналов утечки, базирующиеся на моментно-кумулянтных критериях, позволяют эффективно решать данную проблему. В то же время такой подход применим при негауссовском характере сигнала и помехи. Известны алгоритмы обнаружения акустических сигналов утечки, основывающиеся на использовании опорного сигнала. Однако их применение ограничено условием стационарности шумовой помехи, а, как известно, скорость потока перекачиваемого продукта в течение суток изменяется.

В работе проведено моделирование обнаружения сигнала утечки в трубопроводе без опорного сигнала в гауссовской постановке задачи, базирующееся на гипотезах о равенстве дисперсий. Данный алгоритм позволяет принимать решение о наличии утечки при уровне значимости $\alpha=0,05$ и нестационарном характере помехи в течение суток.

Ключевые слова: акустическое течеискание, обнаружение шумовых сигналов, оптимальный алгоритм, статистические гипотезы.

УДК 620.111.1: 621.791.1: 006

ЕТАПИ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО АТЕСТАЦІЇ ФАХІВЦІВ II РІВНЯ КВАЛІФІКАЦІЇ З ВІЗУАЛЬНО-ОПТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

Несін В.В.

*ДП «Міжгалузевий учбово-атестаційний центр ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України» (МУАЦ
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ), Київ, Україна
E-mail: witnes@ukr.net*

Атестація та сертифікація фахівців з неруйнівного контролю в Україні здійснюється за різними процедурами міжнародного та національного рівня [1]. Теоретичні та практичні аспекти спеціальної підготовки до атестації фахівців II рівня ґрунтуються на попередньо отриманій професійній кваліфікації, певному досвіді роботи за напрямком контролю та підтвердженні або оволодінні кваліфікацією фахівця I та II рівня.

Для практичної підготовки фахівців з візуально-оптичного контролю (VT) в МУАЦ ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ розроблені та використовуються навчальні операційні карти та акти. Бланки дозволяють опрацювати наявні зразки зварних з'єднань за розробленою методикою (на підтвердження кваліфікації I рівня) та оцінити результати контролю (відпрацювання процедур, що виконують фахівці

II рівня). Робота з інструментами відпрацьовується на лабораторних роботах. Ознайомлення зі схемами контролю відбувається на етапі теоретичної підготовки і є обов'язковим елементом роботи з операційною картою [2]. Ґрунтовне опрацювання нормативних документів за спеціальними таблицями [3] дозволяє слухачам юридично грамотно складати навчальні акти.

Бланки навчально-практичних документів разом з науково-методичними рекомендаціями дозволяють різнобічно готувати фахівців з VT до атестації, відпрацьовуючи усі важливі етапи професійної діяльності. Узагальнення знань, умінь та навичок відбувається послідовно від простого до складного. Висновок про якість об'єкта контролю, що складають фахівці з у вигляді акту, є кульмінацією спеціальної підготовки до атестації. Його перевірка відбувається у МУАЦ у вигляді індивідуальної співбесіди слухача з викладачем.

Ключові слова: етапи підготовки, кваліфікація персоналу, навчальні бланки.

Література

1. Несін В.В. Сертифікація фахівців з неруйнівного контролю якості зварних з'єднань об'єктів теплової та промислової енергетики піднаглядових Держгірпромнагляду України в 1997-2015 роках. С. 181-182 // Збірка тез доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Екологія. Людина. Суспільство.» (м. Київ) / Укладач Д.Е. Бенатов. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 202 с.
2. Несін В.В. Достатність описових характеристик та схем контролю поверхневих несучильностей зварних з'єднань. С. 157. // Збірник тез доповідей VIII науково-практичної конференції студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», 22-23 квітня 2015 р., м. Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ». – 2015. – 170 с.
3. Слепченко Г.І., Яновський В.В., Несін В.В. Візуальний контроль. Методика навчання спеціалістів. С. 56-60. // Збірка доповідей учасників II Науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Зварювання та супутні технології» (24 травня 2001 р. м. Київ) / Уклад.: Несін В.В., Голубенко М.П. – К.: НТУУ «КПІ», 2001 р. – 68 с.

УДК 624.014:620.111.3

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ НЕСУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Демченко М.О., Філіппова М.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: amd.8@meta.ua, m.filippova@kpi.ua

Схильність металу до протидії деформації, зміни форми та внутрішнього стану під впливом невеликого діапазону навантажень, викликає ряд питань щодо забезпечення певних умов роботи та експлуатації конкретного конструкційного елемента споруди. Основною причиною руйнування елементів конструкцій є виникнення концентраторів напруження. Місце їх виникнення не завжди пов'язано з присутністю в металі дефектів, шлаку, пор і раковин. Однак, до виникнення концентраторів напруження схильні не лише ділянки

поверхнево шару металу, але й внутрішній шар матеріалу. Тому, існує необхідність встановлення значень напруження на більшій глибині металу.

При розгляді процесу акустичного прозвучивання спостерігається зміни в ультразвуковому сигналі, співмірні з напруженням, особливо, в зоні, що підпорядкованій закону Гука. При кутовому прозвучуванні з розташуванням випромінюючого та приймаючого перетворювачів по одну сторону від об'єкта контролю може спостерігатися зсув центру приходу променя на деяку величину. Для елементів діагностики балок типу швелер та двотавр основним концентратором напруги є полиці які при вигині піддаються деформацій розтяг-стиснення.

В ході дослідження було встановлено, що зміни товщини полки при розтягуванні та стисненні відбуваються практично однаково за виключенням напрямку зсуву. Величина, на яку зміщується промінь при прозвучуванні плоского профілю з плоскопараллельними гранями, становить близько 2,4% від половини стороні контактної поверхні перетворювача. Зсув центра променя відбувається на величину 0,06 мм при габаритах п'єзoeлемента 5x5мм при максимально допустимому значенню напруги на ділянці прозвучивання.

Процес кутового прозвучування, що відбувається в полиці балки з плоскопараллельними гранями полиць, супроводжується зміщенням центру променя, що приходить на приймальний перетворювач, настільки мале, що їм можна знехтувати. Тому, немає необхідності вводити коригування розташування перетворювачів відносно один одного.

Під час проведення експериментальних досліджень встановлено залежність відносної зміни швидкості акустичної хвилі, з урахуванням умов проведення ультразвукової діагностики, від середнього значення напруження в зоні прозвучування. В якості значень швидкостей для ненавантаженого матеріалу використовуються результати прозвучування на нейтральній лінії профілю балки, де напруження завжди рівні нулю. Для діагностики вибрані п'єзоакустичні перетворювачі з кутом прозвучування 50° та робочою частотою 5МГц.

Ключові слова: неруйнівний контроль, напруження, ультразвук.

УДК 534.86

РОЗДІЛЬНЕ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЗАЗОРУ І ДЕФЕКТУ В ВИХРОСТРУМОВОМУ КОНТРОЛІ

Маєвський С.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,

м. Київ, Україна

E-mail: smayevskyy@ukr.net

Вірогідність результатів високочастотного (>1 МГц) вихрострумового контролю дефектів поверхневої структури електропровідних діамагнітних

матеріалів (титан, алюміній) авіаційної техніки залежить від компенсації впливу на вихідний інформативний сигнал величини зазору між перетворювачем і поверхнею контрольованого матеріалу. Наявність такого зазору присутня практично завжди в тому числі - завдяки фарбовому покриттю металу. Вплив зазору на збільшення величини вихідного сигналу вимірювального перетворювача відрізняється від аналогічного впливу контрольованого дефекту величиною активного опору внесеного вихровими струмами до котушки індуктивності цього перетворювача. Зазор приводить до пропорційного зростання активного і індуктивного опорів котушки перетворювача завдяки такому ж пропорційному зменшенню внесених складових комплексного опору, а дефект – лише до зростання індуктивного опору. Ця особливість дозволяє розділити вплив дефекту і зазору використовуючи такий опосередкований параметр, як добротність паралельного резонансного контуру з включенням до його складу котушки індуктивності вихрострумowego перетворювача. Відповідним вибором частоти стороннього задаючого генератору забезпечується розділення впливів дефекту і зазору у вигляді різних знаків приросту вихідної напруги резонансного контуру.

Основним способом виключення впливу зазору є його роздільний контроль поряд з аналогічним контролем впливу дефекту завдяки відмінності і при цьому - стаціонарності для даного матеріалу об'єкту контролю фазових зсувів сигналів вказаних впливів відносно фази струму в котушці перетворювача: $\varphi_{зз}, \varphi_{д}$. Вимірювання цих значень фазових зсувів інформативних сигналів вихрострумowego перетворювача виконуються при використанні еталонних зразків з імітованими параметрами зазору і дефекту. З допомогою фазового детектування вихідного сигналу вихрострумowego перетворювача з допомогою квадратурних ($0^\circ, 90^\circ$) опорних когерентних сигналів визначаємо окремо вплив зазору $P_{зз}$ і вплив дефекту $P_{д}$ вимірюючи вихідні постійні напруги фазових детекторів U_1 та U_2 і вирішуючи при цьому систему рівнянь:

$$U_1 = P_{зз} \cdot \cos \varphi_{зз} + P_{д} \cdot \cos \varphi_{д}$$

$$U_2 = P_{зз} \cdot \sin \varphi_{зз} + P_{д} \cdot \sin \varphi_{д}$$

Ключові слова: неруйнівний контроль, вихрові струми, фаза

УДК 681.72

ВПЛИВ УМОВ БІОАКТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА НА СТАН ПОВЕРХНІ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Бондаренко М.О.

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

E-mail: maxxiu@ukr.net

Створення та дослідження поверхні перспективних матеріалів, що

Секція 7. НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ,
ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

працюють в умовах біоактивного середовища із залученням методу атомно-силової мікроскопії є необхідними для сучасних галузей точного приладобудування. Так, внаслідок дослідження та аналізу морфології поверхні перспективних матеріалів (на прикладі кераміки системи ЦТС), рис.1, автором встановлено, що на початку експлуатації поверхня має менший розвинений вигляд, більш однорідну морфологію, на ній відсутні мікрodefekти, тоді як після п'яти років експлуатації в умовах технологічної лабораторії, а, особливо, після десяти років, поверхня має менш однорідну морфологію, а кількість мікрodefekтів збільшилася у 2,5-5,5 рази.

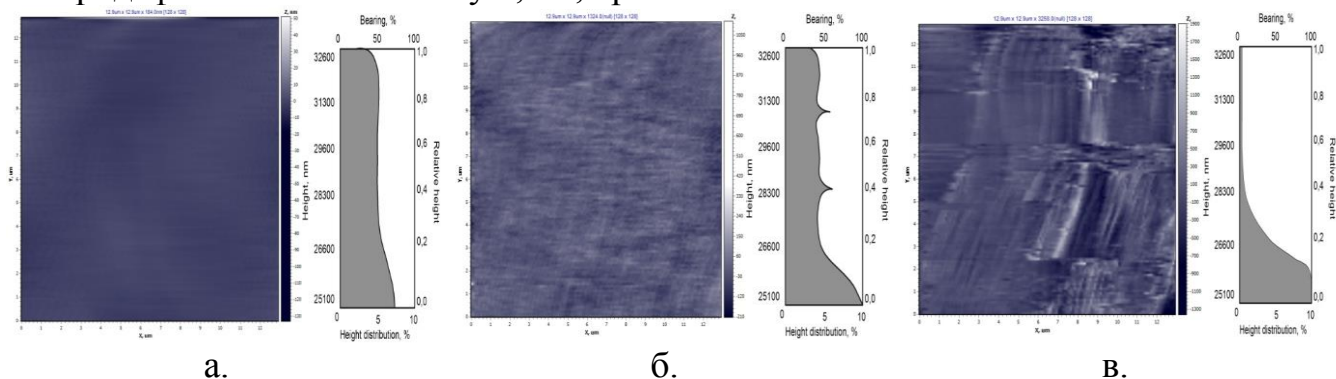


Рис.1. Топограма поверхні та гістограма розподілу нерівностей по кількості для кераміки ЦТС, що не використовувалася (а), після п'яти (б) та після 10 років використання (в) в умовах біоактивного середовища

Побудований графік залежності кількості мікротріщин та мікропор від часу експлуатації матеріалу, рис.2 вказує на значну динаміку зростання як мікротріщин так і мікропір для кераміки та полімеру після 5-7 років експлуатації, тоді як для кремнію динаміка зростання мікрodefekтів незначна, а суттєве зростання відбувається лише після 8-9 років експлуатації.

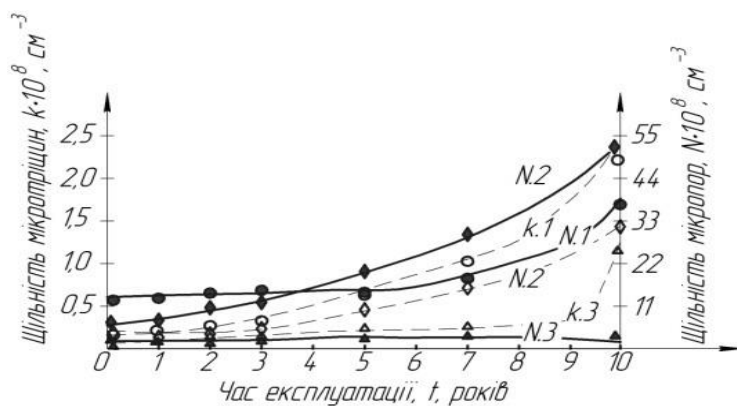


Рис.2. Зміна кількості мікрodefekтів поверхні з часом

З вищесказаного можна зробити висновок про несуттєвий вплив механічних чинників (згинаючі та крутильні навантаження), що чинилися на ці матеріали, а також більш високу хімічну інертність кремнію.

Ключові слова: атомно-силова мікроскопія, мікрodefekти, мікрорельєф.

УДК 621.317 (043.2)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ БРАКУВАЛЬНОГО РІВНЯ ПО АПРІОРНИМ ДАНИМ

¹⁾ Єременко В.С., ¹⁾ Сунетчієва С.Р., ²⁾Павленко Ж.О.

¹⁾Національний авіаційний університет, , м. Київ, Україна, ²⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

E-mail: nau_307@ukr.net, psnk@kpi.ua

Підвищення вірогідності неруйнівного контролю в першу чергу залежить від правильності встановлення бракувальних порогових рівнів, обґрунтування яких базується на визначенні закону розподілу інформативних ознак та розрахунку квантилів відповідних рівнів. В більшості методик контролю приймається гіпотеза про нормальність закону розподілу параметра контролю, що обумовлює похибки визначення квантилів при відмінності дійсного закону розподілу від гауссового. Для зменшення цих похибок застосовуються апроксимації законів розподілу, зокрема кривими Пірсона, для побудови яких треба розрахувати перші чотири моменти. При проведенні експериментальних досліджень на стандартних зразках з еталонними дефектами моменти розраховуються по отриманим статистичним даним, але при контролі композиційних матеріалів зразки з дефектами, що мають наперед задані характеристики, отримати практично неможливо, тому статистичні характеристики діагностичних ознак можна визначити на основі аналізу факторів, які впливають на точність їх визначення. До таких чинників належать похибки вимірювання параметра, вплив температури, завад, неоднорідності матеріалу, тощо. Кожний з цих чинників описується своїм законом розподілу та статистичними параметрами. Априорно знаю ці закони розподілів, можна визначити закон розподілу і самої діагностичної ознаки. Пряме вирішення цієї задачі призводить до багаторазового визначення інтеграла згортки, що суттєво ускладнює розрахунки.

В докладі запропонована методика визначення закону розподілу інформативних ознак, яка поєднує априорне визначення перших чотирьох моментів закону розподілу та його апроксимацію кривими Пірсона. Значення першого моменту знаходиться як алгебраїчна сума значення самої ознаки та всіх зміщень, що виникають під впливом факторів, а другого моменту – як геометрична сума невизначеностей вимірювання ознаки та середньоквадратичних відхилень факторів та завад. Так як при визначенні порогового рівня розраховується тільки нижня або тільки верхня границя, можна прийняти гіпотезу про симетричність закону розподілу параметра, тобто третій момент дорівнює нулю. Сумарний четвертий момент можна визначити за формулою підсумовування ексцесів η_i :

$$\eta = \sum_i \eta_i \sigma_i^2 / \left(\sum_i \sigma_i^2 \right)$$

Підставивши розраховані моменти у рівняння кривої Пірсона отримаємо апроксимацію закону розподілу інформативної ознаки.

Ключові слова: неруйнівний контроль, композиційні матеріали, апроксимація законів розподілу, метод ексцесів.

УДК 620.179.14

ДОСЛІДЖЕННЯ МУЛЬТИДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВИХРОСТРУМОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА В ІМПУЛЬСНОМУ РЕЖИМІ ЗБУДЖЕННЯ

Дугін О.Л., Куц Ю.В., Лисенко Ю.Ю.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
м. Київ, Україна,
E-mail: j.lysenko@kpi.ua*

Область застосування вихрострумowego неруйнівного контролю (ВСНК) завдяки його надійності та ефективності постійно розширюється, тому методи та засоби його реалізації потребують подальшого удосконалення. Одним з важливих напрямів розвитку ВСНК є підвищення інформативності контролю за рахунок удосконалення способів збудження вихрострумowego поля та пошуку нових інформативних параметрів (ІП) сигналів вихрострумowego перетворювача (ВСП).

В доповіді розглянуто застосування імпульсного режиму збудження (ІРЗ) накладного мультидиференціального ВСП з метою розширення функціональних можливостей ВСНК. Цей режим у поєднанні з сучасними методами оброблення інформаційних сигналів істотно доповнює відомі методи ВСНК за рахунок можливості аналізу таких ІП сигналів як частота, дисперсія фази, декремент сигналу і часове положення характерних точок сигналу.

В роботі проаналізовано вплив зміни глибини тріщини в алюмінієвому ОК на ІП інформаційного сигналу мультидиференціального ВСП. Результати визначення частоти сигналу ВСП приведено на рис. 1. З графіку видно, що характер залежності частоти сигналів від глибини тріщини h наближається до експоненціального. Експериментальна крива 1 має незначні відхилення від лінії тренду (крива 2), що відповідає похибці $\sim 0,2\%$ ($\pm 0,4$ мкм). На рис. 2 наведено залежність максимального значення амплітуди сигналу мультидиференціального ВСП від глибини поверхневих тріщини.

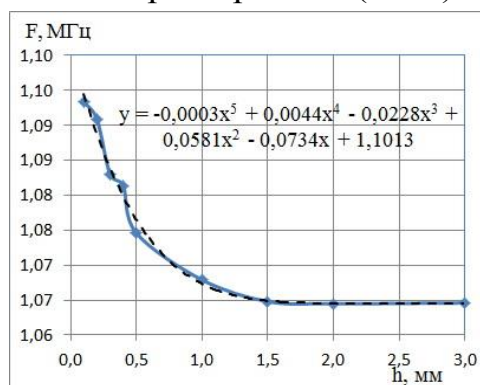


Рис.1. Залежність частоти сигналів ВСП від глибини тріщини

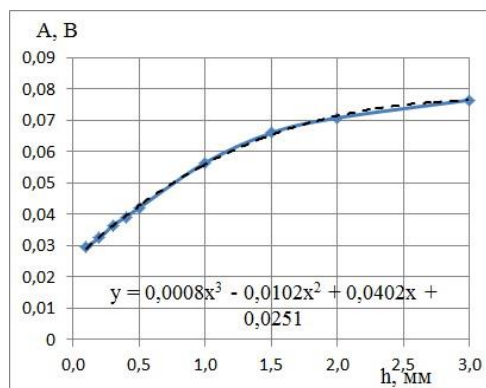


Рис.2. Залежність максимального значення амплітуди сигналів ВСП від глибини тріщини

Залежності на рис. 1 та 2 можуть бути використані для кількісного оцінювання параметрів тріщин. Це експериментально доводить можливість використання мультидиференціальних ВСП в ІРЗ для дефектометрії виробів з немагнітних електропровідних матеріалів.

Ключові слова: імпульсний вихрострумний контроль, мультидиференціальний вихрострумний перетворювач, частота.

УДК 681.2.083

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПО МЕТОДУ КЕЛЬВИНА-ЗИСМАНА

*Пантелеев К.В., Тявловский А.К., Дубаневич А.В., Свистун А.И., Жарин А.Л.
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: nil_pt@bntu.by*

Измерения контактной разности потенциалов (КРП) по методу Кельвина-Зисмана нашли широкое применение в технике неразрушающего контроля изделий макро-, микро- и нанотехнологии. В данном методе измерительный электрод и поверхность исследуемого образца формируют обкладки динамического конденсатора, электрическая емкость C которого периодически изменяется за счет вибрации измерительного электрода. При наличии между обкладками конденсатора КРП U_{CPD} в цепи будет возникать электрический ток i_{out} , описываемый по закону $i_{out} = U_{CPD} \frac{dC}{dt}$. При наличии в цепи дополнительного источника напряжения U_{comp} ток в цепи примет значение $i_{out} = (U_{CPD} + U_{comp}) \frac{dC}{dt}$, что позволяет осуществлять измерения по компенсационной (нулевой) схеме. В известных способах измерения КРП из-за инерционности цепи обратной связи достижение полной компенсации $i_{out} = 0$ требует достаточно длительного времени, кроме того, измерение малых токов $i_{out} \rightarrow 0$ сопряжено с погрешностями, определяемыми шумами электронной схемы, что накладывает ограничения на точность компенсации.

Предлагаемая модификация метода Кельвина-Зисмана заключается в выполнении измерений без приведения тока в цепи динамического конденсатора к нулю и определении напряжения полной компенсации расчетным путем. Из приведенного выше выражения видно, что зависимость тока i_{out} от напряжения компенсации U_{comp} является линейной. Подавая на измерительный электрод поочередно два различных фиксированных значения напряжения компенсации U_{comp1} и U_{comp2} и измеряя соответствующие этим напряжениям значения выходного сигнала i_{out1} и i_{out2} , можно получить две точки $i_{out1}(U_{comp1})$ и $i_{out2}(U_{comp2})$, относящиеся к искомой зависимости, через которые может быть проведена прямая линия. Данная прямая пересекает ось абсцисс в точке $U_{CPD} + U_{comp} = 0$, т.е. выполняется условие $U_{comp} = -U_{CPD}$, что

позволяет определить значение КРП на основе простого расчета, выполняемого при помощи микроконтроллера. При этом исключается необходимость в плавном регулировании напряжения компенсации и измерении малых (стремящихся к нулю) токов, что повышает производительность измерений и их точность, а также повышает устойчивость схемы измерения за счет исключения инерционной цепи обратной связи. Описанный метод измерений реализован в опытном образце измерительного преобразователя, используемого для характеристики дефектов прецизионных поверхностей проводящих и полупроводниковых материалов.

Ключевые слова: разность потенциалов, метод Кельвина-Зисмана, неразрушающий контроль.

УДК 621.382

ФОТОПРИЕМНИКИ С БОЛЬШИМ ЛИНЕЙНЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ С МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ

*Воробей Р.И., Гусев О.К., Свистун А.И., Тявловский К.Л., Шадурская Л.И., Яржембицкая Н.В.
Белорусский Национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: nil_pt@bntu.by*

Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) на базе полупроводников можно разделить на два основных типа: ФЭП на основе полупроводников с примесной проводимостью и относительно большой концентрацией примесей (до 10^{19} см^{-3}), ФЭП на основе «собственных» полупроводниковых материалов, содержащих остаточные многозарядные примеси. Первый тип фотопреобразователей характеризуется высокой чувствительностью и насыщением энергетической передаточной характеристики при относительно небольших плотностях мощности оптического излучения, что ограничивает динамический диапазон таких ФЭП. В фотоприемниках на основе полупроводников с собственной проводимостью, содержащих невысокую концентрацию многозарядной примеси, возможно продление линейности энергетической характеристики до плотностей мощности излучения, превышающих порог насыщения характеристик собственных и примесных ФЭП за счет использования механизмов управления зарядовым состоянием глубоких примесных центров. Такой фотоприемник выполняется в одном объеме полупроводника с собственной проводимостью, легированного примесью с двумя и более глубокими многозарядными уровнями. Характеристики такого ФЭП определяются характером рекомбинационных процессов через уровни примеси, находящихся в различных зарядовых состояниях. Основой модели характеристик ФЭП является система кинетических уравнений, описывающая процессы рекомбинации с участием

многозарядной примеси, имеющей произвольное количество (i) уровней в запрещенной зоне полупроводника.

ФЭП на основе собственных материалов с глубокой многозарядной примесью резистивного типа характеризуются расширенным (на несколько десятичных порядков) динамическим диапазоном энергетической характеристики, переключаемой спектральной характеристикой чувствительности в ИК-диапазоне (сдвиг до 2-4 мкм) под действием управляющего излучения из области собственного поглощения. ФЭП с глубокой многозарядной примесью на базе барьерных структур характеризуются внутренним фотоусилением и знакопеременной спектральной характеристикой, причем положение точки инверсии знака спектральной характеристики не зависит от интенсивности света. Конкретным видом характеристик можно управлять типом примеси и ее концентрацией, например, при изменении концентрации примеси (Ge(Cu)) от 10^{12} до 10^{15} см⁻³.

Ключевые слова: фотоэлектрические преобразователи, энергетические характеристики.

УДК 535.317

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ НА АБЕРРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИНФРАКРАСНЫХ ДИОПТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ

Муравьев А.В.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: stals98@ukr.net

Инфракрасные (ИК) объективы, формирующие изображение в диапазонах длин волн 3-5 и 8-14 мкм, широко используются в тепловизионной технике для решения различных задач неразрушающего контроля. К таким оптико-электронным приборам можно отнести, в частности, медицинские термографы и тепловизоры для контроля температурных полей и обнаружения различных дефектов в строительстве, электроэнергетике, металлургии и авиакосмической отрасли промышленности. Температурный диапазон эксплуатации этих систем зачастую включает в себя от -60°C до +50°C.

Качество изображения, создаваемого ИК объективом, определяется мерой исправления aberrаций и условиями работы прибора. При проектировании оптических систем aberrации минимизируют, однако, поскольку под воздействием температурного поля происходит изменение свойств и формы оптических деталей, следует ожидать, что данный фактор окажет влияние на качество изображения объектива при работе в реальных условиях. Изменение температуры приводит к терморасфокусировке оптической системы и, как следствие, обуславливает появление термоaberrаций изображения

фокусирующего узла. Поскольку термооптические свойства материалов, используемых для изготовления оптических систем ИК диапазона, более чувствительны к температурным изменениям по сравнению с материалами, которые применяются для видимой спектральной области, изменение температуры окружающей среды скажется на качестве работы ИК объектива более существенно.

Данное исследование посвящено анализу воздействия температурных полей на абберрационные характеристики качества изображения диоптрических ИК объективов с целью определения закономерностей влияния данного фактора на фокусирующие узлы различных конструкций и разработке рекомендаций по его минимизации. Для решения поставленной научной задачи использовались программы SolidWorks и Zemax, что позволило выполнить комплексный анализ данной проблемы.

Доклад содержит результаты исследований влияния температурных полей разного характера на изменение абберрационных характеристик реальных конструкций ИК объективов. Установлены закономерности воздействия данного фактора на различные виды абберраций изображения для диоптрических оптических систем.

Ключевые слова: инфракрасный диоптрический объектив, условия эксплуатации, качество изображения, температура.

УДК 004.89

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ АРТ-2 ДЛЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Галаган Р.М., Момот А.С.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м.Київ, Україна*

E-mail: drew93@ukr.net

На сучасному етапі розвитку неруйнівного контролю (НК) важливим завданням є пошук оптимальних засобів обробки отриманої при проведенні контролю інформації. Для оптимізації процедури контролю та автоматизації обробки інформаційних сигналів перспективним є використання штучних нейронних мереж – математичних моделей, що реалізуються програмно або апаратно, та побудовані за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж нервової системи.

В задачах неруйнівного контролю, навчена нейронна мережа не тільки повинна вміти розпізнавати та класифікувати отримані під час контролю сигнали з датчиків, але і зберігати інформацію про закономірності і взаємозв'язки характеристик інформаційного сигналу і стану об'єкта контролю,

а також повинна правильно класифікувати інформаційні сигнали, що відповідають можливим дефектам, які не зустрічались під час навчання.

Зазначеним вимогам відповідає архітектура нейронних мереж АРТ-2. Мережі й алгоритми АРТ зберігають пластичність, необхідну для вивчення нових класів об'єктів, у той же час запобігаючи зміні раніше запам'ятованих класів [1]. Також мережі АРТ дозволяють виконувати аналіз форми отриманих інформаційних сигналів, тобто без попередньої обробки вхідних даних формувати набір діагностичних ознак, що значно розширює область їх застосування. АРТ-мережі можуть використовуватись для вирішення таких задач НК, як кластерний аналіз, класифікація дефектів, розпізнавання образів тощо. Серед недоліків даного типу нейромереж варто зазначити проблеми, які можуть виникати при значному рівні завад, а саме неконтрольоване зростання числа класів, що може призвести до порушень у функціонуванні системи.

За допомогою програмних пакетів MATLAB та NI Labview створено модель нейронної мережі та побудовано систему автоматичного розпізнавання образів та класифікації дефектів. За результатами попередніх досліджень встановлено, що використання архітектури АРТ-2 дозволяє ефективно класифікувати сигнали різної форми, навіть при наявності високих рівнів завад.

Основним завданням для подальших досліджень є проведення експериментальних дослідів та аналіз отриманих результатів для визначення алгоритмів навчання та параметрів мережі, що будуть найбільш оптимальними для обробки сигналів різними методами неруйнівного контролю.

Література:

1. Хайкин С. Нейронные сети: 2-е изд. – Пер. с англ. / С. Хайкин – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

Ключові слова: неруйнівний контроль, нейронні мережі, обробка сигналів.

УДК 535.317

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АТЕРМАЛИЗОВАННЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ДИОПТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ

Муравьев А.В.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: stals98@ukr.net

Инфракрасная (ИК) техника получает все более широкое применение в различных направлениях неразрушающего контроля. Неотъемлемым элементом тепловизионного оптико-электронного прибора является ИК объектив, назначением которого является построение высококачественного изображения в плоскости приемника излучения.

Точность фокусировки объектива обеспечивается совмещением плоскости наилучшей установки с фоточувствительной площадкой анализатора изображения. Однако для оптических систем ИК диапазона спектра в связи с особенностями термооптических свойств материалов изменение температуры окружающей среды может оказать существенное влияние на положение плоскости наилучшей установки. Под воздействием температурного поля изменяются конструктивные параметры оптической системы и, как следствие, – размеры кружка рассеяния в плоскости приемника излучения. Это приведет к резкому снижению разрешающей способности тепловизионной системы и ухудшению качества изображения в целом. Следовательно, компенсацию влияния температурных полей на характеристики ИК объектива необходимо учитывать на этапе его проектирования. Методы атермализации включают пассивную, полуактивную и активную термостабилизацию. Наиболее целесообразным является применение пассивной оптической атермализации, обладающей рядом преимуществ, наиболее существенными из которых являются: отсутствие подвижных элементов, высокая надежность и минимизация массогабаритных свойств конструкции объектива. Этому методу термостабилизации и посвящена данная работа.

Доклад содержит схемы атермализованных ИК объективов, а также рекомендации по выбору оптимальных комбинаций оптических материалов для реализации метода пассивной оптической атермализации. Приведены результаты анализа влияния температурных полей на характеристики и качество изображения типичных неатермализованных и атермализованных диоптрических оптических систем, работающих в дальнем и среднем ИК диапазонах спектра. Исследование проведено с применением моделирования в программах Zemax и SolidWorks.

Ключевые слова: пассивная атермализация, инфракрасный объектив.

УДК 621.007.52

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Галаган Р.М., Стельмах І.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: itstimetosnuff@gmail.com

При проведенні моніторингу технічного стану великогабаритних об'єктів одним з найбільш актуальних є завдання своєчасного об'єктивного виявлення дефектів різної природи та організація контролю за розвитком дефектів внаслідок старіння елементів при експлуатації. Як правило, проведення контролю передбачає ручну працю, при цьому людина тривалий час здійснює

монотонну роботу, що впливає на її стомлюваність і зниження ефективності роботи в цілому. Тому важливою задачею є розробка робототехнічної системи, за допомогою якої можна здійснювати автоматизований контроль великогабаритних об'єктів із горизонтальними поверхнями. Для цього потрібно розробити мобільного робота (МР), що пересувається за заданою траєкторією по поверхні матеріалу для зняття показань датчика [1].

Особливістю цього робота є використання дистанційних сенсорів, для яких характерні істотні затримки, перешкоди і спотворення, що вносяться середовищем. Недосконалість використовуваних способів отримання інформації із сенсорних даних може призводити до помилок управління мобільних роботів в умовах невідомої геометрії поверхні виробу.

Актуальним є вирішення проблем, пов'язаних не тільки з конструюванням інформаційно-вимірювальних і управляючих систем МР, але і з формуванням більш повних і адекватних моделей цих систем, а також з побудовою на їх базі програмних комплексів для виявлення інформаційних властивостей сигналів. Подальша реалізація алгоритмів обробки призводить до необхідності створення ефективного програмного забезпечення. Для підвищення ефективності ідентифікації навколишнього середовища потрібно використовувати комбіновані системи вимірювання, побудовані на раціональному поєднанні ультразвукових, лазерних і інфрачервоних далекомірів, програмних і апаратних рішень.

Ключові слова: мобільний робот, навігація, неруйнівний контроль.

Література

1. Кирина М.В. Разработка роботизированного комплекса для теплового неразрушающего экспресс-контроля твердых и дисперсных материалов / М.В. Кирина, А.А. Чуриков // Инновации в науке. - 2015. - №6. – С. 43.

УДК 621.179.147

МЕТОДИ ТЕХНІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИХРОСТУМОВИХ ДЕФЕКТОСКОПІВ НА МІКРОКОНТРОЛЕРАХ

Баженов В.Г., Гльойник К. А.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: vgbazhenov@gmail.com

Вихрострумові методи контролю нашли широке застосування при контролі авіаційної техніки. Сучасні цифрові дефектоскопи мають широкі функціональні можливості використовують потужні DSP процесори на базі ПЛІС, але вони споживають багато електроенергії і мають велику кошовність і великі габарити.

На поточний час в світі мікроелектроніки з'явилися унікальні мікросхеми синтезаторів частоти з керованою початковою фазою сигналів, малогабаритні DSP процесори (розміром 7x7 мм), які працюють сумісно з сучасними

мікроконтролерами за допомогою послідовного інтерфейсу I2C. Це дозволило авторам запропонувати нові структури [1,2] цифрових вихрострумів дефектоскопів, які мають дуже малі розміри, ціну, споживання електроенергії (так наприклад синтезатор частоти споживає 10ма а DSP процесор 15ма). Вихрострумів дефектоскоп побудований на синтезаторах частоти [1] може працювати, як в режимі вимірювання фазових зсувів, так і в режимі вимірювання амплітуди інформаційних сигналів в дуже широкому частотному діапазоні. Крім того запропонована структура [1] дозволяє реалізувати метод «вищих гармонік». Вихрострумів дефектоскоп [2] на базі DSP процесора дозволяє отримувати дійсну та мниму частини вихрострумів сигналу і відповідно розраховувати його амплітуду та фазовий зсув, причому час вимірювання складає 30мс. Запропоновані структури, щоб заглушити вплив завад, здатні реалізувати багато частотні методи контролю і мало в чому поступаються цифровим дефектоскопам, що серійно випускаються. Малі габарити та низька ціна запропонованих структур цифрових вихрострумів дефектоскопів дозволяє їх вбудовувати в автоматичні технологічні лінії виробництва або технологічної обробки виробів в режимі реального часу (як наприклад контроль глибини зміцненого шару)

Ключові слова : цифровий, вихрострумів дефектоскоп, мікроконтролери, DSP процесор, синтезатор частоти, малі габарити, низька вартість.

Література

1. Патент №45908 України на корисну модель МПК G01N27/00 Багатофункціональний вихрострумів дефектоскоп / Баженов В.Г., Клімашевська В.М., Гльойнік К.А.; заявник та патентовласник НТУУ «КПІ» Опубл. 25.11.2009 р.
2. Патент №107249 України на винахід МПК G01N27/01 Цифровий вихрострумів дефектоскоп/ Баженов В.Г., Лепеха В.В., Гльойнік К.А., Лепеха В.Л.; заявники та патентовласники Баженов В.Г., Лепеха В.В., Гльойнік К.А., Лепеха В.Л. Опубл. 25.07.2013 р.

УДК620.179.16

МНОГОКАНАЛЬНА УЛЬТРАЗВУКОВА СИСТЕМА НА БАЗІ ФАЗОВАНИХ РЕШТОК КОНТРОЛЮ КОЛІСНИХ ПАР ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Баженов В.Г., Красковский А.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: vgbazhenov@gmail.com

Збільшення швидкостей пересування залізничного транспорту до 300 км / год і навіть вище ставить особливо актуальним завдання періодичної оперативної технічної діагностики стану колісних пар. Відомі системи і автоматичні

комплекси контролю колісних пар такі як використовувані в Росії фірми «Алтек» Пеленг-автомат або фірми «Ехо +» або розроблені в Україні на ІЕЗ «Патона», на жаль можуть виробляти контроль тільки при виробництві колісних пар або тільки «викатаних» колісних пар, що істотно ускладнює оперативність контролю. Відомі німецькі автоматичні системи контролю «Аура», динамічний різновид якої вбудовується в залізничне полотно і дозволяє проводити контроль під час руху поїзда через пункт контролю (депо). Під поїздом на окремих рейках пересувається візок з «руками» в яких закріплені батареї датчиків і ці батареї по черзі приставляються до кожної колісної пари. Швидкість контролю складає 1км/год. Однак, як відомо сучасні швидкісні потяги через підвищених вимог до аеродинаміки мають обмежений доступ до колісних пар, тому при такому контролі змушені зменшувати кількість датчиків і відповідно зменшувати кількість необхідних схем прозвучивання.

Авторами доповіді було запропоновано в якості ультразвукових датчиків використовувати фазовані решітки, що дозволило скоротити «батарею» датчиків з 24 до 6 шт (три на поверхні катання і три на бічній поверхні). Для забезпечення заданої швидкості контролю було запропоновано проводити не безперервне сканування кожної зони ультразвуковою фазованою решіткою а тільки фіксованих зон згідно із заданими схемами прозвучивання. Тобто таким чином, була отримана висока швидкість контролю, і разом з тим був запропонований і другий режим контролю «дослідницький», який дозволяє реалізувати максимальні можливості по електронному скануванню фазованими решітками і який може бути використаний замовником у разі потреби. Було розроблено і виготовлено ультразвукові фазовані решітки і електронні блоки цифрової обробки сигналів та електронного управління ультразвуковими променями на 128 каналів на мікросхемах ПЛІС фірми «XILINX».

Зовнішній вигляд блоку показаний на рис.



Рис. Електронний блок управління ультразвуковими лучами та цифрової обробки сигналів.

Ключові слова: ультразвукова система, колісні пари, фазовані решітки.

УДК 621.317.37

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОЇ ФАЗОМЕТРІЇ В ЗАДАЧАХ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Куц Ю.В., Лисенко Ю.Ю.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
м. Київ, Україна*

E-mail: j.lysenko@kpi.ua

Фазовий метод, як ефективний інструмент дослідження різних явищ та об'єктів, широко використовується у неруйнівному контролі (НК). В детермінованій постановці цей метод ґрунтується на перетворенні досліджуваного параметра p об'єктів контролю (ОК) у фазовий зсув φ гармонічних сигналів. Найчастіше таке перетворення є лінійним, тому $\varphi = Kp$, де K - коефіцієнт перетворення.

Більш широкі можливості для застосування в НК мають методи статистичної фазометрії, які ґрунтуються на використанні функціональних чи кореляційних зв'язків різних кругових статистик C_φ фазових зсувів сигналів з параметрами ОК. Це пояснюється наступним. По-перше, під час сканування ОК досліджуваний параметр залежить від часу t , тобто $p = f(t)$, що приводить до значної модуляції параметрів досліджуваних сигналів. По-друге, процес формування інформаційних сигналів в умовах взаємодії ОК з перетворювачами може мати нелінійний характер. По-третє, інформаційні сигнали в системах НК спостерігаються на фоні значних шумів. Все це призводить до необхідності аналізу циклічних сигналів та їх фазових характеристик, які формуються під впливом різнорідних факторів, що мають детерміновану, і випадкову природу.

Методи статистичної фазометрії передбачають формування C_φ за вибірками фазових зсувів $(\varphi_1, \dots, \varphi_n)$ обсягу n . Як C_φ можуть бути використані тригонометричні моменти, кругові статистики – середнє, дисперсія, мода, медіана тощо. Вибірки формуються як різниці дискретних фазових характеристик двох досліджуваних сигналів, або одного досліджуваного сигналу та його моделі. Фазові характеристики сигналів визначаються через їх дискретне перетворення Гільберта.

В доповіді наведені приклади застосування методів статистичної фазометрії для розв'язання задач виявлення радіоімпульсних сигналів ультразвукової товщинометрії, оцінювання їх часового положення, оцінювання параметрів ОК у вихрострумовому контролі імпульсним збудженням перетворювачів та ін.

Представлені результати досліджень дозволяють формувати пропозиції по розширенню функціональних можливостей діючих та обґрунтуванню принципів роботи, структури та методів оброблення інформації перспективних систем НК, в яких реалізовано фазовий метод оброблення інформації.

Ключові слова: фазовий метод, неруйнівний контроль.

УДК 620.179.16; 620.179.17

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЄМНІСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА КОРОТКОЧАСНИМИ ІМПУЛЬСАМИ

²⁾Ноздрачова К.Л., ¹⁾Петрищев О.Н., ²⁾Сучков Г. М., ²⁾Слободчук А.Ю.,

¹⁾ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м.Київ, Україна ²⁾ Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут», м. Харків, Україна

E-mail: petrishev@ukr.net, nozdrachova@gmail.com, suchkov_gm@mail.ru,
slobodchuk_ay@mail.ru

Для підвищення чутливості ємнісного перетворювача (ЄП) та усунення недоліків, притаманних ємнісному способу контролю було удосконалено стенд [1], що складається з високочастотного генератора імпульсів 1, розробленого на основі мікропроцесору STM32F103C8T6, який дозволяє формувати прямокутні імпульси тривалістю від 42 нс до одиниць мс. Далі шинний формувач (буфер) з генератора підвищує амплітуду імпульсу з 3,3 В до 5 В з ціллю його передачі без спотворень на високочастотний підсилювач 2 потужності з мінімальними втратами. Блок живлення подає постійну напругу 300 В на підсилювач потужності для формування імпульсу, достатнього для запуску хвильового трансформатора 4 з коефіцієнтом передачі 1:10, що дозволяє на виході отримати короткий імпульс з амплітудою 3 кВ.

Збудження ультразвукових імпульсів відбувалося за допомогою ЄП, що складається з струмопровідної пластини 5 та діелектричного шару 6. З протилежного боку пластини (об'єкта контролю) 7 встановлено стандартний п'єзoeлектричний перетворювач 8, підключений до смугового підсилювача 9 з виходу якого прийнятий сигнал подається на осцилограф.

За рахунок застосування мікропроцесорної електроніки вдалося значно підвищити амплітуду прийнятих імпульсів, зменшити співвідношення сигнал/шум, та за рахунок хвильового трансформатора – КПД роботи стенду.

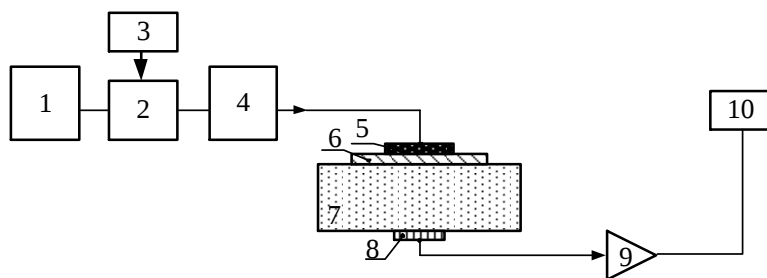


Рисунок 1 – Блок-схема стенда для дослідження роботи ЄП

Ключові слова: ємнісний метод, електричне поле, ультразвуковий контроль.

Література

1. Ноздрачева Е.Л. Особенности возбуждения ультразвуковых импульсов емкостным преобразователем / Ноздрачева Е.Л., Сучков Г.М., Петрищев О.Н. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Красноармійськ. – №1(28)'2015. – С. 165–170.