

СЕКЦІЯ 7

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

УДК 378

ДО ПИТАНЬ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ. ДОВІРА У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

Лашко О.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: e.lawko@kpi.ua

Доповідь присвячена дослідженню можливостей впровадження принципів сучасної психологічної допомоги, зокрема принципів екологічності, в організацію навчального процесу при підготовці фахівців технічних спеціальностей з метою підвищення ефективності навчання.

У психології принцип екологічності в його профіцитарному розумінні реалізується в рамках екосистемного або екофасилітативного підходу, де особистість з усіма її зв'язками представляє собою відкриту екосистему пов'язаних і взаємно обумовлених елементів, що самоорганізуються і саморозвиваються [1, с. 68].

Спираючись на зміст принципу екологічності у профіцитарній логіці [1], нами були сформульовані ознаки екологічного освітнього простору, в якому студент як суб'єкт власного професійного розвитку має сприятливі умови для зростання. При цьому утворення робочого союзу між викладачем і студентом є обов'язковою вхідною умовою організації ефективного освітнього простору для досягнення основної мети вищої освіти - забезпечення якісної підготовки фахівців. Одним з ключових феноменів, що визначають успішність утворення такого союзу, є довіра. Довірчі відносини - невід'ємна частина будь-якої ефективної взаємодії, в тому числі в системі “викладач-студент” [2].

На наступному етапі дослідження планується апробація експериментальної форми проведення навчальних занять у групах з підготовки фахівців з неруйнівного контролю, що спирається на сформульовані принципи.

Ключові слова: навчальний процес, вища освіта, екологічність, студент, викладач.

Література

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. Юрченко О.В. Роль і місце довіри у взаємодії між студентом і викладачем технічного університету / О.В. Юрченко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Ч., Вип. 82, Т. II, 2010. – С. 299-303.

УДК- 534.86

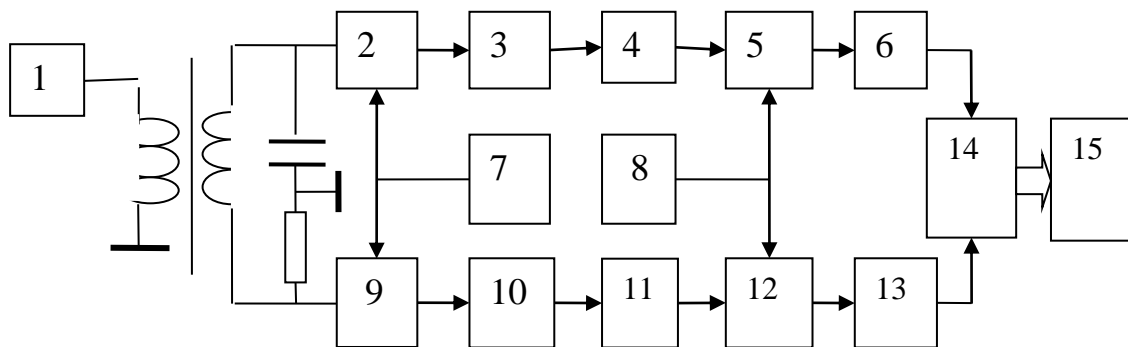
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ДІЕЛЬКОМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ

Маєвський С.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: smayevskyy@ukr.net

Основна проблема контролю якості матеріалів шляхом вимірювання кута діелектричних втрат - мале значення фазового зсуву δ^0 , яке потрібно виміряти відділивши від значно більшого значення фазового зсуву - 90^0 . Враховуючи існування діапазону однозначності вимірювань фазових зсувів з допомогою фазометрів в даній роботі показана можливість підвищення точності вимірювання фазового зсуву δ^0 шляхом попереднього множення фазового зсуву $(90-\delta)^0$ на множник рівний $4k$, де $k = 1,2,3\dots$. Таке масштабне перетворення фазового зсуву можемо виконати шляхом використання стробоскопічного перетворення частоти гармонійних сигналів, як це показано нижче на схемі



Функціональна схема вимірювання кута втрат конденсаторного перетворювача

Фазовий зсув між струмом (падіння напруги на опорі) і напругою конденсаторного перетворювача частоти 1 МГц генератору 1 переноситься спочатку на низьку частоту, наприклад – 10 кГц гетеродинним перетворювачем частоти (гетеродин 7, змішувачі 2,9 та фільтри нижніх частот 3,10), де в моменти пересічення сигналами нульового рівня формуються короткі імпульси (формуваці 4,11), якими синхронізуються відкриття ключів 5,6 для формування вибірок високочастотного сигналу генератору 8. Фазометр 14 вимірює фазовий зсув вихідних сигналів виділених фільтрами 6,13, а результат вимірювання відображається на цифровому табло 15.

При даному співвідношенні частот коефіцієнт множення фазового зсуву δ^0 , становить $k=20$.

Ключові слова: діелеккометричний метод, фазовий зсув, стробоскопічне перетворення частоти, неруйнівний контроль.

Секція 7. НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ,

ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

УДК 620.179.14

ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИХ МЕХАНИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Сиренко Н.Н., Аббасе Жаббар

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,

г. Харьков, Украина

E-mail: gorkunov@kpi.kharkov.ua, lsg@kpi.kharkov.ua, sirn2@gmail.com, anta3101@gmail.com.

Задачи непрерывного контроля напряженно-деформированного состояния цилиндрических изделий является весьма актуальной для безаварийной работы оборудования. При передаче механических усилий наибольшей деформации подвергаются поверхностные слои цилиндрического изделия, но и подповерхностные слои на глубине δ также испытывают значительные механические напряжения. Поэтому, при изготовлении вала необходимо производить его поверхностное упрочнение на глубину, которая обеспечит его работоспособность без разрушения при передаче соответствующих моментов. Причем в процессе эксплуатации желательнее контролировать предельную степень деформации вала не соответствующей глубине. Для контроля механических напряжений, возникающих во вращающихся валах, существует достаточно много контактных и бесконтактных методов.

Для бесконтактного контроля механической деформации в цилиндрических валах на разных глубинах целесообразно применять вихретоковый метод [1]. Поскольку такие электромагнитные характеристики как относительная магнитная проницаемость (μ) и удельная электрическая проводимость (σ) связаны с физико-механическим состоянием металла, то определяя их, а также контролируя поперечное сечение, можно судить об механических напряжениях (деформации) на определенной глубине δ .

При реализации вихретокового метода и устройства контроля механических напряжений на валу, изменяя частоту зондирующего поля, можно осуществить рациональные по погрешности и чувствительности режимы работы устройства, при бесконтактном контроле механических напряжений, возникающих в цилиндрических образцах. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что средние абсолютные чувствительности преобразователя к механическому напряжению при реализации амплитудного метода составляют $6,5 \text{ мВ}/(\text{кг}/\text{мм}^2)$, при использовании фазового метода $0,3 \text{ мВ}/(\text{кг}/\text{мм}^2)$. Данные устройства можно использовать как в динамическом, так и в статическом режиме работы механических систем.

Ключевые слова: вихретоковый контроль, физико-механические параметры, механическое нагружение.

Литература

1. Горкунов Б.М. Вихретоковый двухпараметровый контроль немагнитных цилиндрических изделий / Б.М. Горкунов, С.Г. Львов // Вестник НТУ "ХПИ". – 2004. – Вып. 7. – С. 35-41.

УДК 620.179.14

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИХРЕТОКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПРОСТРАНСТВЕННО- ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ

Горкунов Б.М., Тищенко А.А., Тюпа И.В., Шибан Тамер

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,

г. Харьков, Украина

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

Для одновременного определения двух параметров цилиндрического изделия наиболее удобным является использование вихретоковых преобразователей (ВТП), работающих на одной, фиксированной частоте. В этом случае измеряют два признака выходного сигнала ВТП, а затем решают систему из двух уравнений, связывающих измерительные признаки сигнала с параметрами изделия. При одновременном определении трех и более информативных параметров исследуемого объекта необходимо использовать большее число независимых уравнений. Эти параметры можно определять с помощью ВТП, работающего на нескольких частотах. Одновременные многопараметровые измерения можно упростить, если использовать пространственно-периодические магнитные поля, изменяющиеся во времени по синусоидальному закону на одной фиксированной частоте [1].

В данном случае выражение для определения ЭДС примет следующий вид:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = i\omega\mu_0\mu a e^{i\omega t} \sum_n \frac{1}{n} \frac{\sin(n\gamma)}{n\gamma} f_n(a, i\omega) \cos(n\varphi)$$

где Φ – магнитный поток, t – время, $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота тока, μ_0 – магнитная константа, μ – магнитная проницаемость материала, a – радиус изделия, n – номер пространственной гармоники, γ – телесный угол измерительной обмотки, учитывающий ее геометрические размеры.

Разработанный метод позволяет оценить значения амплитуд и фаз ЭДС каждой пространственной гармоники на измерительных проводниках преобразователя с различными изделиями, а также найти амплитуду и фазу результирующей ЭДС. В работе получены результаты экспериментальных исследований для образца из алюминиевого сплава: $E = 129,2$ мВ, $\varphi = 15,9$ град и $E = 24,8$ мВ, $\varphi = 15,9$ град для измерительных обмоток, расположенных на лучах $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi/3$. Расхождение теоретических и экспериментальных данных обусловлено погрешностями измерительной аппаратуры и влиянием высших гармоник.

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

Литература

1. Горкунов Б.М. Многопараметровый электромагнитный контроль токопроводов в пространственно-периодических полях / Б.М. Горкунов, А.А. Тищенко, И.Б. Горкунова // Актуальні проблеми автоматики і приладобудування. – 2014. – С. 39-40.

УДК 534.08

ЗАСТОСУВАННЯ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗУ ПРИ ОТРИМАННІ ПАКЕТІВ СИНУСОЇДАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ З ВИСОКОЮ СПЕКТРАЛЬНОЮ ЧИСТОТОЮ

Лісовець С.М.

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

E-mail: ser_lis@voliacable.com

Розглядається отримання пакетів синусоїдальних коливань для сумісного використання з п'єзокерамічними перетворювачами із резонансними частотами (40 ± 1) кГц із застосуванням мікроконтролера ATmega328, генератора сигналів синусоїдальної форми AD9833 і операційного підсилювача PA75. Показано, що використання прямого цифрового синтезу DDS (Direct Digital Synthesizers) дозволяє отримувати сигнали синусоїдальної форми з високою стабільністю частоти і амплітуди. Зроблено огляд можливих застосувань таких пакетів синусоїдальних коливань – акустичний контроль технологічних параметрів (товщини, поверхневої щільності, ступеня розтягнення) таких матеріалів, як тканини, трикотаж або неткані матеріали.

Розглянуто програмування генератора AD9833 за допомогою мікроконтролера ATmega328 по інтерфейсу SPI, що дозволяє як задавати різні режими роботи генератора AD9833, так і формувати необхідну кількість повних синусоїдальних коливань в пакеті.

Також показано, що вихідний сигнал $U_{OUT}(t)$ генератора AD9833 визначається за формулою

$$U_{OUT}(t) = 18 U_{REF} \frac{R_{LOAD}}{R_{SET}} \left(1 + \sin \left(2\pi \left(\frac{FREQREG}{2^{28}} f_{MCLK} t + \frac{PHASEREG}{2^{12}} \right) \right) \right),$$

де U_{REF} – напруга внутрішнього джерела напруги, $U_{REF} = 1,2 \text{ В} \pm 7\%$; R_{SET} – внутрішній опір цифро-аналогового перетворювача, $R_{SET} = 6800 \text{ Ом}$; R_{LOAD} – опір внутрішнього навантаження, $R_{LOAD} = 200 \text{ Ом}$; FREQREG – уміст регістру FREQ0 або FREQ1; уміст регістру PHASE0 або PHASE1.

За допомогою запропонованого схемотехнічного рішення можливо отримання пакетів синусоїдальних коливань одночасно по кількох каналах із різними початковими фазами синусоїдальних коливань.

Запропоноване схемотехнічне рішення отримання пакетів синусоїдальних коливань вирізняється мінімальною кількістю електронних компонентів і низькою вартістю, зберігаючи при цьому стабільність всіх основних параметрів.

Ключові слова: відношення сигнал/шум, гармонічні викривлення, пакети синусоїдальних коливань, п'єзокерамічний перетворювач, пружна хвиля, прямий цифровий синтез, спектральна чистота.

УДК 621.64

ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ЗА СКЛАДНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТУВАННЯ

Цих В.С., Яворський А.В., Побережний Л.Я.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Україна

E-mail: tv.s.vitalik@gmail.com

Важливою причиною відмов та руйнувань підземних трубопроводів є експлуатаційні пошкодження і старіння металу. Старіння проявляється в деградації властивостей металу, розвитку ушкоджень (в тому числі корозійних) і дефектів в стінках труб або в ізоляційному покритті. Працездатність і безпека експлуатації підземних трубопроводів забезпечується шляхом оцінки допустимості виявлених при неруйнівному контролі пошкоджень і дефектів, ранжування їх за ступенем небезпеки, визначення пріоритетів ремонтних робіт і періодичності діагностичних обстежень. Велике значення має визначення періодичності контролю. За період до чергової діагностики дефекти не повинні отримати розвитку до критичних розмірів і не стати підставою для відмови обладнання.

З метою контролю технічного стану підземних трубопроводів використовуються різноманітні методи та підходи. Особливо важким діагностування трубопроводів є в складних умовах експлуатування, до яких можна віднести ті протяжні трубопровідні системи, які знаходяться в умовах технологічних об'єктів нафтогазового комплексу (газокомпресорних, нафтоперекачувальних станцій, для яких є характерним значна кількість суміжних комунікацій і сторонніх перешкод), а також на ділянках, які відзначаються значною геодинамічною активністю.

Сучасна тектонічна активність за геодинамічними зонами руйнівним чином діє на будь-які інженерні об'єкти і споруди. Найбільш інтенсивно це проявляється коли основа об'єкту розміщена на різних блоках гірського масиву (об'єкт перетинає геодинамічну зону) або коли об'єкт розміщений в межах самої геодинамічної зони. Для інженерних споруд великої протяжності, якими є трубопровідні системи, місця перетину з геодинамічними зонами є аварійно-небезпечними ділянками. Наростання потенційних та реальних загроз в техногенній сфері потребує радикального збільшення зусиль у вирішенні проблем екологічної та технологічної безпеки. Техногенна безпека стає одним із важливих чинників забезпечення національної безпеки. І тільки розвиток високих промислових та інтелектуальних технологій з всебічним використанням критеріїв та сучасних способів її забезпечення може змінити наявні негативні тенденції. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку оптимальної методики моніторингу технічного стану підземних трубопроводів за складних умов експлуатування.

Ключові слова: моніторинг, трубопровід, технічний стан, протяжні об'єкти, умови експлуатації.

УДК 535.317

ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦІЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫХ ДИОПТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ

Муравьев А.В.

КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев, Украина

E-mail: stals98@ukr.net

Требования по эксплуатации, которые предъявляются к инфракрасным (ИК) приборам, зачастую включают обеспечение рабочего температурного диапазона ± 50 °С. Это обусловлено тем, что наиболее существенным фактором окружающей среды, оказывающим влияние на качество изображения ИК техники, является изменение температурного поля. Последнее приводит к появлению в оптической системе терморасфокусировки – изменению величины заднего фокального отрезка, и термоаббераций в изображении. Как результат, происходит существенное снижение разрешающей способности и ухудшение основных характеристик фокусирующего узла. Следовательно, термостабилизация качества изображения объектива при изменении температур окружающей среды является важной и актуальной задачей, которую необходимо решать на этапе проектирования ИК прибора.

Решение вопроса термостабилизации может осуществляться путем применения активных, полуактивных и пассивных методов. Основными достоинствами пассивной оптической атермализации являются высокая надежность, отсутствие движущихся элементов и необходимости ручной юстировки, минимизация массогабаритных свойств и простота конструкции. Перспективы развития данного направления также обусловлены постоянным расширением номенклатуры оптических материалов ИК области спектра [1].

Синтез атермализованного диоптрического объектива основывается на комбинациях оптических материалов с разными знаками термооптической постоянной [2]. В ходе термостабилизации одновременно проводится минимизация аббераций изображения и выбор оптимального материала несущей конструкции фокусирующего узла. Метод позволяет синтезировать трехлинзовые атермализованные ИК объективы при использовании двух оптических материалов [3].

Ключевые слова: терморасфокусировка, термостабилизация, атермализация.

Литература

1. Кучеренко О.К. Ахроматизация та атермалізація об'єктивів інфрачервоної техніки / О.К. Кучеренко, О.В. Муравйов, В.М. Тягур // Наукові вісті НТУУ „КПІ”. – 2012. – №5. – С. 114–117.
2. Тягур В. М. Пассивная оптическая атермализация инфракрасного трехлинзового ахромата / В.М. Тягур, О.К. Кучеренко, А.В. Муравьев // Оптический журнал. – 2014. – том 81. – № 4. – С. 42–47.
3. Муравьев А.В. Композиции атермализованных трехкомпонентных инфракрасных объективов / А.В. Муравьев, О.К. Кучеренко // Наука и техника. – 2015. – №4. – С. 32–37.

УДК 620.179.16: 620.179.17

ШВИДКІСНА АНАЛОГОВА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ В ПРИЛАДАХ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

¹⁾Плеснецов С.Ю., ¹⁾Мигущенко Р.П., ¹⁾Сучков Г.М., ²⁾Петрищев О.М.

¹⁾Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», г. Харків, Україна. ²⁾ КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: hpi.suchkov@gmail.com

Запропоновано алгоритм для швидкісної аналогової обробки інформації в

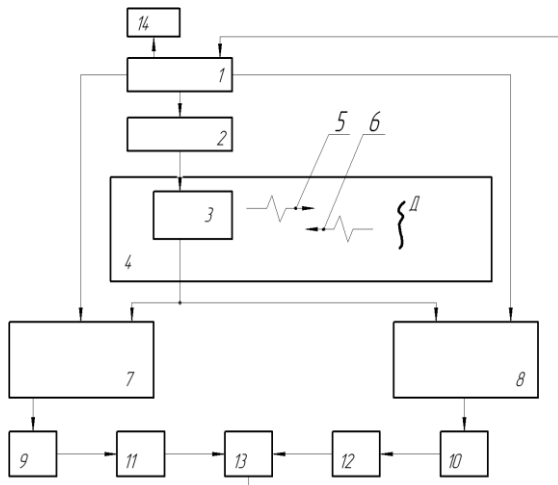


Рис.1. Блок - схема для обробки імпульсів хвиль Релея відбитих з об'єкту контролю

приладах неруйнівного контролю, рис.1. Електронно - обчислювальний засіб 1 одночасно формує синхронізуючий імпульс на генератор 2 та два гармонійних сигнали на перемножувачі (П) 7 та 8. На П 7 подається гармонійний сигнал з частотою, яка співпадає з частотою електроакустичного перетворювача (ЕП) 3. На П 8 подається такий же сигнал з частотою, яка співпадає з частотою ЕП 3, як і на П 7, але його фаза зсунута на 90°. Генератор 2 живить імпульсом напруги ЕП 3. Він збуджує у виробі 4 ультразвуковий імпульс 5 хвиль Релея. При наявності в виробі 4 дефекту (Д з'являється відбитий

імпульс 6 поверхневої хвилі, який приймається ЕП 3. Імпульс 6 прийнятий ЕП 3 подається на П 7 і 8. В результаті множення на виходах П 7 та 8 з'являються сигнали, що несуть інформацію про дефект Д, амплітуди гармонійного та прийнятого сигналів на частоті збудження та подвоєної частоти, а також інформацію про невідому фазу. Вихідні сигнали з П 7 та 8 оброблюються фільтрами 9 та 10, які виключають з сигналу спектральні складові з подвоєною частотою та завади. Вихідні сигнали з фільтрів 9 та 10 перемножуються самі на

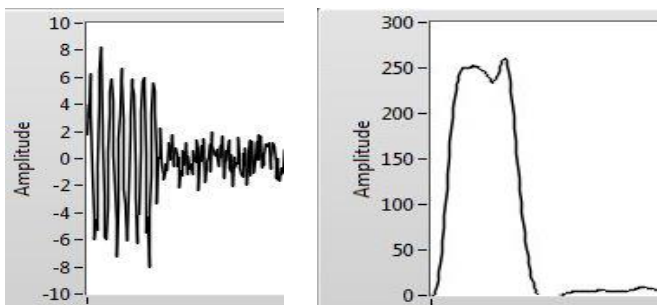


Рис.2. Зліва сигнал, що надійшов з ЕП, з права – після швидкісної обробки

себе відповідно в блоках 11 та 12 а потім складуються в блоці 13. Результуючий сигнал на виході блока 13 буде залежати тільки від квадрату амплітуди сигналу відбитого від дефекту Д, квадрату амплітуди додаткового сигналу та квадрату обвідної збудженого сигналу.

Детектування результуючого сигналу з переліку традиційних

операцій виключається.

Результат моделювання запропонованого способу швидкісної обробки корисних імпульсів наведено на рис.2.

Ключові слова: обробка сигналів, хвиля Релея, контроль неруйнівний, перетворювач електроакустичний

УДК 681.5

PLATFORM FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING OF AIRCRAFT CONNECTIONS

Protasov A.G., Glevasky A.V.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

E-mail: glevaskiyanton@gmail.com, a.g.protasov@gmail.com

Every year, there is a growing need for passenger and cargo transportation by air transport. Today, the increase in the intensity of the operation of air transport sharply poses the task of creating highly resourceful and reliable aircraft equipment. One of the ways to improve the testing quality of the vulnerable part of aviation structures - the connection of elements is the creation of automated means of nondestructive testing of these compounds. An integral part of automated non-destructive testing systems are manipulators, platforms or scanning devices that deliver the transmitter of the measuring system along a specified path to the desired location.

The proposed platform serves to deliver the primary transducer to the inspection site, which can be on the wing of the aircraft or other hard-to-reach part of it.

The basis of the device is the Arduino platform, which is built on the basis of the microcontroller from Atmel Corporation (ATMega 328) and is used for monitoring and in signal processing of the converter [1]. The platform is built on the principle of a so-called double-sided winch, which allows it to move in different planes, including in an inverted state. This property will allow testing the lower surfaces of the aircraft wings or fuselage. Also on the platform is a memory bank, where data of testing is received. Another advantage of the proposed platform is the installed wireless communication module Wi-Fi, which, if necessary, backs up information from the data bank to a remote computer for online data processing. Communication of the scanner with a computer makes it possible to view the data obtained from the testing with any device that has access to the Internet (phone, tablet or PC).

The next advantage of the proposed platform is the presence of rubberized caterpillars, which move the body of the platform and provide better adhesion to the polished metal surface of the aircraft. The platform has remote control via Bluetooth.

Keywords: non-destructive testing, Bluetooth, Arduino platform.

Reference

1. Протасов А. Г., Универсальное устройство для сбора данных с аналоговых и цифровых преобразователей. // А. Г. Протасов, А. С. Корогод, Е.Ф. Суслов. Вісник НТУУ „КПІ”, серія Приладобудування 2015 р. № 49(1). С. 145-153.

УДК 620.179

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО АМПЛІТУДНО-ФАЗОВОГО СПОСОБУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Баженов В.Г., Івіцька Д.К.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ, Україна
E-mail: vgbazhenov@gmail.com

Принцип дії електростатичного методу заснований на використанні електроємнісного перетворювача 4 в якості датчика (рис.1), де дві бокові пластини використовуються для збудження електричного поля в об'єкті контролю, а дві верхні - для реєстрації зворушень поля.

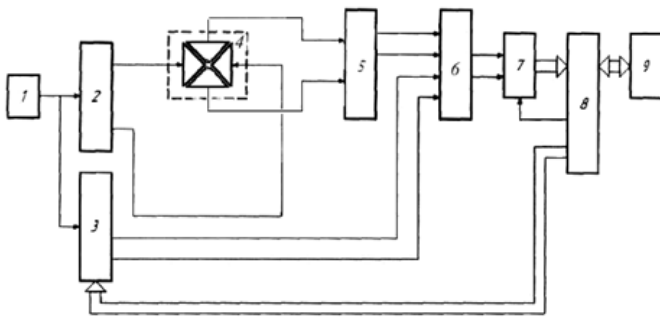


Рис.1 Функціональна схема електростатичного амплітудно-фазового способу неруйнівного контролю

Відомо, що безпосереднє вимірювання зміни ємності при скануванні об'єкта контролю є дуже складним завданням, яке вимагає значного часу для зрівноваження складних вимірювальних мостів, що в значній мірі обмежує використання цих методів для контролю.

Сучасний рівень електроніки дозволяє створювати цифрові вимірювачі комплексної передавальної характеристики електроємнісного перетворювача 4, тобто вимірювачі як змін амплітуди, так і фазового зсуву вимірюваного сигналу. Але побудова високоточних фазометрів, це також є дуже складна задача. Авторами доповіді запропонований амплітудно-фазовий спосіб електростатичного контролю [1], який дозволяє замість фазометра використовувати один синхронний помножувач 6, як нуль – індикатор збігу фаз вимірюваного та опорного сигналів. А відлік фазового зсуву вимірюваного сигналу стало можливим завдяки використанню мікросхем синтезаторів частоти 2, 3 (синхронізованих від одного синхрогенератора 1) з можливістю зміни початкової фази опорного сигналу сформованого синтезатором частоти 3, згідно коду зміни початкової фази, при якому на виході синхронного помножувача 6 буде нуль.

Ключові слова: електростатичний амплітудно-фазовий метод, синхронний помножувач, синтезатор частоти.

Література

1. Електростатичний одно каналний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю, Патент України на винахід №112917 МПК G01B7/00 від 10.11.2016 бюл. №21 . Баженов В.Г., Івіцька Д.К., Овчарук С.А., Грузін С.В.

УДК 621.317.37

ДВОФАЗНИЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛІВ СЕНСОРІВ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИХРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ

*Карпінський В.В., Куц Ю.В., Лисенко Ю.Ю., Редька М.О.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: j.lysenko@kpi.ua*

Отримання електричних інформаційних сигналів, безконтактність і висока продуктивність визначають широкі можливості автоматизації вихрострумowego неруйнівного контролю (ВСНК). Новий етап його розвитку характеризується створенням комплексів, в яких поєднано цей вид контролю з можливостями роботів-маніпуляторів.

Приклад подібної системи контролю типу ВД-41-П-р наведено в роботі [1]. Аналіз цього та інших подібних застосувань свідчить про те, що автоматизація процесів ВСНК забезпечує не тільки підвищення його продуктивності та вірогідності отримуваних результатів, але й дозволяє безпомилково дотримуватись вимог технології контролю, підвищити точність позиціонування сенсорів на об'єктах складної геометрії, забезпечує можливість адаптації та оперативного переналаштування комплексу до різних завдань контролю, що особливо важливо для умов серійного виробництва. Повторюваність контролю сприяє стабілізації частини впливаючих факторів (наприклад, зазору між сенсором та об'єктом контролю) та можливості статистичного опрацювання експериментальних даних у випадку багаторазових повторних вимірювань в точках поверхні виробу з незмінними координатами.

Розширені функціональні можливості таких діагностичних комплексів висувають підвищені вимоги до апаратно-програмних засобів ВСНК у їх складі. В доповіді розглянуто результати дослідження розробленої генераторної частини універсального засобу ВСНК з такими характеристиками: кількість каналів – 2; форма сигналу – задається програмним шляхом, частотний діапазон – 0,1...400 кГц; напруга сигналу збудження сенсора – ± 15 В; крок регулювання фазового зсуву між сигналами $\sim 0,1^\circ$.

Поєднання в єдиних діагностичних комплексах промислових роботів-маніпуляторів та засобів ВСНК, в яких реалізовані досягнення сучасних інформаційно-вимірювальних технологій та методів цифрового оброблення інформаційних сигналів, надає можливість досягнути нової якості контролю.

Ключові слова: вихрострумowego неруйнівний контроль, роботизована система, двофазний генератор.

Література

2. Шубочкин А. Е. Развитие методов и средств вихретокового и магнитного контроля металлопроката для оценки его остаточного ресурса / Дис. на стиск. уч. степени д. т. н. по спец. 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий. – М.: Науч.-исслед. ин-т интроскопии Московского науч.-произв. объединения "СПЕКТР". 2014 – 36 с.

УДК 535.8

СОВРЕМЕННАЯ ЛАЗЕРНАЯ ДАЛЬНОМЕТРИЯ

Муравьев А.В.

КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев, Украина

E-mail: stals98@ukr.net

Точность измерения расстояния всегда являлась актуальной метрологической проблемой, затрагивающей различные сферы жизнедеятельности человека: военный комплекс, авиакосмическую отрасль, геодезию, робототехнику, фототехнику и т.д. Развитие технологии лазерной дальнометрии началось в 1964 году с появлением импульсных твердотельных лазеров, однако в последнее время к приборам данного класса предъявляются все более высокие требования, что обусловлено их использованием в высокоточных системах позиционирования объектов.

Не так давно главными определяющими характеристиками лазерного дальномера являлись параметры оптической системы (относительное отверстие, коэффициент пропускания, точность фокусировки на приемнике излучения) и мощность входящего в конструкцию лазера. Основными проблемами дальнометрии считались: наличие неоднородности распределения показателя преломления в атмосфере, воздействие температуры, давления, влажности вдоль трассы, то есть внешние факторы, влияние которых, несомненно, сказывается на геометрической траектории и длительности хода лазерного луча.

На сегодняшний день решающую роль при решении этих проблем играет математическая обработка полученного с фотоприемника сигнала и стабилизация его характеристик. Например, современные лавинные фотодиоды при определенных условиях позволяют добиться коэффициента умножения $M > 1000$, что дает возможность регистрировать отдельные фотоны падающего излучения и, следовательно, упростить конструкцию объектива лазерного дальномера. Последнее значительно снизит себестоимость прибора, так как оптические материалы, применяемые в ближней инфракрасной (ИК) области спектра, представлены по большей части искусственными кристаллами, требующими значительных финансовых и временных затрат на их выращивание.

Современные лазерные дальномеры, как правило, работают в ближнем ИК диапазоне, что вызвано в первую очередь отсутствием малогабаритных высокочастотных импульсных лазеров в средней и дальней областях ИК спектра. Решение этой проблемы позволит данному классу приборов работать и в других спектральных диапазонах, где номенклатура оптических материалов гораздо шире, а также отсутствует фоновое солнечное излучение, концентрация которого на земной поверхности включает длины волн 0,29 – 2,5 мкм.

Ключевые слова: лазерный дальномер, измерение расстояния, обработка сигнала, лавинный фотодиод.

УДК 535.317

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСТЬ ЗОБРАЖЕННЯ ОПТИЧНИХ СИСТЕМ КОСМІЧНОГО БАЗУВАННЯ

Муравйов О. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: stals98@ukr.net

Оптична та оптико-електронна апаратура часто експлуатується в умовах космосу. До такої апаратури належать, наприклад, сканери для спостереження за поверхнею Землі, космічні телескопи, різноманітні оптико-електронні датчики, обладнання військового призначення. Умови роботи приладів у космосі суттєво відрізняються від звичайних умов, особливо якщо пристрої або їх елементи розташовані за межами термостабілізованого корпусу космічного апарата. Тут спостерігається значний перепад температур, відсутність атмосферного тиску, зміна показника заломлення навколишнього середовища. Вплив цих експлуатаційних факторів призводить до зміни основних конструктивних параметрів фокусувального вузла, а саме радіусів кривизни поверхонь, товщин та діаметрів компонентів, проміжків між окремими деталями. Це, в свою чергу, призводить до розфокусування оптичної системи, появи нових аберацій і, як наслідок, погіршення якості зображення. Крім того змінюються лінійні розміри оправ оптичних деталей, а також корпусних елементів несучої конструкції. Внаслідок цього взаємне розташування компонентів оптичної системи змінюється.

Метою цього дослідження є аналіз впливу експлуатаційних факторів на якість зображення типових діоптричних та катадіоптричних систем, які застосовуються в оптико-електронних приладах космічного базування і працюють, як у видимому, так і в інфрачервоному діапазонах довжин хвиль спектру. Для аналізу роботи в зазначених умовах оптичних систем використовувалась програма Zemax, а для механічних деталей – програма SolidWorks. Особлива увага при цьому була приділена використанню в конструкціях сучасних матеріалів з мінімальною температурною деформацією, до яких можна віднести плавлений кварц, ситали, оптичну кераміку, інвар, титан та його сплави.

На основі проведеного аналізу запропоновані методи пасивної оптичної атермалізації з застосуванням певних композицій матеріалів оптичних і механічних деталей, при яких спостерігається мінімальне температурне відхилення величини заднього фокального відрізка системи. У випадку, коли дія зовнішніх факторів є значною, для термостабілізації систем пропонується застосовувати активну атермалізацію з використанням термокомпенсаторів різних конструкцій. Останнє має місце, як правило, для оптико-електронних приладів, що працюють в інфрачервоному діапазоні спектра.

Ключові слова: терморозфокусування, термостабілізація, атермалізація.

УДК 621.643.03

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ТУБОПРОВОДА

*Тымчик Г.С., Подолян А.А.
КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев, Украина
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. Предлагаемая технология повышения прочности участка трубопровода заключается в следующем. На усиливаемом участке трубопровода устанавливаются технологические элементы муфты, которые после скрепления между собой известными способами, образуют вокруг трубы замкнутую оболочку с кольцевыми полостями для формирования торцевых уплотнителей. Далее герметизируются торцы муфты с помощью сплава (металла), обладающего более высокой температурой плавления (дополнительный сплав), чем сплав (металл), используемый для формирования подмуфтового слоя (основной сплав). Для герметизации торцов муфты проводится предварительный разогрев муфты в районе кольцевых полостей до температуры, превышающей температуру плавления дополнительного сплава, но не превышающей его температуру кипения. После этого полости заполняются расплавленным дополнительным сплавом, подаваемым под давлением. После заполнения кольцевых полостей, температура муфты снижается, в результате чего формируются герметичные торцевые уплотнители. Далее вся муфта прогревается до температуры, большей температуры плавления основного сплава, но меньшей температуры плавления дополнительного сплава, после чего подмуфтовое пространство заполняется основным расплавленным сплавом, подаваемым под заданным давлением.

Далее муфта остывает естественным путем или охлаждается принудительно. При относительно небольшой длине муфты и ограниченном времени проведения работ возможен прогрев всей муфты до температуры, превышающей температуру плавления дополнительного сплава, формирование торцевых уплотнителей с дельнейшим снижением температуры муфты и заполнении подмуфтового пространства основным сплавом, подаваемым под заданным давлением.

Предложена усовершенствованная технология повышения прочности участков действующего трубопровода с помощью паяно-сварных муфт. Основное внимание уделено разработке конструкций торцевых уплотнителей, обеспечивающих герметичность подмуфтового пространства во время формирования подмуфтового слоя.

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

УДК 621.391: 519.22

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ВІБРАЦІЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

¹⁾Юзефович Р.М., ^{1,2)}Яворський І.М., ¹⁾Дзерин О.Ю., ¹⁾Мацько І.Й.

¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, лабораторія вібродіагностики, Львів, Україна, ²⁾Технологічно-природничий університет, інститут телекомунікацій, Бидгощ, Польща
E-mail: roman.yuzefovych@gmail.com

Для розв’язання багатьох задач технічної діагностики ефективними є методи багатовимірною статистичного аналізу вібрацій на основі їх моделей у вигляді взаємозв’язаних періодично корельованих випадкових процесів (ПКВП). Такий підхід ґрунтується на моделях стаціонарних випадкових процесів, і полягає насамперед у тому, що вдається описати не тільки спектральний склад коливань, а й їх часову структуру. Взаємний статистичний аналіз переміщень, швидкостей та прискорень дає змогу дослідити й описати просторові властивості вібрацій, а отже, створити можливості для ефективного виявлення дефектів, їх локалізації та розділення.

Як підтверджують результати багатьох експериментальних досліджень на підприємствах України, використання спектральної густини потужності, яка є усередненою енергетичною характеристикою коливань, що лежить в основі стаціонарного підходу, не дозволяє проконтролювати зародження, розвиток і тип дефектів. Ефективними тут є методи ПКВП [1], при цьому за аналізом властивостей оцінок взаємоспектральних характеристик ПКВП можна визначити особливості кожного з дефектів, а отже, розділяти їх.

Використання теорії та методів спектрально-кореляційної теорії взаємопов’язаних ПКВП як математичної моделі двовимірних вібраційних сигналів дозволяє провести якісний і кількісний аналіз імовірнісних характеристик детермінованої та стохастичної складових вібраційних сигналів, записаних синхронно в різних точках механічної системи. Запропоновані та введені характеристики взаємопов’язаності сигналів, а саме інтегральна [2] та покомпонентна [3] функції когерентності дають можливість виявити дефекти на ранніх стадіях їх зародження, розділити та локалізувати їх, встановити типи.

Ключові слова: взаємозв’язані періодично корельовані випадкові процеси, інтегральна функція когерентності, покомпонентна функція когерентності.

Література

1. Яворський І. М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. – Львів : Фіз.-мех. ін-т НАН України, 2013. – 802 с.
2. Яворский И. М., Юзефович Р. М., Мацько И. Й., Закжевски З. Функция когерентности взаимосвязанных периодически нестационарных случайных процессов // Известия Вузов. Радиоэлектроника. – 2016. – Т. 59. – № 3. – С. 40–51.
3. Яворский И. М., Юзефович Р. М., Мацько И. Й., Закжевски З. Покомпонентная функция когерентности взаимосвязанных периодически нестационарных случайных процессов // Известия Вузов. Радиоэлектроника. – 2017. – Т. 60. – № 1. – С. 37–49.

УДК 621.19

СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ДВОМІРНИХ КООРДИНАТ ПОЛОЖЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА НА ОСНОВІ ДВОХ ОПТИЧНИХ КАМЕР З ПЗЗ-МАТРИЦЯМИ

Серій К.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: skn@bigmir.net

Просторове положення вимірювального перетворювача на площині, в межах просторового кута прийому світлового потоку точкового джерела з широкою діаграмою направленості, встановленого на корпусі вимірювального перетворювача дефектоскопу, як зазначалося раніше [1], можемо визначити за допомогою однієї цифрової відеокамери, встановленої в площині паралельній базовій. Та даний підхід має свої недоліки, що впливають на точність визначення просторових координат місцезнаходження вимірювального перетворювача.

З метою усунення операції визначення відстані до точкового джерела світла за результатом оцінки діаметру розмиття проекції цього джерела на поверхні ПЗЗ-матриці нами розглянута схема визначення координат на основі двох оптичних камер з ПЗЗ-матрицями, встановленими на кінцях бази вимірювань, що може становити, наприклад, 1 м [2]. Метою такої конфігурації системи є можливість встановлення кутів нахилу проекцій оптичного променя, що відтворює контрастне зображення точкового джерела на поверхні ПЗЗ-матриці.

Точність визначення координат розглянутою схемою залежить від дискретності ПЗЗ-ґратки та, відповідно, точності визначення координат центру розмиттої проекції світла точкового джерела. Координати точкового джерела світла визначаються через параметр проекції цього джерела на поверхні ПЗЗ-ґратки. Для випадку, коли поверхня об'єкту контролю складна і вісь вимірювального перетворювача може займати довільне кутове положення до цієї поверхні, розглянута схема визначення координат перетворювача за координатою точкового джерела світла на його корпусі приведе до великої похибки. Для такого випадку потрібно розробити іншу схему вимірювання, мова про яку піде в наступних роботах.

Ключові слова: ПЗЗ-матриці, точність, неруйнівний контроль.

Література:

1. Система визначення двомірних координат положення вимірювального перетворювача на основі однієї оптичної камери з ПЗЗ матрицею / Серій К.М. // Збірник доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції «Ефективні інструменти сучасних наук», 22-30 квітня 2016 р., м.Прага, Чехія .- 2016.- С.49-52.
2. Серій К.М. Визначення просторових координат перетворювача дефектоскопу у процесі контролю / К.М. Серій // Науково-технічний журнал Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Методи та прилади контролю якості. - Івано-Франківськ: 2009.- №22.- С.14-16.

УДК 621.314: 621.393.66

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ТА МЕТОДИ НЕСТАЦІОНАРНОГО АНАЛІЗУ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

¹⁾Юзефович Р.М., ¹⁾Дзерин О.Ю., ¹⁾Стецько І.Г., ^{1,2)}Яворський І.М.

¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, лабораторія
вібродіагностики, Львів, Україна, ²⁾Технологічно-природничий університет, інститут
телекомунікацій, Бидгощ, Польща
E-mail: roman.yuzefovych@gmail.com

Вібраційний сигнал є інформативним діагностичним інструментом, так як, на основі отриманої та обробленої інформації можна встановити технічний стан механізму, оптимізувати планування поточного і капітального ремонту, збільшити міжремонтний інтервал, зменшити витрати на закупівлю запчастин та матеріалів [1]. Тому проведення періодичної технічної діагностики є актуальною задачею.

Найбільш раціональними, можна вважати прилади вібраційного контролю з використанням трьохосових акселерометрів. Основна їх перевага над іншими в тому, що вони вимірюють вібрацію в трьох напрямках одночасно – осьовій, горизонтальній та вертикальній, мають незначні габарити та мінімальну кількість з'єднувальних кабелів. Зрозуміло, що стаціонарні прилади вібраційного контролю (системи) не вимагають критичних умов до споживаної потужності. На контрольованих об'єктах не завжди є можливість скористатися мережею змінного струму 220 В (крани, вугільні конвеєри, копри вугільних шахт, інфраструктура морських портів). Живлення вібродіагностичних приладів від акумуляторів ноутбука (нетбука) є оправданим, тим більше, що з використанням сучасної елементної бази можна створити системи діагностичного контролю із споживаним струмом $\leq 200\text{мА}$ (споживаний струм від акумулятора ноутбука через $US\hat{A}$ - порт не повинен перевищувати 500мА). Тому ємності батареї середнього класу достатньо, щоб відібрати та занести інформацію на постійний носій від багатьох точок досліджуваного об'єкту.

Нами розроблено інформаційно-вимірювальний пристрій, який є переносний, малогабаритний, живиться від акумулятора, містить набір (перелік) можливих алгоритмічно-програмних засобів на основі методів нестационарного аналізу періодично корельованих випадкових сигналів, що дають можливість з достатньою імовірністю встановити технічний стан механізму, виявити ті чи інші дефекти.

Ключові слова: періодично корельовані випадкові процеси, нестационарний аналіз, інформаційно-вимірювальний пристрій, акселерометр.

Література

1. Javors'kyj I., Kravets I., Matsko I., Yuzefovych R. Periodically correlated random processes: Application in early diagnostics of mechanical systems // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2016. – 53. – P. 25–40.

УДК 681.2.+ 621.3.082.1

ОЦЕНКА АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ

Олейник О.Ю., Тараненко Ю.К.

Государственное Высшее Учебное Заведение «Украинский химико-технологический университет, г. Днепр, Украина

E-mail: oleinik_o@ukr.net, taranen@rambler.ru

В работе выполнена оценка абсолютной погрешности разработанного виброчастотного измерительного преобразователя с цилиндрическим резонатором. Цилиндрический резонатор, изготовленный из листовой магнитной стали, термообработанный, с фланцами был жестко закреплён на массивном основании. Конструктивные характеристики: длина резонатора $L=32$ мм, срединный радиус $R=20$ мм, толщина стенки $h=0,1$ мм. Измеренные фазовые сдвиги на индуктивностях (15мГн) составляют для входной цепи $\Delta\varphi = 0,1^\circ$ для выходной цепи $\Delta\varphi = 0,9^\circ$. Резонансная частота не нагруженного резонатора заполненного воздухом внутри и снаружи по результатам измерений составила $f_p = 5869,25$ Гц. Коэффициент передачи обратной связи K задавался преогромно в долях от расчётного номинального $K_{ном}$ из следующего массива $M=[1,00 \ 0,75 \ 0,55 \ 0,15]$. Далее для той же измеренной частоты $f_p = 5869,25$ Гц и массива M задавалась характеристика нелинейности типа «насыщение». Абсолютная погрешность определялась как разность между частотой возбуждения и собственной частотой резонатора.

В эксперименте был использован запрограммированный средствами LabVIEW приборный интерфейс с заказным блоком сопряжения с ПК.

Таблица 1. Результаты определения абсолютной погрешности частоты Δf для и параметров электромагнитного возбудителя колебаний , индукционного приёмника колебаний для значения «сигнал/шум»=200.

M	1,00	0,75	0,55	0,15
$F_p=5868,25$ Гц	1,25	1,15	0,90	0,7
Нелинейность-				
$F_p=5868,25$ Гц	5,80	4,5	2,8	Срыв колебаний
Нелинейность- «насыщение»				

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в ненагруженном режиме погрешность системы для предложенной нелинейности значительно ниже.

Ключевые слова: частота, электромагнитный возбудитель колебаний, индукционный приёмник колебаний, цилиндрический резонатор, абсолютная погрешность.

УДК 004.89

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

*Галаган Р.М., Момот А.С.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: drew93@ukr.net*

На сучасному етапі розвитку методів та засобів неруйнівного контролю задач виявлення дефектів вирішені майже в повному обсязі. Проте споживача в першу чергу цікавить рівень небезпеки дефектів для конструкції та їх вплив на термін експлуатації. Тому актуальним завданням є визначення кількісних параметрів дефектів (дефектометрії) та їх класифікації. Такі задачі відносяться до класу обернених, і на даний час залишаються одними із найважчих для вирішення.

На сьогоднішній день відомі методи розробки математичних моделей, які можна застосовувати для часткового вирішення обернених задач неруйнівного контролю [1]. Дані моделі описуються складними нелінійними залежностями, які зазвичай не дають однозначного рішення, а також потребують значних обчислювальних витрат. Тому на практиці в задачах класифікації перспективним є перехід від визначення окремих кількісних характеристик дефектів до аналізу зображень фізичних полів, що створюються дефектом. Такий підхід дозволяє значно спростити та оптимізувати процес класифікації дефектів, а, отже, і вирішення обернених задач. Зокрема, для автоматизації розпізнавання дефектів та підвищення ефективності контролю пропонується застосовувати штучні нейронні мережі.

В задачах неруйнівного контролю, навчена нейронна мережа не тільки зможе розпізнавати та класифікувати отримані під час контролю дані, але і зберігати інформацію про закономірності і взаємозв'язки характеристик інформаційного сигналу і стану об'єкта контролю, а також правильно класифікувати інформаційні сигнали, що відповідають можливим дефектам, які не зустрічались під час навчання.

Нейромережа може бути ефективним інструментом теплової дефектометрії. Так, вхідними даними може служити сукупність піксельних значень з відповідних термограм, а вихід може бути виражений в глибинах залягання дефектів. Основним завданням для подальших досліджень є вибір архітектури, типу нейронної мережі та алгоритмів навчання, що будуть найбільш оптимальними для обробки дефектограм, отриманих за допомогою різних методів неруйнівного контролю.

Ключові слова: неруйнівний контроль, нейронні мережі, обернені задачі, класифікація дефектів

Література:

1. Повгородний В.О. Неразрушающий контроль – современная область приложения обратных задач / В.О. Повгородний // Якість технологій та освіти. - 2013. - № 4. - с.61-66.

УДК 620.179

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Богдан Г.А.

КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев, Украина

E-mail: bogdangalya@gmail.com

Актуальной задачей, на сегодняшний день, является задача по разработке оперативных систем контроля, которые позволяли бы производить оценку изменения физико-механических характеристик (ФМХ) в конструкционных материалах (КМ) на любой стадии изготовления с высокой точностью, а также оценивать эффективность выбранных технологических режимов.

На рис.1 представлена структурная схема разработанной оперативной системы диагностики изменения ФМХ КМ. В ее основу положен ультразвуковой метод прохождения. В качестве основного информационного параметра выбрана скорость распространения ультразвуковой волны в материале, так как она связана корреляционной или аналитической зависимостью с большинством ФМХ КМ. А это означает, что по полученным результатам измерения можно однозначно судить о характере изменения исследуемых ФМХ КМ в зависимости от вариаций технологических параметров режимов изготовления или исходного состава материала.

Структурная схема содержит: Γ_0 – высокостабильный генератор сигналов частоты дискретизации; ПП – блок фиксации ультразвуковых преобразователей

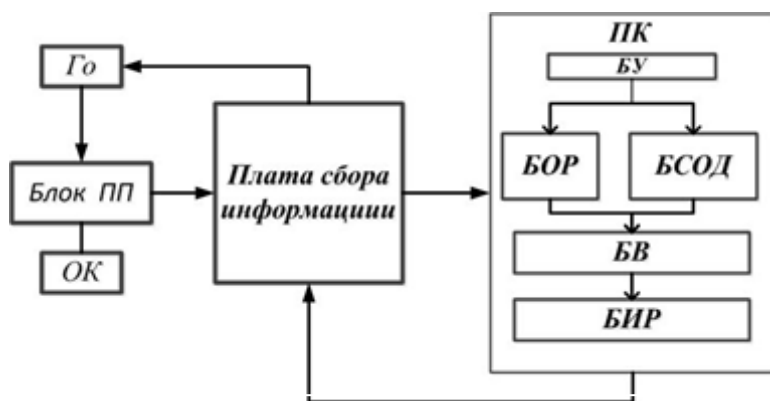


Рис. 1. Структурная схема системы диагностики физико-механических характеристик конструкционных материалов

на ОК; ПК – персональный компьютер.

В ПК программным образом реализован блок управления (БУ), который осуществляет управление работой всей системы, блока обработки результатов (БОР), блока статистической обработки данных (БСОД), блока

вычисления ФМХ (БВ) и блока индикации результатов (БИР).

Ключевые слова: ультразвук, неразрушающий контроль, конструкционные материалы.

УДК 620.179.14

ЦИФРОВІ ВИХРОСТРУМОВІ ДЕФЕКТОСКОПИ НА БАЗІ ПРОГРАМОВАНИХ СИНХРОННИХ ДЕМОДУЛЯТОРІВ

*Баженов В.Г., Гльойник К.А., Ходневич С.В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ, Україна
E-mail: vgbazhenov@gmail.com*

Відомо що чутливість вихрострумів дефектоскопів на базі синтезаторів частоти в значній мірі залежить від точності синхронних демодуляторів. Поява на ринку мікроелектроніки програмованих синхронних демодуляторів відкриває нові можливості по розробці нових структур цифрових вихрострумів дефектоскопів з підвищеними чутливістю і функціональними можливостями з малими габаритами без використання DSP процесорів.

Авторами запропонована функціональна схема такого цифрового багатофункціонального вихрострумів дефектоскопа на базі програмованого синхронного демодулятора ADA 2200 фірми Analog Devices (див. рис.1)

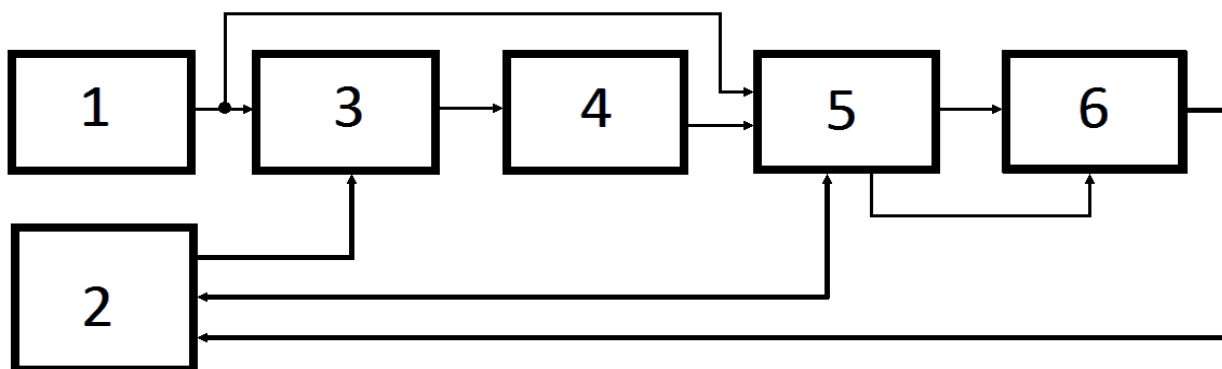


Рис.1 Функціональна схема цифрового вихрострумів дефектоскопа на базі програмованого синхронного демодулятора

Дефектоскоп містить послідовно з'єднані генератор опорних імпульсів 1 та синтезатор з програмною зміною частоти і фази 3, вихрострумів перетворювач 4, програмований синхронний демодулятор 5, інформаційний вхід якого з'єднаний з виходом вихрострумів перетворювача 4, а другий опорний (імпульсний) вхід програмованого синхронного демодулятора 5 з'єднаний з виходом генератора опорних імпульсів 1, з аналоговим виходом програмованого синхронного демодулятора 5 з'єднаний вхід аналого-цифрового перетворювача 6, а його цифрові виходи підключено до мікроконтролеру 2, виходи якого підключено до програмних входів синтезатора частоти 3 та програмованого синхронного демодулятора 5, вхід запуску аналого-цифрового перетворювача 6 підключено до синхро-виходу програмованого синхронного демодулятора 5.

Ключеві слова: Цифровий вихрострумів дефектоскоп, програмований синхронний демодулятор, мікроконтролер, синтезатор частоти.

УДК 681.884

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛА АКУСТИЧНОЇ УДАРНОЇ ХВИЛІ

Баженов В.Г., Шиндерук Т.Д.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ, Україна
E-mail: vgbazhenov@gmail.com, deskeyn@live.com

Своєчасне виявлення загроз завжди є пріоритетним і актуальним завданням, оскільки дозволяє їх попередити. Одним з типів таких загроз є вогнестрільні постріли. При вогнестрільному пострілі утворюються два типи акустичних хвиль: вибухова – від вибуху порохових газів, ударна – від снаряду, який рухається з надзвуковою швидкістю (рис. 1).

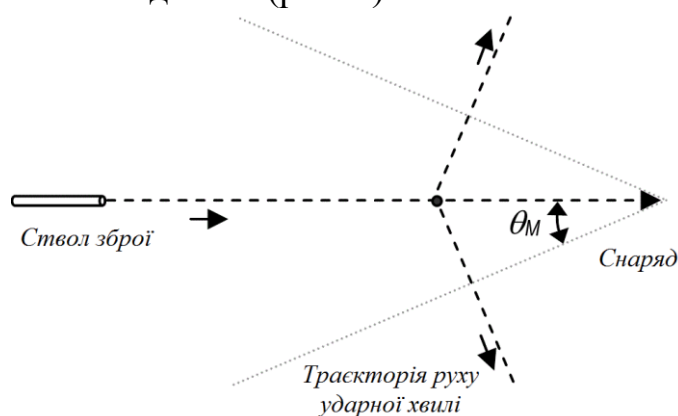


Рис. 1. Ударна хвиля розширюється як конус за снарядом.

Були проаналізовані аудіозаписи пострілів, зроблені за допомогою розробленої апаратури. Апаратура являє собою приставку до комп'ютера з підключеними до неї 2 мікрофонами, які розташовані на відомій відстані, і має наступні характеристики: максимальна частота дискретизації – 100 МГц, розрядність АЦП – 14.

Для аналізу були використані кореляційні методи дослідження. Була досліджена автокореляційна функція сигналу пострілу в програмному середовищі Matlab, яка підтвердила високі потенційні можливості методу як для визначення місцезнаходження джерела пострілу, так і для визначення типу снаряду. В розрахунках була використана формула для ударної хвилі:

$$T \approx 1,82 \left(\frac{d}{c} \right) \left(\frac{Mx}{l} \right)^{\frac{1}{4}}$$

де d – діаметр снаряду, l – довжина снаряду, c – швидкість звуку, M - число Маха, а x – відстань між траєкторією снаряду і найближчим мікрофоном в точці найбільшого зближення.

Ключові слова: кореляційний метод, ударна хвиля, постріл.

Література:

1. Robert C. Maher “Modeling and signal processing of acoustic gunshot recordings,” Proc. IEEE Signal Processing Society 12th DSP Workshop, Jackson Lake, WY, pp. 257-261, September, 2006.

Секція 7. НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ,

105

ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

УДК 621.336.2

ЗАСТОСУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРІВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРИВОЛІНІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ

Павленко Ж.О., Рожанська І.В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: psnk@kpi.ua

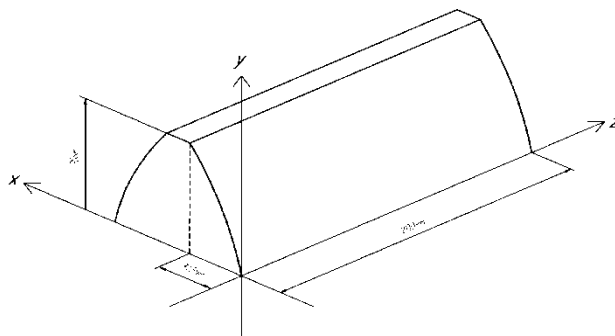
Значна частина виробів має складну форму і їх контрольовані поверхні криволінійні. Автоматизація процесу контролю і, зокрема, застосування в системах неруйнівного контролю (НК) програмованих маніпуляторів, призводить до зменшення суб'єктивних похибок і покращення якості контролю. При застосуванні маніпуляторів в якості утримувачів первинного перетворювача (ПП), необхідно мати можливість програмовано керувати рухом їх ланок для якісного повторення криволінійності контрольованих поверхонь. Головним критерієм можливості цього керування є створення математичного опису контрольованої криволінійної поверхні об'єкта контролю

Показана можливість реалізації автоматизованого НК із застосуванням трьохступеневого маніпулятора для об'єкта складної геометричної форми, а саме евольвентного зубчастого колеса великих розмірів. Маючи математичний опис складної криволінійної поверхні зубця, можна, згідно створеного алгоритму керування кожним ступенем вільності, спільного алгоритму керування маніпулятором, кількості кроків осьових двигунів, здійснювати процедуру контролю. Створено кінематичну схему трьохступеневого маніпулятора, реалізовану на серійних крокових двигунах і механізмах «гвинт-гайка». Розраховано траєкторію руху маніпулятора шляхом розкладання на прості рухи вздовж відповідних осей, пов'язаних з геометрією зубця: математично - якщо радіус кривизни самої евольвенти при її побудові в будь-якій точці y на профілі зубця $r_y = r_b(\operatorname{inv}\alpha_y + \alpha_y)$, де $(\operatorname{inv}\alpha_y + \alpha_y)$ – кут розгорнення евольвенти, отримуємо формули для отримання координат переміщення ПП по осях:

$$x = \frac{r_b \cdot \sin(\operatorname{inv}(\alpha_y))}{\cos(\alpha_y)}$$

$$y = \frac{r_b \cdot \cos(\operatorname{inv}(\alpha_y))}{\cos(\alpha_y)}$$

$$z = b$$



r_b - радіус основної окружності колеса; b - ширина зубчастого вінця;

Написано алгоритм необхідних покрокових переміщень ПП для проведення контролю. Показано один із шляхів оцінювання точності просторового

позиціонування маніпулятора методом матриць.

Ключові слова: маніпулятор, зубчасте колесо, контроль, первинний перетворювач, крокові переміщення.

УДК 621.311.001.57(063)

РІШЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

*Закладний О.О.,; Прокопенко В.В., Кульбачний П.В.,; Гребенюк Т.В.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: zakladny@gmail.com, progrek@gmail.com, orionk@ukr.net,
t.hrebeniuk07@gmail.com*

Останнім часом отримали розвиток методи діагностування стану електромеханічних систем (ЕМС), засновані на моніторингу споживаного струму з виконанням спеціального спектрального аналізу отриманого сигналу, що дозволяє з високою достовірністю визначати технічний стан елементів ЕМС. Принцип методу полягає в тому, що будь-які збурення в роботі механічної і електричної частин двигуна та пов'язаного з ним механізму призводять до змін магнітного потоку в зазорі електричної машини, а отже - до слабкої модуляції споживаного струму. Поява у спектрі струму характерних частот певної величини свідчить про наявність пошкоджень електричної або механічної частин ЕМС. Проведення моніторингу струму ЕМС, на відміну від вібродіагностики, може бути виконане безпосередньо на клемній коробці двигуна без будь-якого порушення режиму його роботи.

Для спектрально-струмового аналізу реєстрація струму і напруги виконується протягом часу кратного періоду основної частоти, необхідного для виконання спектрального аналізу, на частотах до 10 кГц. Вимірювання виконується декілька раз на частотах 0,01...0,1 Гц. Сигнали пропускаються крізь фільтр нижніх частот з частотою зрізу вищою від найбільшої частоти корисного сигналу, що необхідно для недопущення завад.

Аналоговий сигнал подається на АЦП, де він перетворюється на цифровий і подається на ПК. За допомогою моделі спектрально-струмового аналізу формуються спектри векторів Парка струму і напруги. В результаті аналізування модулів векторів Парка струму і напруги виявляються лінії відсутні в спектрі напруги, але наявні в спектрі струму. Невідповідність вказаних спектрів свідчить про наявність ушкоджень в двигуні.

Вимірювання струмів і напруг та їх аналіз виконуються з деякою періодичністю відповідно до режиму роботи двигуна, його графіка електричних навантажень і коригуються прогностичною моделлю в залежності від його технічного стану. Результати вимірювань і аналізу заносяться в базу даних, за якою контролюється розвиток ушкоджень у часі, і визначається остаточний

ресурс двигуна. В результаті створення і регулярного поповнення бази даних вимірювань і результатів їх аналізу, можливо простежити динаміку фактичного розвитку ушкоджень і прогнозувати їх подальший розвиток. Моніторинг напруги дозволяє уточнювати прогноз розвитку ушкоджень, зумовлених якістю напруги живлення.

Ключові слова: технічний стан, спектрально-струмовий аналіз.

УДК 621.336.2

МОЖЛИВІСТЬ СТВОРЕННЯ РЕАБІЛІАЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПАСИВНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА

*Павленко Ж.О., Погребенко Д.М.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: psnk@kpi.ua*

Реабілітація іммобілізованого гомілковостопного суглоба є дуже важливою задачею. В даній роботі було проведено огляд існуючих пристроїв для реабілітації, а також розглянуто можливість створення механічного модуля для примусового відтворення руху стопи і можливість одночасного використання акупунктури для стимуляції біологічно активних точок. Оскільки передбачається, що даний пристрій буде використовуватися для іммобілізованих кінцівок, було проведено вибір рушійного пристрою – крокового двигуна і його блоку керування. Також розраховано залежність кількості кроків від кута повороту, враховуючи, що кут згинання/розгинання стопи залежить від методики та етапу реабілітації. Новизна запропонованого

варіанту реалізації відрізняється від уже існуючих реабілітаційних пристроїв тим, що в ньому поєднується механічний модуль з голкорексфлексотерапією для прискорення терміну реабілітації.

Пристрій (Рис.1) складається з модуля з платформою-підстопником з програмно-керованим електроприводом, пристрою керування ним, блоком обробки інформації (контроль сили прижиму до голкової поверхні, часу контакту).

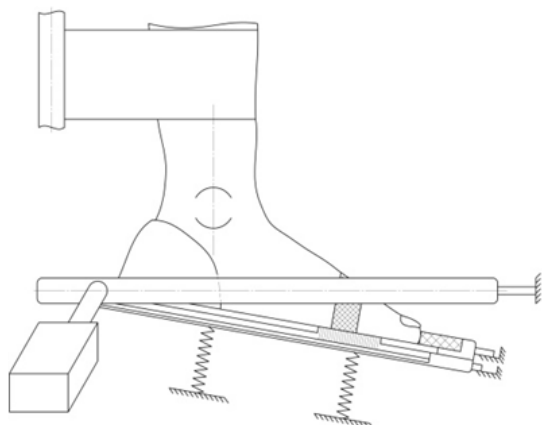


Рис. 1

Пристрій дозволяє забезпечити можливість фіксації стопи на час процедури і здійснювати примусовий рух суглоба. Модуль повинен мати регульований кут переміщення підстопника згідно методики лікування. Конструкція має

відповідні упори та вузли підпружинювання для забезпечення стійкого контакту з голковою поверхнею відповідної конфігурації.

Ключові слова: реабілітація суглоба, контроль, маніпулятор, кроковий двигун, електропривід.

УДК 621

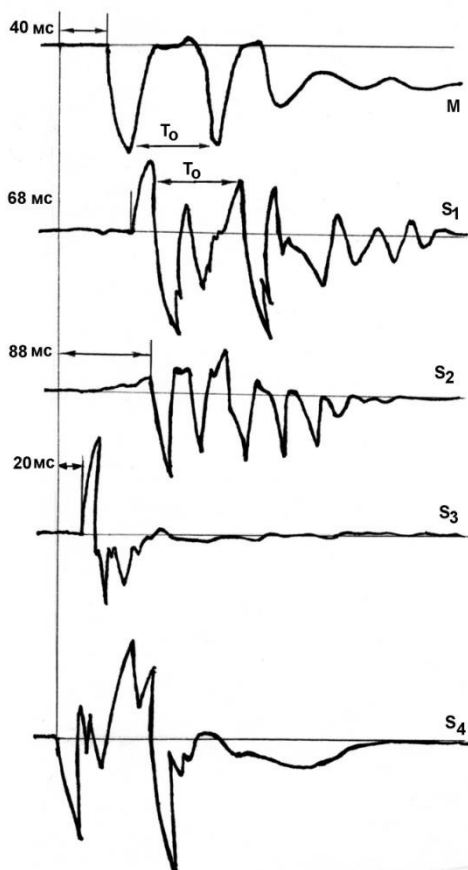
ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ ВИБРАЦИЙ КОРПУСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛИНИИ ПРИВОДА ПРОКАТНОЙ КЛЕТИ

Баглай А.В.

ДП «ДИАМЕХ-УКРАИНА», г. Харьков, Украина

E-mail: baglay@diamech.com.ua

Приведены результаты измерений виброперемещения в нескольких точках вдоль линии привода, во многом типичные для листопрокатных станков (рисунок). Первым на удар откликается сигнал S_4 виброперемещения подушки опорного вала, находящегося в станине рабочей клетки.



Начало отклика следующих датчиков происходит с увеличивающимся запаздыванием по отношению к сигналу S_4 . Анализ измерений показывает, что как правило, чем дальше от места приложения внешней нагрузки расположен датчик, тем больше время запаздывания. При этом существенный вклад в τ_i может вносить шпиндельный участок. Чем больше износ бронзовых вкладышей, тем больше угловой зазор и тем больше необходимо время для замыкания зазора. При новых вкладышах по данным измерений получили следующие наименьшие средние значения (мс): $\tau_3 = 7$, $\tau_2 = 10$, $\tau_1 = 17$, $\tau_m = 19$. Наибольшие значения τ_i получили перед заменой шпинделей по причине износа вкладышей (мс): $\tau_3 = 20$, $\tau_2 = 22$, $\tau_1 = 27$, $\tau_m = 30$. Как видим, отличие в τ_i составляет в 2 раза, что позволяет принять этот параметр в качестве диагностического признака, связанного с состоянием оборудования. Первые значения τ_i предлагается

принять в качестве базовых, с которыми сравниваются τ_i , полученные при проведении последующих периодических измерений.

Использование данных виброизмерений в переходных режимах работы позволяет определять техническое состояние узлов линии привода в части

износа и зазоров в подшипниковых опорах редуктора и шестеренной клетки, зубчатых зацеплениях и универсальных шпинделях. Сочетание анализа виброизмерений в переходных режимах захвата полосы валками и при установившемся процессе прокатки с учетом холостого хода позволяет осуществлять более полные и глубокие диагностические исследования.

Ключевые слова: диагностика, виброизмерения, прокат.

УДК 536.5:536.6

МОНІТОРИНГ СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Сергієнко Р.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна

E-mail: serhiienko@nas.gov.ua

Сьогодні на потреби опалення витрачається понад 40 % усіх паливо-енергетичних ресурсів країни, тому енергозбереження стало однією з найважливіших задач економіки. У будівельній галузі дану проблему вирішують шляхом покращення теплозахисних якостей будівель і постійного контролю відповідності фактичних значень теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій (ОК) встановленим нормам.

Найбільш точні результати отримують при теплотехнічному обстеженні з допомогою контактних вимірювань густини теплового потоку через ОК, температур повітря і поверхонь з обох боків ОК з наступним обчисленням теплового опору, опору теплопередачі однорідної зони ОК, а також приведенного опору теплопередачі конструкції. Отримане значення приведенного опору теплопередаванню крізь ОК застосовують при обчисленні показників, які потрібні для оформлення вкладишу до енергетичного паспорту будівлі.

Перед початком контактних вимірювань відповідно до уточненої схеми встановлюють сенсори теплового потоку та температури. Сигнали сенсорів реєструють безпосередньо через встановлений інтервал часу протягом декількох повних діб. Для цього застосовують автоматизовані засоби вимірювання і реєстрації даних, наприклад, комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні комплекси, які проводять запис інформації у формі, зручній для подальшого комп'ютерного опрацювання за допомогою спеціалізованих програм або універсальних програмних пакетів. В ІТТФ розроблено і створено вимірювальні комплекси типу «РЕСУРС», зокрема його остання модифікація «РЕСУРС-88» для тривалого і безперервного вимірювання густини теплового потоку і температури одночасно в багатьох точках досліджуваної поверхні. Основні складові комплексу: багатоканальні електронні вимірювальні пристрої, набір первинних перетворювачів і вимірювальних пристроїв та ноутбук.

Комбінований метод обстеження ОК поєднує в собі дистанційний якісний аналіз температурних полів зовнішніх ОК та інструментальне визначення

теплотехнічних показників навколишнього середовища (температури, вологості, тиску та швидкості руху повітря біля поверхонь ОК) з кількісними контактними вимірюваннями значень поверхневої густини теплового потоку та температури обстежуваної поверхні і повітря поблизу них в представницьких зонах. Теплотехнічні характеристики теплоізоляційної оболонки будівель визначають за наявності значного температурного перепаду (не менше 15 К).

Розроблена комп'ютеризована вимірювальна система і комбінована методика дослідження ОК будівель успішно пройшли апробацію в натурних умовах, зокрема «РЕСУРС-88» впроваджено на ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій».

Ключові слова: вимірювальний комплекс, густина теплового потоку.

УДК 004.93'12

ІНФОРМАТИВНІ ПАРАМЕТРИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ КОЛІСНИХ ПАР

¹⁾Суслов Є.Ф., ²⁾Ноженко О.С., ³⁾Мостович А.В.

¹⁾КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна ²⁾Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Україна, Северодонецьк, ³⁾«Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» Міністерства інфраструктури України, Київ.

E-mail: suslovef@gmail.com nozhenko.olena@gmail.com mostovich1520mm@gmail.com

З підвищення швидкості руху поїздів зростають вимоги до повноти оцінки технічного стану колії та рухомого складу. Одним із компонентів рухомого складу, що вимагають постійного моніторингу є колісні пари. У ході експлуатації порушується геометричні характеристики поверхні кочення, що в свою чергу призводить до пришвидшеного знос рейок, погіршення характеристик плавності ходу та збільшення імовірності аварій.

Для виявлення подібних дефектів використовуються системи які базуються на визначенні сили впливу рухомого складу на рейки, що здійснюється за допомогою тензометричних перетворювачів або акселерометрів. Важливою задачею при конструюванні подібних систем є вибір інформативних параметрів, що є чутливими до пошкоджень поверхні кочення колісної пари. На рисунку 1 наведено графіки напруг отримані від тензометричних перетворювачів при проходженні колісної пари.

Для виявлення спотворення сигналу характерного для даного типу дефекту, пропонується використовувати метрику засновану на визначенні енергії спектру в області високих частот:

$$E = \sum_{i=k}^N a_i^2,$$

де N – кількість складових спектрального розкладу, вибраних для інтегрування, k – номер коефіцієнту розкладу з якого починається інтегрування, a – значення коефіцієнту спектрального розкладу.

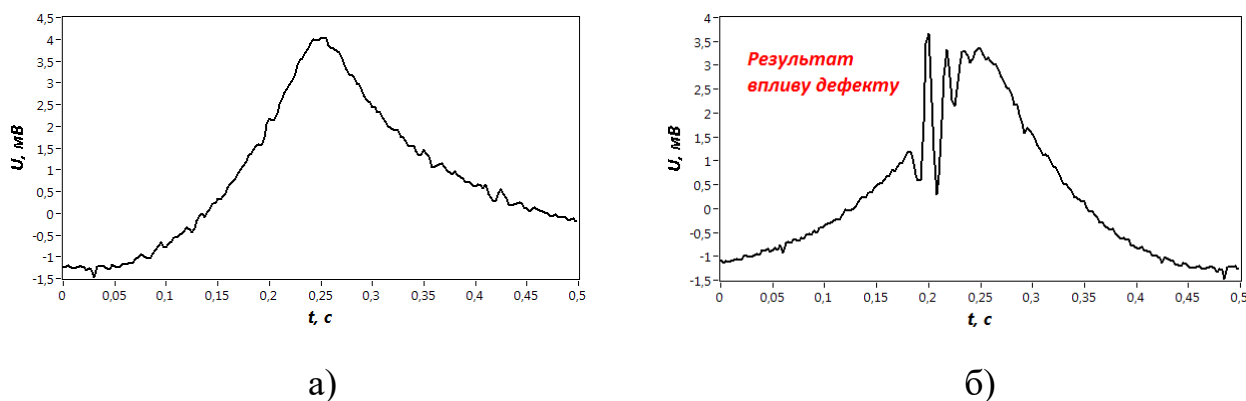


Рис. 1 Графіки напруг на виході тензометричного перетворювача при проходженні над ним колісної пари без дефекту – а) та з дефектом типу повзун – б)

Оскільки вплив даного дефекту проявляється у вигляді високочастотного коливання накладеного на порівняно низькочастотний сигнал від проходження колеса над перетворювачем, збільшення значення параметра E може слугувати ознакою наявності пошкодження колісної пари

Ключові слова: колісна пара, дефект, «повзун», спектр.

УДК 621.182-7

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМАХ ДІАГНОСТИКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Свердлова А. Д.

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

E-mail: science.sverdlova@gmail.com

Сучасний стан теплотехнічного обладнання в країнах пострадянського простору характеризується значним терміном експлуатації і низькою ефективністю. В Україні близько 11 тисяч котлів потужністю від 0,1 Гкал/год до 1 Гкал/год знаходяться в експлуатації більше 20 років, понад 6000 котельних установок функціонують з ККД близько 70%. Така ситуація призводить до частих неполадок та пошкоджень вузлів і елементів систем теплопостачання.

Технічний стан об'єктів теплоенергетики свідчить про необхідність забезпечення експлуатаційної надійності, довговічності і безпеки теплоенергетичного обладнання, що пов'язано з організацією достовірного контролю роботи енергоустановок та із забезпеченням оптимальних умов їх експлуатації [1].

Висновки про стан об'єкта складає людина і є ймовірність що вона неправильно інтерпретує діагностичні дані, це може призвести до поломки або більш серйозних наслідків. Щоб максимально мінімізувати цей фактор необхідно впроваджувати машинне навчання у діагностичні системи.

Машинне навчання автоматизує обробку даних, безперервно здійснює моніторинг нових даних і взаємодіє з користувачем з метою впорядкування даних і результатів на основі вивчених пріоритетів. Машинне навчання може дозволити контролювати дані, що надходять від парку обладнання, і на основі навчання виявляти як нормальні, так і аномальні стани. Нерідко ці стани є унікальними для кожного елемента обладнання і для кожної ситуації його застосування, включаючи навколишнє середовище і виробничі процеси. Машинне навчання допомагає зрозуміти ці відмінності і налаштувати систему на моніторинг унікального стану кожного активу.

Слід враховувати машинне навчання при проектуванні приладів. Для спрощення концепції пристрою можна проводити машинне навчання в «хмарному середовищі», але для цього необхідно забезпечити: систему збору даних в реальному часі, потокову передачу даних, зберігання даних, захист даних, наприклад, шляхом шифрування, управління доступом, виявлення вторгнень.

Ключові слова: система діагностування, теплотехнічне обладнання, розумні мережі, машинне навчання.

Література

1. В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Берегун та ін., Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії: Монографія, Київ: Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016, с. 352.

УДК 621.78

ПРОТОТИП ТЕПЛОВІЗОРА З МЕХАНІЧНОЮ РОЗГОРТКОЮ НА ОСНОВІ ARDUINO

¹⁾Донченко А.А., ²⁾ Суслов Є.Ф.

¹⁾Національний Авіаційний Університет, м. Київ, Україна, ²⁾КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: tolyan13@ukr.net, suslovef@gmail.com

Тепловізор — оптико-електронний прилад для візуалізації температурного поля та вимірювання температури. Тепловізори поділяють за принципом дії на сканувальні та з багатоелементним приймачем випромінювання. Мобільні тепловізори використовуються в різних сферах, наприклад, в ЖКГ, де важливо визначити місце розриву теплотраси або лінії з електричними передачами. Тепловізори широко застосовуються в енергоаудиті.

Сучасний тепловізор складається з: об'єктиву, тепловізійної матриці та електронного блоку обробки сигналу, однак необхідність використання

оптичної системи із використанням германію та специфічної матриці призводять до значної ціни готового пристрою.

Значно зменшити ціну пристрою можна за рахунок використання механічної розгортки термозображення.

Прототип механічного скануючого тепловізора можна зібрати за допомогою Arduino. Arduino - це платформа з відкритим вихідним кодом, створена для швидкої і легкої розробки електронних пристроїв.

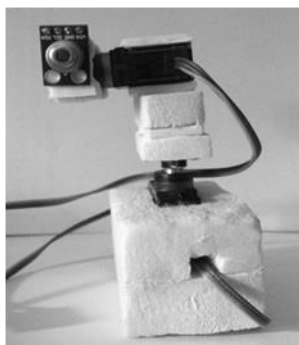


Рис.1. Тепловізор з механічною розгорткою

Для побудови пристрою достатньо декількох елементів: плата Arduino, інфрачервоний пірометр та два серводвигуни.

Тепловізор займає досить важливу роль в неруйнівному контролі головною перевагою тепловізора із механічною розгорткою на Arduino, є його дешевизна у порівнянні з серійними пристроями. Такий тепловізор може знайти своє застосування в сферах, де не потрібна висока точність, але потрібна простота і дешевизна. На рис.1. показано одну

з можливих реалізацій тепловізора на платформі Arduino

Ключові слова: тепловізор, енергоаудит, інфрачервоний термометр.

УДК 621.317.37

ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЕФЕКТІВ В ІМПУЛЬСНОМУ ВИХРОСТРУМОВОМУ КОНТРОЛІ

*Куц Ю.В., Лисенко Ю.Ю., Дугін О.Л.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна
E-mail: j.lysenko@kpi.ua*

Одним з актуальних напрямів розвитку вихрострумої дефектоскопії є використання імпульсного режиму роботи вихрострумowego перетворювача (ВСП) [1]. Інформативні параметри контролю отримують з аналізу амплітудно-часових і частотних характеристик сигналів ВСП.

Метою доповіді є дослідження роботи розробленого макета [2] системи вихрострумої дефектоскопії та удосконалення методики опрацювання сигналів ВСП, яка ґрунтується на аналізі цих сигналів в часовій області на основі дискретного перетворення Гільберта. Система перевірялась на контрольному зразку у вигляді алюмінієвої пластини з тріщинами глибиною від 0.1 до 3 мм і розкриттям 1мм.

Сканування пластини виконувалось з кроком 1 мм. Розподіл пікових значень амплітуди $A(x)$, та частоти власних коливань $f(x)$ сигналу ВСП в околі координати $x = 14$ мм тріщини глибиною $h = 3$ мм проілюстровано на рис. 1а та 1б. В околі

тріщини спостерігається зміна розподілу параметрів сигналу: зменшення значень $f(x)$ біля тріщини та збільшення безпосередньо над нею, а для амплітуд - навпаки.

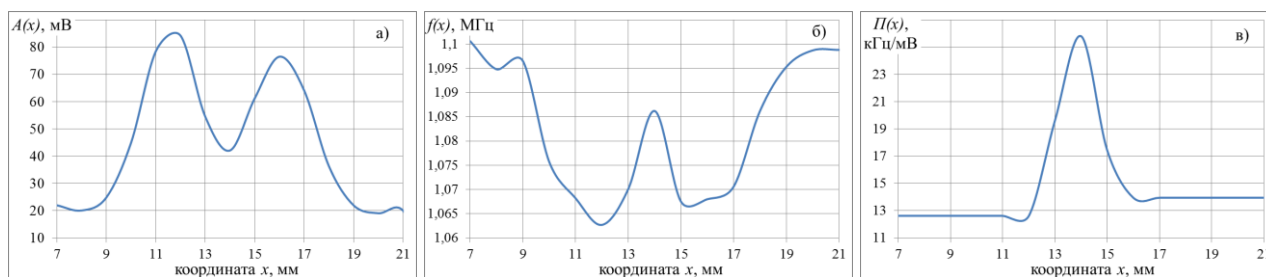


Рис. 1. Залежності $A(x)$, $f(x)$ та $P(x)$

Для підвищення точності локалізації місця розташування дефекта і підвищення вірогідності виявлення тріщини запропоновано виконувати віконне опрацювання сигналів в сукупності з визначенням розмірної характеристики: $P(x) = f(x)/A(x)$ (Гц/мВ) (рис. 1в). Використання сукупності залежностей параметрів сигналів ВСП $A(x)$ та $f(x)$ дозволяє підвищити точність визначення тріщини та може застосовуватись у вихрострумових системах моніторингу технічного стану ОК.

Ключові слова: імпульсна вихрострумова дефектоскопія, тріщина, дискретне перетворення Гільберта, частота, амплітуда.

Література

1. Лисенко Ю. Ю. Застосування накладних перетворювачів в імпульсному вихрострумовому контролі / Лисенко Ю.Ю., Куц Ю.В., Протасов А.Г., Дугін О.Л. // Вісник НТУУ «КПІ». Приладобудування. – 2016. – Вип. 51. – С. 58–63.
2. Лисенко Ю. Ю. Застосування імпульсної вихрострумової дефектоскопії для моніторингу технічного стану великогабаритних об'єктів / Лисенко Ю. Ю., Куц Ю. В., Дугін О.Л. // Зб. матеріалів 8-ї Нац. наук.-техн. конф. ["Ukr NDT-2016"]. – Київ: УТ НКТД, 2016. – С. 174-178.

УДК 004.896

СИСТЕМА АКУСТИЧНОГО ПОЗИЦІЮВАННЯ

Сулов Є.Ф., Горпиніч Д.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: gorpdm177@gmail.com

Нині актуальною стає проблема орієнтування усередині приміщень, а також надання відвідувачам послуг, заснованих на визначенні їх місцезнаходження. Для вирішення даної задачі використовують методи визначення дальності на основі інфрачервоного випромінювання, методи побудову траєкторій шляхом обр оброки даних від акселерометрів в мобільних телефонах, оцінку потужності сигналу інтерфейсів WI-FI. Також широко застосовується дальнометрія на основі акустичних методів. Акустичне позиціонування виділяється порівняно високою точністю(похибка до десятків сантиметрів) при відносній простоті реалізації для якої підходять навіть звичайні мікрофони і динаміки.

Для створення прототипу системи позиціонування потрібні декілька мікрофонів і джерело акустичних сигналів. Принцип роботи наступний: формується звуковий сигнал що має форму радіоімпульса із несучою, частота якої змінюється за лінійним законом (лінійна частотна модуляція), після чого система з декількох мікрофонів сприймає випромінений сигнал; далі на основі визначення інтервалу часу між моментом випромінення сигналу до його надходження до кожного із мікрофонів визначається дальність до джерела випромінювання:

$$x = \frac{r_1^2 - r_2^2 - i^2}{2 \cdot i}; y = \frac{r_1^2 - r_3^2 - j^2}{2 \cdot j}; z = \pm \sqrt{r_1^2 - x^2 - y^2};$$

де r_1, r_2, r_3 - відстані від об'єкта до приймачів; x, y, z - координати об'єкта; i, j - зміщення приймачів відносно базового.

Програмна обробка може бути здійснена на LabVIEW. Додатковою перевагою вибраного середовища розробки є його легка інтеграція з апаратним забезпеченням – LabView має інструменти для отримання даних від звукової карти персонального комп'ютера, яка може бути використана для генерування та отримання сигналів, що використовуються для визначення положення. Все це, дозволяє перетворити ПК у повноцінну платформу для відлагодження алгоритму обробки сигналу, та створення повноцінного прототипу системи позиціонування без використання додаткового обладнання.

Ключові слова: акустичне позиціонування, LabVIEW.

УДК 621.314:621.391

УЗАГАЛЬНЕНА МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ ВИРОБІВ ІЗ КОМПОЗИТІВ

Єременко В.С.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

E-mail: nau_307@ukr.net

В сучасних умовах виробництва і експлуатації виробів з композиційних матеріалів, їх широке розповсюдженням в машинобудуванні, авіакосмічній галузі, на транспорті обумовлює актуальність визначення їх фізичного стану, особливо в умовах експлуатації, для забезпечення безаварійної роботи та уникнення можливості виникнення катастроф. Однак, на даний час не існує єдиної відпрацьованої універсальної системи засобів та методів, які б дозволили вирішувати усі поставлені задачі діагностики стану виробів з композитів з високою достовірністю. Лишаються недостатньо розробленими теоретичні та методологічні основи проектування і практичного використання комп'ютеризованих систем діагностики.

В докладі запропонована узагальнена структура методології побудови діагностичних систем, яка дозволяє сформулювати основні перспективні напрямки,

які визначають розвиток таких систем та сформулювати основні завдання, що вирішуються при їх проектуванні. Методологія базується на трьох основних напрямках – це розвиток теоретичного забезпечення, розвиток інформаційного забезпечення та розвиток апаратно-програмного забезпечення. Кожний з цих напрямків передбачає вирішення конкретних задач діагностування, що визначаються характеристиками досліджуваних композиційних матеріалів, застосованими фізичними методами діагностики, характеристиками і типам дефектів. Ці задачі обумовлюють структуру апаратних засобів, що використовуються в системі та її програмно-алгоритмічного забезпечення.

В кожному конкретному випадку загальне формулювання задачі діагностування виробів із композитів набуває чіткого фізичного змісту і відображає наступне: предметну область процесу досліджень, його специфіку і характерні особливості; мету, об'єкт, предмет і завдання досліджень; фізичні та математичні моделі досліджуваних об'єктів та інформаційних полів; методи, способи, дії та операції вирішення поставлених завдань діагностування; апріорне і апостеріорне інформаційне забезпечення вирішення завдань; бази даних результатів опрацювання даних випробувань, експлуатації апаратних і програмних засобів систем; оцінки результатів досліджень, прийняття рішення про досягнення мети дослідження і формування вихідної інформації.

Можна констатувати, що створення таких комп'ютеризованих систем діагностування дає можливість: використати принципи побудови нового класу систем, запропонувати алгоритми опрацювання інформації з урахуванням випадкового характеру сигналів, розробити сучасний апаратно-програмний інструментарій для проведення досліджень характеристик і параметрів виробів із композитів; автоматизувати процес діагностування, зокрема прийняття рішень про стан виробу.

Ключові слова: діагностика, композитні матеріали, комп'ютеризовані системи, методологія діагностичних систем, автоматизація.