

СЕКЦІЯ 7
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА
ДІАГНОСТИКА

УДК 621.311.1

**ПРИЛАДИ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ
ВИСОКОВОЛЬТНИХ ІЗОЛЯТОРІВ ПІД НАПРУГОЮ**

*Серебренніков С.В., Сіріков О.І., Кротовський В.П., Національний технічний університет,
м. Кіровоград, Україна*

Основною причиною аварійних відключень розподільчих електромереж є перекриття і пошкодження ізоляції, наприклад, для комплектних розподільчих пристроїв зовнішньої установки ця причина призводить до 80% відключень, для контактних мереж – 70%. Перекриття ізоляції виникають внаслідок забруднення її поверхні продуктами вивітрювання з поверхні землі, промисловими виносом тощо. Інтенсивність та склад забруднення залежить від місця розташування джерела забруднення, характеру його роботи і потужності, а також погодних умов. Наявність великої кількості факторів, які впливають на процес забруднювання обумовлює його випадковий характер.

Тому актуальним є питання створення приладів поточного контролю ступеня забрудненості ізоляторів під робочою напругою. Нами розроблено прилад підвищеної точності з використанням у якості інформативного параметру контролю активної складової струму витоку через забруднену поверхню ізолятора з корекцією ємнісної складової, яку вносить волога.

Для спостереження динаміки висушування ізолятора струмами витоку та аналізу складу забруднюючого шару запропоновано портативний пристрій оснований на досліджені форми ВАХ забрудненого і зволоженого ізолятора.

У разі спонтанного критичного забруднення (наприклад, птахами або пиловими бурями) яке призводить до стрімкого перекриття ізоляції повітряних ліній електропередач 10-35 кВ із замиканням на землю, постає задача термінового відшукування місця пошкодження, що пов'язано з швидким розвитком аварії і відключенням споживачів. Відомі прилади (ЭИО200, “Волна“, “Поиск 1“, “Зонд“) працюють за принципом реєстрації 11-ї гармоніки струму нульової послідовності, яка виникає при замиканні на землю.

Практика експлуатації існуючих пристроїв пошуку місця замикання показала, що вони не мають достатньої вибірковості внаслідок 8-подібної діаграми направленості магнітної антени. Це ускладнює, а в деяких випадках унеможлиблює пошук місця пошкодження.

Ми вдосконалили портативний пристрій шляхом використання комбінованої антени з вузькою діаграмою направленості та впровадження приймача з можливістю контролю по декількох гармоніках струму нульової послідовності, що дозволило збільшити точність визначення напрямку на пошкоджену лінію та

локалізації місця пошкодження (знаходження перекритого ізолятора), підвищило завадозахищеність діагностики.

Ключові слова: забруднення ізоляції, перекриття, поверхневий струм витоку

УДК 681.325

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОЗВИТКУ МІКРОТРІЩИН У НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

*Чеховський С.А., Габльовська Н.Я., Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Сучасний стан парку металоконструкцій і обладнання, що експлуатується, характеризується значним зношуванням через неможливість введення нових потужностей до експлуатації внаслідок природно ускладненої фінансової ситуації. Це накладає певні вимоги стосовно експертизи і діагностики металів ще працездатного обладнання з метою оцінки їх стану незалежно від терміну служби.

Відмітимо, що відповідна точність результуючої оцінки і побудованого на її результатах діагностичного прогнозу зосереджена саме в нових методах та засобах контролю, які можуть стати ефективними стосовно контролю металоконструкцій, що знаходяться в значній ступені втоми, але за своїми фізико-механічними і геометричними характеристиками, ще не вийшли за межі встановлених нормативних значень і не мають дефектів типу порушення суцільності структури матеріалу металоконструкції.

З врахуванням сказаного створено систему контролю розвитку тріщин у напружено-деформованих конструкціях, в основі якої лежить фрактальний підхід до оцінки розвитку тріщин, а в якості інформативного параметру вибрано зміну температури на поверхні об'єкта контролю, яка характеризує енергетичні процеси під час зародження мікротріщини.

Система забезпечує високу точність вимірювання зміни температури та високу вірогідність виявлення мікродефекту.

З метою визначення похибки вимірювання інформативного параметру розробленої системи контролю було застосовано аналітичні та експериментальні методи. Досліджено метрологічні характеристики системи шляхом експериментальної оцінки точності виявлення мікротріщин та встановлення їх просторового розміщення в об'ємі напружено-деформованого зразка.

Аналіз метрологічних характеристик системи контролю розвитку тріщин у напружено-деформованих конструкціях показав, що похибка інформаційно-вимірювального каналу вимірювання температури не перевищує 1% з довірчою ймовірністю 0,95.

Ключові слова: система контролю, температура, метрологічні характеристики, похибка.

УДК 532.612.3

РОЗРАХУНКОВА БАЗА КАПІЛЯРНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Малько О.Г., Біліщук В.Б., Івано–Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Однією з перспективних інструментальних реалізацій вимірювання, контролю та діагностики параметрів розчинів поверхново-активних речовин на основі капілярних методів є метод визначення динамічних характеристик міжфазного натягу по зміні тиску у краплі, що утворюється на вістрі ножового капіляра.

Переваги запропонованого методу полягають: можливості повної автоматизації процесу вимірювання, автоматичному оновленні чутливого елемента (поверхні розділу фаз) при кожному циклі виміру, можливість оперативного контролю у реальному масштабі часу.

Найпростішою реалізацією запропонованого методу є циклічне утворення краплі з контрольованою рідиною на торці ножового капіляра (при аналізі самої рідини) з наступним дослідженням, у газовому середовищі, зміни міжфазного натягу по виміряним параметрам рідинного меніска.

Для вирішення поставленої проблеми необхідно розв’язати три основні задачі: розробити алгоритм моделювання квазістатичного росту краплі з фіксованим радіусом основи і дискретизацією по об’єму для різних значень міжфазного натягу, розробити програмний продукт віконного типу з можливістю завдання параметрів дискретизації, інтерпретувати результати моделювання у вигляді бази параметрів капілярних поверхонь.

В основу моделювання покладена система диференціальних рівнянь, які отримані з загально відомого рівняння капілярності Юнга-Лапласа.

Чисельне інтегрування здійснюється методом Рунне – Кута четвертого порядку з корекцією похибки на кроці по кожному інтегрованому параметру з одночасним внесенням поправки за екстраполяційним переходом до границі по Річардсону.

Запропоноване представлення баз капілярних поверхонь можна представити у вигляді таблиці, стовпці якої визначають зміну міжфазного натягу який характеризується параметром a_r , а рядки — зміну об’єму краплі V_r . Елементи таблиці мають вигляд векторів $\mathbf{B}_{ij} = \{L_a, z_a, K_a, S_a, V_a, \Phi\}$ і визначають відповідні базові характеристики меніска згідно. Таким чином зміну вектора $\mathbf{B}_{ij}$ по стовпчику таблиці можна інтерпретувати як зростання меніска при сталому міжфазному натязі, а рядок як процес модифікації меніска сталого об’єму при зміні міжфазного натягу.

Шляхом інтерполяції векторів $\mathbf{B}_{ij}$ між базовими вузлами у будь-якому напрямку можна моделювати зміну характеристик меніска по об'єму і по міжфазному натягу одночасно.

Ключові слова: міжфазний натяг, поверхново-активна речовина, ножовий капіляр, база капілярних поверхонь, меніск.

УДК 621.317.791-192

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

*Гладь І.В., Федорів М.Й., Галушак І. Д., Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Одним із шляхів енергозбереження в промисловості України є застосування частотно-регульованого електроприводу з асинхронними електродвигунами (АД). Це ставить задачу перед вищими навчальними закладами з підготовки інженерів-електриків високого рівня. Підходом до вирішення цієї задачі є надбання студентами поряд з теоретичними знаннями практичних навиків на лабораторних практикумах. В ході проведення лабораторних робіт передбачена як розрахункова частина, так і проведення експерименту. Отже, необхідно оснащувати лабораторії сучасним обладнанням.

Аналіз систем частотно-регульованого електроприводу показав, що розробка лабораторного стенду, який відповідає сучасним вимогам, неможливе без застосування ЕОМ. Лабораторний стенд для дослідження частотно-регульованого електроприводу складається з комплектного тиристорного перетворювача частоти ЕКТ-2Д, АД з короткозамкненим ротором потужністю 1,1 кВт та напругою 380 В, навантажувального генератора постійного струму, комплексу стаціонарних вимірювальних приладів та інформаційно-вимірювальної системи (ІВС).

Розроблена ІВС дозволяє спостерігати і реєструвати середньоквадратичні значення фазних струму і напруги АД, частоту напруги, значення повної, активної і реактивної потужності, коефіцієнт потужності, значення обертового моменту на валі. Швидкість оновлення показів дисплею становить 1 Гц. Динаміка інтегральних енергетичних параметрів АД відображається у вигляді графіків. Перелічені вище величини обчислюються за методами цифрової обробки сигналів.

Для вимірювання миттєвих значень фазної напруги і струму АД та вводу цієї інформації в ЕОМ використано звукову плату Audigy (двоканальний 16-розрядний сігма-дельта АЦП з частотою дискретизації 8...96 кГц), а обробка і візуалізація сигналів здійснюється ЕОМ. В якості програмного забезпечення вибрано пакет Matlab і його інструментарій Data Acquisition. Це дало змогу досліджувати функціонування АД при частотному регулюванні в режимі реального часу. Також передбачено можливість запису у текстові файли вимі-

ряних миттєвих значень вихідних величин та розрахованих ЕОМ інтегральних енергетичних параметрів частотно-регульованого АД. Це полегшує обробку студентами експериментально отриманої інформації на будь-якій ЕОМ в середовищі Excel або Mathcad.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, частотно-регульований електропривід, інтегральні енергетичні параметри, асинхронний двигун, ЕОМ.

УДК 534.87

АНАЛІЗ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ОБРОБКИ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ ШИРОКОПОЛОСНИХ ДАТЧИКІВ УЗ ДЕФЕКТОСКОПІВ

Баженов В.Г., Галаган Р.М., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Відомо, що кореляційні методи обробки сигналів широко застосовуються в радіолокації для визначення відстані до певної цілі. Такі методи характеризуються високою завадостійкістю і дуже високою точністю.

Проте при побудові УЗ дефектоскопів кореляційну обробку використовували значно рідше, що обумовлювалось певними факторами:

1) УЗ датчики, що широко використовувались в дефектоскопії, мали вузьку пропускну смугу (тому традиційно УЗ перетворювачі збуджуються «ударним імпульсом» і мають обмежений спектр; а як відомо, для ефективного використання кореляційних методів бажано мати сигнали складної форми з широким спектром);

2) Кореляційні методи вимагають використання складних апаратних засобів обробки, що призводило до значного збільшення габаритів усієї системи (це було небажано для розроблюваних мобільних дефектоскопів).

Останнім часом в зв'язку з появою композитних широкосмугових УЗ датчиків, а також з розвитком і мініатюризацією процесорної техніки, стає актуальним використання кореляційних методів в УЗ дефектоскопії. При цьому змінюються підходи до збудження таких датчиків – замість ударного збудження можливе використання модульованих сигналів складної форми.

Запропоновано провести аналіз кореляційних характеристик гаусівського радіоімпульсу (як найбільш доцільного для збудження широкосмугових датчиків, які характеризуються хоч і широкою, але все ж обмеженою частотною смугою), що має обмежений спектр, та цугу прямокутних відеоімпульсів (вибір такої форми обумовлений тим, що високовольтні відеоімпульси простіше технічно реалізувати).

Проведено математичне моделювання запропонованих сигналів; визначено їхні основні кореляційні характеристики з урахуванням шумів, а також сигналів з іншою несучою частотою (іншим спектральним складом); проаналізовано

вплив форми цих сигналів на точність визначення максимуму кореляційної функції.

В результаті моделювання отримано графіки залежності похибки визначення максимуму кореляційної функції від співвідношення сигнал/шум, а також графіки залежності цієї похибки від фази накладання періодичних сигналів з іншою несучою частотою на основний сигнал.

Порівняння результатів моделювання показало, що цуг прямокутних відеоімпульсів для кореляційного аналізу є кращим, ніж гаусівський радіоімпульс.

Ключові слова: кореляційна функція (КФ), гаусівський радіоімпульс, цуг прямокутних відеоімпульсів.

УДК 622.691

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХВИЛІ ДЛЯ АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

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

Визначення частоти пластинчастої ультразвукової хвилі є одним із методів зняття інформації із отриманого сигналу при проведенні неруйнівного акустичного контролю.

В реальних умовах проведення контролю визначення частоти пластинчастої хвилі з великою точністю є складним завданням, оскільки в цих хвилях є яскраво виражена дисперсія частоти, значення якої може спотворюватись внаслідок багатьох деструктивних чинників.

Для розробки методу визначення частоти, важливим є задання математичного опису форми сигналу, що має найбільш точно відповідати реальним процесам. В даному випадку форма сигналу є загальною моделлю другого порядку:

$$U(t) = U_0 + U_s(t) + U_{\Delta}(t) + \xi(t), \quad (1)$$

де U_0 – постійна складова;

$U_s(t) = U_{s0} \sin(\omega_s t + \varphi_s) e^{-k_s t}$ – перша гармоніка сигналу ультразвукової хвилі;

U_{s0} – амплітуда; ω_s – частота першої гармоніки;

φ_s – фаза першої гармоніки;

k_s – коефіцієнт загасання першої гармоніки;

t – час, $U_{\Delta}(t) = U_{\Delta 0} \sin(\omega_{\Delta} t + \varphi_{\Delta}) e^{-k_{\Delta} t}$ – високочастотна гармоніка сигналу, яка розглядається в якості шуму;

$U_{\Delta 0}$ – амплітуда; ω_{Δ} – частота високочастотної гармоніки;

φ_{Δ} – фаза високочастотної гармоніки;

k_{Δ} – коефіцієнт загасання високочастотної гармоніки;

$\xi(t)$ – білий шум із рівним нулю математичним очікуванням.

Розв’язок моделі представлено у вигляді лінійного рівняння:

$$u = ax + b,$$
$$u = \begin{bmatrix} \varphi^{N-1} u(1) \\ \varphi^{N-2} u(2) \\ \vdots \\ u(N) \end{bmatrix}, a = \begin{bmatrix} \varphi^{N-1} a(1) \\ \varphi^{N-2} a(2) \\ \vdots \\ a(N) \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} \varphi^{N-1} b(1) \\ \varphi^{N-2} b(2) \\ \vdots \\ b(N) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

де коефіцієнт a відповідає за амплітуду першої гармоніки, представлену дискретними значеннями; коефіцієнт b – за постійну складову та білий шум; x – гармонійна складова.

Проведене експериментальне дослідження тестового сигналу показало похибку визначення частоти в 22 Гц при часі сходження результатів 34 мс та 3 Гц при часі сходження 82 мс.

Розроблений метод визначення частоти можна використовувати для ультразвукових сигналів широкого спектру.

Ключові слова: ультразвук, визначення частоти, контроль.

УДК 621.396.6

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ

*Стороженко В.А., Малик С.Б., Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков, Украина*

Метод тепловизионной диагностики позволяет наблюдать тепловые (температурные) поля плат и узлов телекоммуникационной аппаратуры при экстремальных или неравномерных нагрузках и определять эффективность охлаждения. Достоинствами этого метода являются дистанционность, быстродействие, высокая информативность, безопасность и экологичность. Электронные узлы, на которых не удастся выявить отдельных нагретых участков, характеризуются большим сроком службы.

Анализ теплового поля и заключение о дефектности платы дается на основании ряда информационных признаков. Увеличение числа признаков с одной стороны повышает надежность контроля, но с другой – увеличивает аппаратную и программную сложность комплекса для контроля. В общем смысле задача определения неисправностей таких узлов и их элементов сводится к сравнению теплового поля контролируемого экземпляра с эталонным. Эталонная плата, как правило, является виртуальной и параметры всех ее элементов формируются на основе экспериментальных исследований и анализа большого количества аналогичных плат.

Для реализации задачи диагностики электронных узлов телекоммуникационного оборудования разработан контрольно-программный комплекс, который

включает координатное устройство, тепловизор ИРТИС-200 и оригинальный пакет программного обеспечения, названный «RadioTherm v.1».

Разработанное программное обеспечение работает в среде Matlab и позволяет импортировать термограммы из стандартной программной оболочки используемого тепловизора (в формате .rsx), идентифицировать каждый элемент на плате и определять его температуру, а также сравнивать его среднюю температуру с допустимой, тем самым указывая его класс годности. Для этого для каждого диагностируемого изделия в программе вручную создается эталонная модель. Главным требованием для работы программы является необходимость четкого позиционирования контролируемого объекта и тепловизора. Комплекс является универсальным и позволяет производить разбраковку плат любых размеров и конфигураций по классам годности, а также указывать дефектные элементы платы. Число эталонных уровней не ограничено и можно устанавливать любые классы годности. Разработанный контрольно-программный комплекс может быть эффективен при массовом производстве. Работа комплекса была испытана на контроле платы мини-АТС MT-360 Series 616/824 Digital KSU.

Ключевые слова: тепловое поле, программное обеспечение, телекоммуникационная аппаратура

УДК 681.2.08

СИСТЕМИ ЗРІВНОВАЖЕННЯ МОСТОВИХ ЕЛЕКТРОФЛЮЇДНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПАРАМЕТРІВ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ РІДИН

Юрчевський Є.В., Національний університет водного господарства і природокористування, м. Рівне, Україна

Для неперервного контролю основних фізико-механічних параметрів рідин (в'язкість, густина) в різних технологічних процесах в якості первинних вимірювальних перетворювачів застосовують зрівноважені симетричні мостові дросельні перетворювачі (МДП), складені з гідравлічних опорів, зібраних в мостову вимірювальну схему. Відомі способи зрівноваження таких гідравлічних мостів шляхом зміни гідравлічних опорів одного або двох регульованих дроселів не можна вважати задовільним у зв'язку з труднощами створення дроселів з плавним регулюванням величини гідравлічного опору і стабільними характеристиками.

Пропонується в МДП в якості регулюючого дроселя використовувати електрофлюїдний перетворювач (ЕФП). Він представляє собою гідравлічний канал циліндричної форми, в якому розміщені два електроди, один з яких виконаний у вигляді голки, а інший - у вигляді металевої трубки. До голкового електрода підводиться від'ємний потенціал, а до трубчатого - додатний. При зміні величини прикладеної напруги (від 4кВ до 25кВ) виникає електрофлюїдний ефект, при якому змінюється гідравлічний опір ЕФП. Тоді

МДП буде представляти собою мостовий електрофлюїдний перетворювач (МЕФП), в якому стан рівноваги досягається зміною напруги на електродах ЕФП. Так для вимірювання динамічної в'язкості діелектричних рідин МЕФП буде складатися з двох ідентичних ламінарних дроселів та двох ідентичних електрофлюїдних перетворювачів, з'єднаних в симетричну схему, у вимірювальну діагональ якої увімкнений дифманометр (нуль-індикатор) ДМ. Електричний вихід ДМ з'єднаний з блоком зрівноваження, звідки сигнал керування подається на високовольтний перетворювач, напруга якого керує ЕФП. Витрата рідини через перетворювач підтримується постійною. Залежно від того, який характер зміни напруги необхідно встановлювати на електродах ЕФП, запропоновано системи слідкуючого або розгортального зрівноваження, які реалізуються на основі програмованих мікроконтролерів.

В момент рівноваги МЕФП величина напруги, що подається на ЕФП і пропорційна величині динамічної в'язкості рідини, відтворюється на пристрої відображення інформації з перетворенням у значення в'язкості μ .

У запропонованих системах процес зрівноваження відбувається тільки електричним шляхом, оскільки в конструкції МЕФП повністю відсутні механічні і електромеханічні елементи. Використання електрофлюїдних перетворювачів веде також до зменшення маси, габаритних розмірів і споживаної потужності пристроїв на основі МЕФП.

Ключові слова: в'язкість, мостовий дросельний перетворювач, електрофлюїдний перетворювач, система зрівноваження.

УДК 621.317

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ПАРАЛЕЛЬНО ПРОКЛАДЕНИХ ТРУБОПРОВОДІВ НА ВИЗНАЧЕННЯ ОСІ ЇХ ЗАЛЯГАННЯ

Стрілецький Ю.Й., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Трубопровідний транспорт на даний момент є стратегічним надбанням України. Тому своєчасне виявлення небезпеки його руйнування може зекономити великі кошти. Більша частина трубопроводів прокладена паралельно. Так їх простіше експлуатувати. При цьому виникають проблеми, пов'язані із визначенням стану ізоляційного покриття цих трубопроводів.

Один із методів інтегральної оцінки стану ізоляційного покриття передбачає вимірювання струму, що протікає в стінках металевих трубопроводів. Вимірювання струму здійснюється за допомогою градієнтних вимірювань напруженості магнітного поля, створеного цим струмом. Такі вимірювання базуються на залежності напруженості магнітного поля утвореного одним трубопроводом. При наявності поряд паралельного трубопроводу, поля, що утворюються при протіканні струму по двох трубопроводах додаються і вносять похибки у вимірювання струму конкретного трубопроводу. Як наприклад на рисунку. Віддаль

між трубопроводами становить a , однак напруженість магнітного поля має максимум зміщений до середини. Тому виникає похибка Δx , яка зменшує визначену віддаль між трубопроводами до a' .

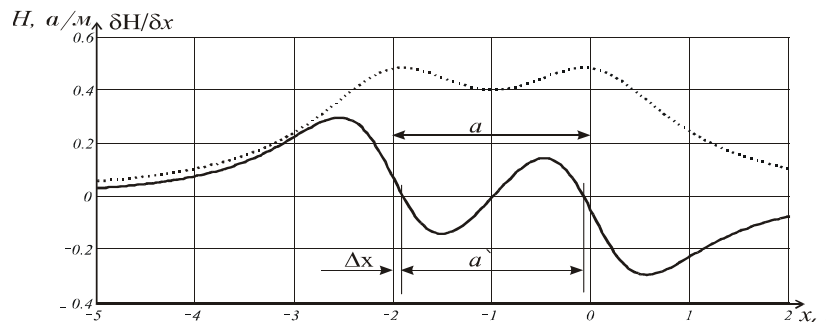


Рисунок – Залежність напруженості магнітного поля (штрихова лінія) і похідної до неї (суцільна лінія) від горизонтального зміщення для двох паралельних трубопроводів

Числові експерименти показали, що при однаковій глибині залягання трубопроводів чим більший струм конкретного трубопроводу тим менша похибка визначення його осі. Окрім того при збільшенні співвідношення між глибиною залягання та віддалю a зменшується похибка визначення віддалі між трубопроводами.

Ключові слова: ізоляційне покриття, інтегральна оцінка суцільності ізоляційного покриття, паралельні трубопроводи, дистанційне вимірювання струму.

УДК 621.315.592

ПРИРОДА ВІД'ЄМНОГО ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ОПОРУ ФОСФІДО-ГАЛІЄВИХ ДІОДІВ

Пархоменко С.О., Сапа А.В., Кірієнко О.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Ділянки від'ємного диференціального опору (ВДО) на вольт-амперних характеристиках (ВАХ) виникають внаслідок існування позитивного оберненого зв'язку між вихідним сигналом та входом приладу. Такий зв'язок у напівпровідникових структурах обумовлений процесами всередині зразка. Розрізняють два його види: обернений позитивний зв'язок за струмом, коли на ділянці ВДО спостерігається його зростання (S- подібна ділянка на ВАХ) та обернений позитивний зв'язок за напругою - в області ВДО зростає напруга, що відповідає наявності на ділянці ВАХ N-подібної залежності струму від напруги.

У поданій роботі об'єктами вивчення служили зелені та червоні фосфідогалієві діоди, вирощені методом подвійної рідинної епітаксії, леговані азотом та цинком і киснем відповідно.

Вимірювання ВАХ проводились в інтервалі температур 77 - 300 К автоматизованим комплексом, керування роботою якого здійснював комп'ютер. Джере-ло живлення давало можливість змінювати величину струму $\Delta I = 1$ мА - у ре-жимі генератора струму та з кроком $\Delta U = 0,2$ В - у режимі генератора напруги. Опромінення швидкими нейтронами реактора ($\bar{E} = 2$ MeV) проводилось при те-мпературі, близької до кімнатної. Виявлено, що в діодах GaP при низьких тем-пературах (130 - 77 К) плавна S-подібна ділянка на прямій ВАХ має тонку стру-ктуру: при вході діода в область нестабільності вона розпадається на окремі ос-циляції, які згодом переходять у майже вертикальне зростання струму.

Оцінки величин розсіюваної потужності показують, що ймовірною причи-ною їхнього виникнення є тепловий ефект, який періодично спустошує глибокі рівні, збільшуючи провідність діода. Окрім S-подібності на прямих ВАХ вияв-лені N-ділянки ВДО. Найімовірнішою причиною їхнього виникнення слід вва-жати процес тунелювання носіїв струму у квантові ями, утворені дефектами структури зразка.

Виходячи з даних, одержаних при вимірюванні опромінених нейтронами ді-одів, зроблено оцінки коефіцієнтів пошкодження концентрації носіїв струму, рухливості та ефективності електролюмінісценції $K_n = 1,37 \cdot 10^{-16}$ см²; $K_\mu = 10^{-16}$ см²; $K_l = (5,4 - 9) \cdot 10^{-16}$ см². Висока деструктивна здатність нейтронного опромі-нення стосовно випромінювальної рекомбінації пояснюється одночасним впли-вом на зв'язані екситони в GaP двох факторів - дією електричних полів введе-них дефектів та захватом носіїв струму їхніми рівнями.

Ключові слова: дефект, напівпровідник, фосфідо-галієвий діод, нейтронне опромінення, інтенсивність свічення, носії струму.

УДК 621.315.592

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРНИХ ДЕФЕКТІВ У ВИХІДНОМУ ТА ОПРОМІНЕНОМУ ФОСФІДІ ГАЛІЮ

Афанасьєва Л.О., Луценко С.Ю., Сараєв Д.Г., Національний технічний університет Укра-їни “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Фосфід галію – напівпровідник групи A^3B^5 , на базі якого вирощують світло-діодні структури, що входять до складу оптоелектронних пар, світлодіодних матриць, різноманітних елементів схем автоматичного керування та інше. Точ-кові джерела світла, виготовлені як на основі GaP, так і з використанням його твердих розчинів, перспективні також у галузі дозиметрії та детектування ядер-ного випромінювання – екситонна складова свічення досліджуваних зразків особливо чутлива до дії пучків проникаючої радіації.

У роботі аналізуються причини, які викликають утворення S-подібної облас-ті від'ємного диференціального опору (ВДО) на вольт-амперній характеристиці (ВАХ) GaP при низьких температурах (100-77К) та ділянки N-подібної залеж-

ності струму від напруги. Показано, що визначальну роль у виникненні ВДО S-типу відіграє процес захоплення носіїв струму глибокими рівнями. Їхнє заповнення приводить до швидкого зростання часу життя носіїв обох видів. Ділянка ВДО S-типу є наслідком формування у діоді позитивного внутрішнього зв'язку між струмом та провідністю зразка.

N-подібний від'ємний диференціальний опір найвірогідніше пов'язаний із локальними неоднорідностями як технологічного, так і радіаційного походження, локалізованими поблизу збідненої області p-n-переходу. Аналіз ВАХ опромінених p-n-структур дає можливість також визначити енергію активації провідності високоомної частини діода. Залежності $I(V)$ світлодіодів GaP, виміряні в режимі генератора напруги, містять характерну точку різкого переходу від малих струмів до значних (сотні міліамперів). За величиною напруги у цій критичній точці можна оцінити зміну часу життя носіїв струму.

Запропонована концепція підтверджує висновок про зростання концентрації глибоких рівнів у зразку GaP при опроміненні.

Ключові слова: фосфід галію, екситонна складова, від'ємний диференціальний опір, радіація, опромінення, час життя носіїв, p-n-перехід.

УДК 621.643:620.191.4

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ДЕКІЛЬКОХ ГАЛЬВАНІЧНО З'ЄДНАНИХ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

*Кісіль І.С., Костів Б.В., Івано-Франківський національний технічний університет нафти
і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

На даний час в Україні трубопровідний транспорт займає провідне місце при транспортуванні нафти та газу. Основною проблемою експлуатації трубопроводів є своєчасне виявлення дефектних ділянок, які можуть привести до аварійного стану. Виникнення таких ділянок залежить від багатьох причин, найпоширенішою з яких є пошкодження ізоляційного покриття трубопроводу. Загальну ситуацію погіршує те, що переважна кількість трубопроводів експлуатується досить довго і вже відпрацювала свій ресурс.

Для виявлення пошкоджень безконтактним методом декількох гальванічно з'єднаних трубопроводів доцільним є знімання профілю горизонтальної складової напруженості магнітного поля з певним кроком. Для обробки таких результатів необхідно, щоб був відомий і крок дискретизації профілю, і відстань, через яку буде відбуватися знімання профілю. При контролі стану ізоляції одного трубопроводу немає необхідності проводити точні вимірювання відстаней, там доцільно використовувати систему GPS, яка має точність ± 3 м. Така система дозволяє записувати географічні координати точок вимірів тому при необхідності є можливість повернутися на місце проведення вимірювань.

Для зняття профілю напруженості магнітного поля паралельних трубопроводів крок дискретизації повинен бути меншим за половину

найменшої відстані між трубопроводами. В польових умовах найдоцільніше використовувати ультразвуковий (УЗ) метод вимірювання відстані. Незначним недоліком буде чутливість приладу до перепаду температури і, як наслідок, необхідність калібрування. Таким методом досить легко виконати точне вимірювання відстаней до 20-30м. Прилад, який дозволить проводити такі вимірювання, повинен складатися із приймального блоку із схемою визначення часу ходу УЗ хвиль та передавача із радіоуправлінням. Для визначення географічних координат та відстані, через яку проводиться вимірювання вздовж трубопроводу, доцільно використати GPS. При використанні такої системи контролю значно зменшується час сканування, оскільки всі виміри проводяться автоматично. Якщо як інформативний сигнал використовується генератор, то час проведення вимірювань можна скоротити вдвоє (якщо виконувати вимірювання одночасно в двох напрямках від генератора).

Ключові слова: контроль, ізоляційне покриття, трубопроводи, безконтактний метод, GPS, ультразвук.

УДК 622.691

АКУСТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

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

Технологічні трубопроводи компресорних станцій (ТТКС) є найбільш складною частиною системи магістральних газопроводів України за картою розподілу напружень та складністю (невизначеністю) моделі напружено-деформованого стану. Така складність експлуатації ТТКС вимагає періодичного неруйнівного контролю (НК). Найкраще для цієї мети підходить акустичний метод НК. Запропонований ними метод є основою для виведеної автором математичної моделі поширення пластинчатих ультразвукових хвиль (ПУХ) в стінці ТТКС [1].

На основі розробленої математичної моделі автором виведено рівняння, що описують залежність групової швидкості ультразвукових пластинчатих хвиль від значення напруження технологічних трубопроводів:

$$\begin{aligned}\sigma_{a0} &= 1.35 \cdot 10^{-8} \cdot 7845 \cdot (9278116 - c_{a0}^2), \quad \sigma_{s0} = 1.30 \cdot 10^{-8} \cdot 7845 \cdot (7601049 - c_{s0}^2), \\ \sigma_{a1} &= 1.21 \cdot 10^{-8} \cdot 7845 \cdot (9162729 - c_{a1}^2), \quad \sigma_{s1} = 6.50 \cdot 10^{-9} \cdot 7845 \cdot (21418384 - c_{s1}^2),\end{aligned}\quad (1)$$

де c_{a0} , c_{s0} , c_{a1} , c_{s1} – відповідно виміряні швидкості поширення мод ПУХ нульової антисиметричної, нульової симетричної, першої антисиметричної, першої симетричної.

На основі розробленої математичної моделі було створено пристрій та проведено експериментальні дослідження, що показали такі результати як більшу чутливість ПУХ до значення напружень аніж об'ємних хвиль, можливість кон-

тролю інтегральної частини досліджуваного об'єкту в порівнянні до точкового (при використанні стандартних акустичних методів) а також результативність методу. Додатково, результати експериментів на дослідних зразках в лабораторних умовах дали можливість визначити параметри ПУХ (форму отриманих акустичних імпульсів, рівень шумів, відсутність неврахованих факторів), які необхідні для проведення натурних досліджень ТТКС. Оскільки ультразвуковий метод контролю, накладає деякі вимоги до об'єкту дослідження, а технологія проведення НК ультразвуком значно залежить від вибраного методу та пристрою, то для розробленого нами методу та пристрою контролю ПУХ автором розроблено порядок підготовки ТТКС до проведення НК та нову технологію. Натурні дослідження були проведені на виштовхувальному технологічному трубопроводі кременчуцького газокompresорного агрегату, які показали зміну напружень в діапазоні 80 ... 125 МПа.

Ключові слова: ультразвук, напружено-деформований стан, контроль.

Література

1. Мандра А. А., Лютак З. П. Розробка математичної моделі поширення ультразвукових хвиль у хвилеводах // Праці ЛВ МАІ № 2 (11) – 2005.- С. 147- 154.

УДК 621.317

ВИКОРИСТАННЯ ФАЗОВАНОЇ ЛІНІЙНОЇ АНТЕННОЇ ГРАТКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ УЛЬТРАЗВУКУ

Баженов В.Г., Лігоміна С.М. Національний технічний університет України, “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Результати виміру швидкості ультразвуку можуть бути використані для визначення властивостей, фізико-механічних характеристик об'єкту контролю (ОК), його міцності та залишкового ресурсу в ультразвуковому неруйнівному контролі.

Королевим В.М., а пізніше Шевалдікіним В.Г. запропоновано метод визначення швидкості за виміром часу пробігу до дна ОК не тільки прямим перетворювачем $1 \ t_h$, але також між перетворювачами 1 та 2, які розташованими на відстані $B \ t_B$ (рис.1)

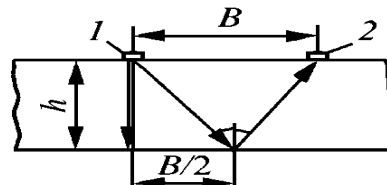


Рисунок 1 – Схема методу вимірювання швидкості

Швидкість обчислюють за формулою

$$C = \frac{B}{\sqrt{t_B^2 - t_h^2}}$$

Запропонований метод дозволяє значно спростити процедуру контролю у порівнянні з традиційним луно-імпульсним методом. Для визначення швидкості даним методом потрібно точно визначити базу В та обрати розміри випромінюючого та приймального перетворювача значно меншими довжини хвилі (точковий випромінювач).

Авторами пропонується використати фазовану лінійну антенну ґратку (ФЛАГ), яка складається з набору точкових джерел, розташованих на точно відомій відстані. Виконано математичне моделювання та експериментальне дослідження застосування ФЛАГ в даного методі. Основним параметром, що вимірюється в даному методі є час розповсюдження ультразвуку, тому експериментально досліджувався вплив на похибку вимірювання швидкості розмірів ОК та частоти дискретизації вимірювального сигналу.

Як показали результати моделювання та експерименту, похибка вимірювань різко збільшується, якщо розміри h значно перевищують розміри В.

Ключові слова: швидкість ультразвуку, фазована лінійна антена ґратка, похибка вимірювань.

УДК.681.518.2:622.026

МЕТОД КОНТРОЛЮ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ПОГЛИБЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН, ЩО БУРЯТЬСЯ, НА НАФТУ І ГАЗ

Семенцов Г.Н., Фадєєва О.В., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Створення приладів і методів неперервного контролю витрат енергії на один метр проходки свердловини, що буриться на нафту і газ, є актуальною задачею у зв'язку з великою енергоємністю процесу буріння (до $2\div 3$ тис. квт.год. на один метр проходки при глибині свердловини $1,5\div 2,5$ км), з дефіцитом енергоресурсів і з впровадженням в галузі комп'ютерно-інтегрованих технологій для оптимізації процесу буріння за критерієм “мінімум питомих енерговитрат”

$$W(x) \xrightarrow{x \in S} \min, \quad x = (T_c, H); \quad S = \left\{ \sum_{i=1}^N h_i = H; \quad h_i > 0 \right\} \quad (1)$$

при часі буріння T_c і проектній глибині $H = \text{const}$, яка може бути розділена на N рівнів. Тут h_i – проходка на долото в i -му рейсі долота.

Проте, аналіз літературних джерел показує недостатній об'єм проведених досліджень в напрямку створення методів і приладів контролю питомих енерговитрат. Тому метою роботи є створення методу і структури приладів контролю енерговитрат на один метр проходки свердловин, що буряться установками з дизельним або електричним приводами.

При бурінні установками з електричним приводом показник W запропоновано визначати за допомогою вимірювання електричної потужності N [кВт] та

механічної швидкості буріння V [м/год] і виконання операції ділення: $W = \frac{N}{V}$,
[$\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}}$]. Для бурових установок з дизельним приводом $W = \frac{F \cdot n}{V}$, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}}$.

Обчислення показника W забезпечено за допомогою стандартних засобів контролю потужності N , швидкості обертання n , осьового навантаження на долото F , механічної швидкості буріння V , які добре інтегруються в серійні системи контролю і управління процесом буріння свердловин на нафту і газ. Оскільки процес буріння здійснюється за умов апріорної та поточної невизначеності і перебуває під впливом зовнішніх завад, підвищення точності і швидкодії контролю запропоновано забезпечити застосуванням методів теорії нечітких множин і нечіткої логіки. Для цього в систему контролю показника W інтегрується модуль нечіткого контролю, який містить базу правил, блоки фазифікації, логічної обробки і дефазифікації.

Ключові слова: контроль, витрата, енергія, буріння.

УДК.618.518.2:622.026

КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ І ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ НА БАЗІ СИСТЕМНИХ ТЕХНОЛОГІЙ Data Mining DMPC

Семенцов Г.Н., Козуч Я.Р., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Збільшення видобутку нафти і газу в Україні на теперішній час є надзвичайно важливою народногосподарською проблемою. Це актуальне питання вирішується двома шляхами: по-перше за рахунок підвищення інтенсифікації видобутку на традиційно старих промислах; по-друге введенням в експлуатацію нових родовищ за рахунок збільшення об'єму бурових робіт як на континенті, так і на шельфі Чорного і Азовського морів.

Ефективність бурових робіт визначається не тільки сучасною технологією буріння, використанням нових типів доліт і високоефективних бурових розчинів, але і вибором оптимальних режимів буріння, на основі достовірної і оперативної інформації про параметри і показники процесу. Існуючі сучасні системи контролю і управління не дають вичерпної інформації про параметри і показники буріння, які можна було б оперативно використати для контролю і управління даним процесом.

Авторами запропоновано новий підхід до контролю цих важливих технологічних параметрів і показників на основі інтелектуальної самонавчальної системи, яка побудована на основі технологій Data Mining. Методи і алгоритми, які закладені в основу роботи системи, дають можливість на основі статистичної обробки технологічної інформації автоматизувати процеси формування і реалізації керуючих впливів для процесу буріння. За допомогою системи DMPC, що є основою для розв'язування задач з обробки і оптимального управління, і використовуючи пер-

винні вимірювальні перетворювачі технологічних параметрів процесу буріння (осьового навантаження на долото, частоти його обертання, параметрів промивної рідини, проходки на долото) запропоновано вирішувати задачу оцінювання технічного стану долота як за озброєнням так і за опорою. Доповнення системи Data Mining вже розробленими алгоритмами дозволяє вирішувати складні задачі оптимізації процесу буріння за одним із вибраних критеріїв:

- максимальна проходка на долото;
- мінімальна собівартість 1 метра проходки;
- мінімальний час будівництва свердловини, а також вирішення інших технологічних задач за відповідними критеріями.

Автоматизований контроль технологічних буріння на базі системних технологій Data Mining DMPC параметрів є важливим і оперативним джерелом інформації для вирішення складних технологічних задач управління процесом буріння свердловин на нафту і газ.

Ключові слова: контроль, параметр, показник, алгоритм.

УДК 541.183

АНАЛІЗ ЗМІНИ В ЧАСІ ШВИДКОСТІ ПРОТІКАННЯ НАФТОВОГО ФЛЮЇДУ ЧЕРЕЗ ПЛАСТОВУ ПОРОДУ ПРИ ВВЕДЕННІ РЕАГЕНТУ

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

В процесі нафтогазовидобування відбувається рух нафтового флюїду через пористе середовище гірської породи до свердловини. При контакті різнорідних речовин на границі розділу фаз виникає подвійний електричний шар. При русі рідини відносно твердої породи дифузійна частина подвійного електричного шару захоплюється рідиною, внаслідок чого виникає різниця потенціалів. При цьому електричне поле, що виникає в напрямі руху завдає гальмуючого впливу на рідку фазу, що призводить до зменшення витрати рідини і, як наслідок, зменшення віддачі свердловини.

Для зменшення гальмуючого впливу електрокінетичних явищ на рух рідини через пласт до свердловини вводять разом із водою активні речовини, які сприяють зменшенню електрокінетичного потенціалу. Для визначення кількості активної речовини розроблено методику підбору якісного та кількісного складу компонентів суміші наступним шляхом: на реальних кернах гірської породи та нафтових флюїдах для конкретної свердловини на розробленій установці при заданому тиску вимірюється напруга протікання флюїду через kern і за певними аналітичними залежностями підбирається така кількість реагенту, яка зменшує гальмування до необхідного рівня відносно теоретично розрахованого.

Однак, практичне застосування даної методики є ускладненим внаслідок по-

ступового введення реагенту на місце нафтового флюїду, що відбирається з свердловини, а також одночасного його розчинення іншими речовинами, зокрема водою пласта. Для цього розроблено методіку прогнозування зміни в часі ефективності застосування певної суміші шляхом моделювання руху в капілярі суміші, що складається з компонентів, що не змішуються між собою.

Розроблена методика дозволяє уточнювати склад активної речовини з метою економії реагенту та інтенсифікації нафтогазовидобування.

Ключові слова: інтенсифікація нафтовидобування, електрокінетичний потенціал, потенціал протікання.

УДК 622.691.4

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ НАПРУЖЕНЬ ТРУБОПРОВОДІВ

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

Трубопроводи знаходяться в складному напруженому стані, піддаючись дії не тільки внутрішнього тиску продукту, але і інших багаточисельних навантажень, які при проектуванні навіть не можливо врахувати, так як вони проявляються лиш в особливих ситуаціях. При цьому міцнісні показники трубопроводу повинні забезпечувати його роботоздатність в будь-яких умовах і при будь-яких ситуаціях. Під час експлуатації трубопроводів внаслідок різних причин виникають ситуації коли необхідно проводити ремонтні роботи. Нормативних даних для визначення напруженого стану трубопроводів на ремонтних ділянках не має, оскільки на нього впливають окрім внутрішнього тиску продукту в трубопроводі ще:

- вага конструкції;
- температура продукту;
- тиск ґрунту;
- зовнішня зміна температури трубопроводу на відкритих ділянках;
- просадки ґрунту;
- тиск сповзаючих ґрунтів;
- сейсмічні явища;
- рельєф місцевості і інше.

Наявність в тілі трубопроводу різних температурних градієнтів приводить до утворення нерівномірних деформацій його елементів. Оскільки суцільність тіла трубопроводу не повинна порушуватись, в ньому виникає система температурних деформацій і відповідних їм температурних напружень, які залежать від розподілу температури.

Повна система рівнянь в температурних задачах впливу напружень складається з:

- 1) трьох рівнянь рівноваги,

- 2) шести рівнянь Коші, які зв'язують компоненти ε_{ij} деформацій і компоненти U_1, U_2, U_3 вектора переміщення,
2) шести функціональних зв'язків.

Ключові слова: температура, деформація, напруження.

Література

1. Огибалов П.М., Грибанов В.Ф. Термоустойчивость пластин и оболочек. – М.: Машиностроение. – 1988.

УДК 620.179.13

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОВЕДЕНИЕ
ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ**

Петрик В.Ф., Юрченко А.С. Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

Данная работа посвящена исследованию влияния внешних факторов на тепловой контроль энергооборудования электростанций с целью повышения точности результатов контроля, а также выявления наиболее благоприятных условий для его проведения.

Тепловой контроль является эффективным методом диагностики энергооборудования на тепловых электростанциях. Он позволяет своевременно выявлять неисправности и нарушения режимов работы различных объектов путем анализа их тепловой картины.

В ходе исследования была разработана тепловая модель объекта, учитывающая влияние окружающей среды, режим и условия его работы. Были промоделированы тепловые процессы, происходящие на поверхности объекта и выявлены внешние факторы, наиболее существенно влияющие на точность контроля. На основании полученных результатов были сформулированы рекомендации по оптимальному выбору времени и условий для проведения контроля.

Полученные при моделировании теоретические результаты были подтверждены экспериментальными данными.

Ключевые слова: тепловой контроль энергооборудования.

УДК 620.179.16

**МЕТОД ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В
МАТЕРИАЛЕ**

Друзенко Н.В. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Одним из важных показателей качества поликристаллических материалов, в частности металлов, является их структура и, главным образом, величина зерна.

Известно, что одной из составляющих затухания звука в материале является структурная составляющая, возникающая за счет рассеивания звука на неоднородностях материала – зернах. Обе составляющие затухания звука – диссипативная (за счет вязкого трения в материале) и структурная зависят от частоты звуковых колебаний, но по различным законам. Даже, если явление затухания ультразвуковых волн напрямую зависит от структурных неоднородностей и связанных с ними анизотропией свойств, то оценка твердости и других физико-механических свойств производится в большинстве случаев другими ультразвуковыми методами, например, основанными на измерении скорости звука, импеданса или на измерении затухания на отдельных частотах.

Поскольку существует частотная зависимость затухания звука в веществе, то спектральный коэффициент прохождения звука через слой исследуемого вещества несет в себе информацию о спектральном коэффициенте затухания. Таким образом, исследуя спектр сигнала, прошедшего через объект контроля, можно получить информацию о структуре вещества. Этот тезис и положен в основу предлагаемого доклада. В данном случае рассматривается метод спектральной оценки коэффициента затухания в материале. Предложенный способ является развитием известного подхода по определению коэффициента затухания плоской упругой волны по результатам измерения интенсивностей или амплитуд колебаний при двух положениях приемника.

Суть способа – сопоставление отношений амплитуд, записанное в виде частотной функции отношений спектральных поглощающих способностей материала, измеренных на разнице баз установок приемников. Таким образом, частотная зависимость коэффициента затухания будет рассчитываться по формуле:

$$\alpha(\omega) = -\frac{1}{l} \ln K(\omega)$$

Для избежания ошибок, которые обусловлены физическими расхождениями каналов регистрации (измерения) нужно учитывать некоторые аспекты, при этом зависимость коэффициента затухания от частоты будет иметь вид

$$\alpha(\omega) = -\frac{1}{l} \ln \sqrt{K_{np}(\omega) \cdot K_{обр}(\omega)}$$

Результаты исследований можно использовать для решения проблем структуроскопии. Спектральный коэффициент затухания в сильно поглощающих материалах может служить мерой внутреннего трения, а его измерение дает возможность изучения структурно-фазовых изменений в материале.

Ключевые слова: затухание ультразвука, ультразвуковая структуроскопия, измерение коэффициента затухания ультразвука.

УДК 681.518.2:622.026

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ БУРИМОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЙ Data Mining

Сабат Н.В., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

Актуальною проблемою для народного господарства України є забезпечення її власними вуглеводнями, тобто нафтою та газом. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є збільшення їх видобутку як на діючих промислах, так і введенням в експлуатацію нових нафтових і газових родовищ. Цю проблему можна вирішити із збільшенням об'єму бурових робіт. При бурінні свердловин на нафту і газ є використання сучасного високо ефективного обладнання, а також автоматизація та оптимізація технологічного процесу буріння.

Однією із важливих технологічних проблем є контроль механічних властивостей гірських порід в процесі буріння і на основі цього оптимізація процесу поглиблення свердловин. На сьогоднішній день не існує сучасних промислових систем контролю механічних властивостей гірських порід, а особливо буримості, яка є інтегральним показником цих властивостей.

Розроблена система автоматизованого контролю буримості гірських порід в реальному часі, яка базується на вітчизняних системах контролю технологічних параметрів процесу буріння і на базі сучасних технологій Data Mining. В основу побудови системи покладений ієрархічний принцип. Нижнім рівнем служать датчики технологічних параметрів процесу буріння (СКУБ-М2), а верхнім рівнем служать технічні засоби Data Mining із програмним та логічним забезпеченням типу DMPC. Система працює наступним чином. Апріорна інформація про параметри і показники процесу буріння від технологічних датчиків через пристрої збору та обробки інформації поступає в систему Data Mining. На основі запропонованого алгоритму контролю буримості гірської породи, що базується на інформації про параметри і показники процесу буріння, і існуючого математичного забезпечення реалізується виконання режимно-технологічних розрахунків показника буримості. Особливістю даної системи є те, що вона має властивість удосконалення математичної моделі буримості гірської породи. Інформація отримана про поточне значення буримості гірської породи може бути використана для оптимізації процесу буріння по одному із запропонованих критеріїв оптимізації. Дана система може бути використана для вирішення інших технологічних задач контролю процесу буріння.

Ключові слова: контроль, буримість, система, технологічні параметри, оптимізація.

УДК 681.3.06+681.518.54.621.51

ПАРАМЕТРИЧНА ДІАГНОСТИКА ВІДЦЕНТРОВИХ НАГНІТАЧІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА БАЗІ НЕЙРОМЕРЕЖ

*Горбійчук М.І., Скріпка О.А., Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Ідея параметричної діагностики ґрунтується на математичному описові ро-

боти відцентрового нагнітача, в якому деякі коефіцієнти виключно залежать від геометричних розмірів робочого колеса. Цей підхід частково реалізований в роботах Грудза В.Я., Тимківа Д.Ф., Ковалко М.П., де виходячи із рівняння енергетичного балансу отримана діагностична модель. При створенні такої моделі знехтувані втрати на протічки газу і тертя дисків. Врахування цих втрат є "важливою задачею, без розв'язку якої неможливо скористатися напором за Ейлером" (Рис В. Ф. Центробежные компрессорные машины. – М.-Л.: Машиностроение, 196, с. 35).

Виходячи із рівняння енергетичного балансу, допускаючи, що на протязі всього руху газу через нагнітач теплообмін з навколишнім середовищем відсутній, отримана діагностична модель відцентрового нагнітача (ВН) природного газу

$$\left(\frac{\varepsilon}{k_v} - 1\right) A = n_{\Pi}^2 \left(\left(1 + K_{np} \frac{k_v}{q}\right) \left(X_0 - q \left(\frac{X_2}{k_v} - X_1\right)\right) + K_T \frac{k_v}{q} \right),$$

де K_T , K_{np} – параметри моделі, які визначаються через характеристики відцентрового нагнітача;

$q = \frac{Q_1}{\omega} = \frac{Q_{\Pi}}{\omega_n}$ – витрата природного газу через нагнітач віднесена до одного радіана;

$Q_{\Pi} = Q_1 \frac{n_n}{n}$ – зведена продуктивність нагнітача;

n_n - номінальна частота обертання робочого колеса;

$n_{\Pi} = \frac{n}{n_n} \sqrt{\frac{A_0}{z_1 R T_1}}$ - зведена частота обертання робочого колеса;

$A = \frac{A_0}{\omega_n^2}$; $A_0 = z_0 R_0 T_0$; z_0 , R_0 , T_0 - параметри зведення.

Діагностичними ознаками ВН вибрано параметри моделі X_0 , X_1 , X_2 , K_{np} і K_T , які залежать від геометричних розмірів колеса нагнітача. Для визначення чисельних значень діагностичних ознак розв'язана задача ідентифікації, в основу якої покладено нелінійний МНК-метод.

Задача виявлення несправностей відцентрового нагнітача є типовою задачею класифікації, коли за набором діагностичних ознак, певний об'єкт (несправність) необхідно віднести до того чи іншого класу (несправність 1, несправність 2, ..., несправність n).

Показано, що ефективним засобом класифікації є нейронна мережа зустрічного поширення або LVQ-network (Learning Vector Quantization Network).

Ключові слова: відцентровий нагнітач, діагностична модель, ідентифікація, несправність, нейромережа.

УДК 621.315.592

ВПЛИВ ГЛИБОКИХ РІВНІВ НА ДЕГРАДАЦІЮ ХАРАКТЕРИСТИК ДІОДІВ GaP

Савекіна О.В., Супруненко М.О. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна.

Однією з нерозв'язаних проблем інжекційної люмінесценції є деградація свічення світлодіодів у процесі тривалого пропускання струму через р-п-перехід, обумовлена недосконалостями кристалічної будови бази приладу, міграційними ефектами в області збідненого шару р-п-переходу та поверхневими ефектами. Визначальну роль у механізмах деградації відіграють як найпростіші порушення структури, так і масштабні утворення типу скупчень точкових пошкоджень або дислокаційні сітки - джерела темних ліній (ДТЛ) та темних плям (ДТП).

Застосування проникаючої радіації - один із способів контрольованого введення у зразок дефектів певного виду в необхідній концентрації. Основні інжекційно-рекомбінаційні процеси, які супроводжуються випромінюванням світла у GaP, відбуваються у шарі обмеженої товщини $d \approx 10$ мкм, локалізованому поблизу збідненої області р-п-переходу. Тому для встановлення причин, що зумовлюють швидку деградацію свічення, доцільно використовувати електричні методи досліджень, чутливі до змін в області просторового заряду (ОПЗ) і з допомогою яких можна виявити роль неінжекційної складової струму.

У поданій роботі досліджувалися леговані азотом зелені діоди GaP спектр люмінесценції яких містить інтенсивну зелену лінію з $\lambda_{\max} = 555$ нм та $\lambda_{\max} = 585$ нм. Радіаційні дефекти вводились γ -квантами Co^{60} при кімнатній температурі в межах 10^5 - 10^7 рад. Вольт-фарадні (ВФХ) та вольт-амперні (ВАХ) характеристики знімалися при $\nu = 1$ МГц і в інтервалі 10^{-1} - 10^{-9} А відповідно. Виявлено, що залежність $I(V)$ в області малих струмів (до 10^{-7} А) має вигляд

$$I = C \exp(\gamma T) \exp(\beta U), \quad \text{де } C, \gamma, \beta - \text{const} \quad (1)$$

При $I > 10^{-7}$ А ВАХ описується класичним співвідношенням

$$I = I_s \left(\exp \frac{qV}{nkT} - 1 \right), \quad \text{де } 1 \leq n \leq 2 \quad (2)$$

Показано, що у вихідних діодах GaP число міжрівневих переходів близьке до 94; в опромінених γ -квантами - 1096.

Отже, значна частина рівнів, відповідальних за падіння інтенсивності випромінювання, локалізована безпосередньо у збідненій області р-п-переходу. Зменшення інтенсивності свічення при опроміненні може бути наслідком перерозподілу між тунельною та інжекційно-рекомбінаційною складовими на користь першої.

Вимірювання ВФХ, проведені на зразках, котрі зберігались тривалий час (8,5 місяців) при кімнатній температурі, показали також, що вже при 300 К у кристалах GaP можливе протікання пострадіаційних процесів відпаду.

Ключові слова: діод, інжекція, легування, люмінесценція.

УДК [681.518.54+620.19](035)

БАГАТОПАРАМЕТРОВА СИСТЕМА ВИХРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ КИП'ЯТИЛЬНИХ ТРУБ ПАРОВОГО КОТЛА ТИПУ ДКВР

Карявка А.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Парові котли типу ДКВР є найбільш поширеними в Україні. Проте практично всі котли, які на сьогодні експлуатуються в Україні, давно вичерпали свій ресурс і потребують виконання перевірки стану матеріалу їх конструкцій з метою визначення залишкового ресурсу міцності та допуску цих котлів до експлуатації. Згідно Положення Мінпромполітики України про технічне діагностування котлів такого типу передбачено виконання вибіркового контролю стану матеріалу елементів теплонагрівних конструкцій шляхом вирізання вікон і візуальної перевірки матеріалу цих вирізів на стійкість до корозії.

Не дивлячись на те, що сьогодні при перевірці вирізів та окремих ділянок конструкцій використовують і ультразвукові та інші засоби неруйнівного контролю, методика перевірки передбачає практично вибіркового руйнівний контроль, який не дає уяви про стан матеріалу конструкцій на будь-якій іншій ділянці їхньої поверхні. До того ж існуюча методика не передбачає абсолютну перевірку стану найбільш небезпечних елементів конструкції котла – кип'ятільних труб, матеріал яких витримує високі температурні навантаження та тиск перегрітої пари.

Метою роботи є розробка системи неруйнівного контролю стану саме кип'ятільних труб на всій їхній довжині з реєстрацією результатів контролю з допомогою комп'ютерних засобів.

З досвіду виконання контролю стану кип'ятільних труб та інших агрегатів котла ДКВР, отриманого у співпраці з ЗАТ «Науково-виробничий діагностичний центр», основними параметрами такого контролю мають бути товщина накипу на стінках кип'ятільних труб та колекторів, а також наявність дефектів внутрішньої структури матеріалу за рахунок корозії та тріщин втоми матеріалу.

Однчасне визначення товщини накипу на стінках кип'ятільних труб та наявності дефектів структури матеріалу цих труб реалізується на основі алгоритмів вихрострумowego багатопараметрового контролю.

Векторна діаграма напруг ВСП представляє напрямки впливу зазору (товщина накипу, що є непровідним утворенням) та можливого дефекту матеріалу тонкостінної труби (товщина 2,5 мм, матеріал: Ст. 10).

В роботі розглянуто принцип роботи багатопараметрової системи вихрострумowego контролю, що дозволяє контролювати зазор (товщину накипу) та наявність дефектів (тріщин втоми матеріалу).

Ключові слова: неруйнівний контроль, вихрострумований багатопараметровий метод, контроль кип'ятільних труб.

УДК 681.787.7

НАНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТОПОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СКАНИРУЮЩИМ ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ БЕЛОГО СВЕТА

*Гураль Т.И., Овчар Н.И., Казенное предприятие "Центральное конструкторское бюро
"Арсенал", г. Киев, Украина*

В последнее время в связи с расширившимися возможностями сбора и обработки информации с помощью современных высокоскоростных камер и мощных вычислительных комплексов все более широкое применение находят сканирующие интерферометры белого света. Они позволяют производить контроль топологии поверхности, в том числе и шероховатых поверхностей, имеющих ступенчатый профиль.

Данный класс интерферометров в зависимости от увеличения объектива позволяет визуализировать как микро, так и макро характеристики поверхности: шероховатость, волнистость, геометрические размеры. Процесс получения трехмерного профиля поверхности в зависимости от ее размера, как правило, занимает от нескольких секунд до 1...2 минут.

В приложении к оптическим измерениям применение интерферометров белого света наиболее целесообразно при контроле элементов волоконно-оптической связи, интегральной оптики, дифракционных оптических элементов, деталей полученных методом алмазного точения и поверхностей микрооптики. Интерферометры белого света находят широкое применение при контроле подложек микросхем и прецизионных поверхностей в механическом производстве.

Сканирующие микроинтерферометры в зависимости от требуемого разрешения выполняются в основном по схемам Линника, Майкельсона и с применением интерференционных микрообъективов.

Сущность работы сканирующего интерферометра белого света заключается в создании непрерывно изменяющейся разности хода в одном из плеч интерферометра и измерения положения максимума огибающей (контраста) интерференционного сигнала для каждой точки контролируемой поверхности, оптически сопряженной с соответствующим пикселем телевизионной матрицы.

В нашем случае оптическая разность хода может изменяться либо в опорном плече - при перемещении опорного зеркала, либо в предметном - при перемещении всего оптического блока относительно объектива.

В работе приведены результаты контроля топологии поверхностей оптического, механического и микроэлектронного производства. Описан метод "сшивки" при контроле больших контролируемых поверхностей.

Ключевые слова: интерферометр белого света, топология.