

СЕКЦІЯ 7
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА
ДІАГНОСТИКА

УДК 534.213-8

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ХВИЛЬОВИХ
ПОЛІВ У ПРУЖНОМУ СТРИЖНІ ДЖЕРЕЛАМИ ШУМІВ АКУСТИЧНОЇ
ЕМІСІЇ

Карпусь В.В.

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

Гіпотеза про квантово-механічну природу шумів акустичної емісії, яка вже починає знаходити визнання у світовій науковій спільноті, дозволяє розглядати елементарне джерело шумів акустичної емісії у вигляді точкового джерела. Такий підхід дозволяє моделювати джерело будь якої конфігурації за принципом суперпозиції.

У роботі вперше отримано вирази для розрахунку амплітудних множників нормальних хвиль, які збуджуються в ізотропних циліндрах з круговим поперечним перерізом точковим джерелом з частотним спектром $1/f$. Ці вирази мають сенс функції Гріна для відповідної нормальної хвилі. Виконано оцінку залежності функцій Гріна від частоти для перших п'яти нормальних хвиль. Показано, що функція Гріна першої нормальної хвилі більш ніж на порядок перевищує рівні абсолютних значень функцій Гріна другої і наступних за номером нормальних хвиль. Висунуто аргументоване припущення про те, що сигнали акустичної емісії практично повністю формуються першою нормальною хвилею, яка в області високих частот за своїми кінематичними характеристиками практично не відрізняється від поверхневої хвилі Релея.

Спираючись на отриманні результати проведено ряд модельних досліджень. Розглянуто стрижень з канавкою різної глибини на поверхні та вийнятою на різній глибині серединою до якого прикладені зовнішні, синхронізуючі внутрішні процеси, сили. Розраховано потоки потужностей, що переносяться нормальними хвилями. Встановлено, що шляхом виймання середини зі стрижня вдається практично повністю позбавитись від впливу на процес перенос енергії шумів акустичної емісії нормальних хвиль з номерами вище першої у широкому діапазоні безрозмірних частот, що неможливо досягти у випадку звичайної канавки на поверхні зразка. Таким чином, реєструючи шуми акустичної емісії на поверхні такого зразка при калібруванні акустико-емісійної апаратури, можна з впевненістю говорити, що реєструється саме перша нормальна хвиля. Таким чином значно підвищується достовірність подальшої діагностики за участю цієї акустико-емісійної апаратури.

Ключові слова: акустична емісія, циліндр, точкове джерело, нормальні хвилі, функція Гріна.

УДК 621.179

ОЦІНКА ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ НАПРУЖЕНЬ В УЛЬТРАЗВУКОВІЙ ТЕНЗОМЕТРІЇ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЕНТІВ АКУСТОПРУЖНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Лігоміна С. М.

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

Для оцінки двохосового стану поверхневих напружень використовуються вирази

$$\sigma_{11}^0 - \sigma_{33}^0 = A_R \left[\frac{C_{R_{x_1}} - C_{R0}}{C_{R0}} - \frac{C_{R_{x_3}} - C_{R0}}{C_{R0}} \right], \quad \sigma_{11}^0 + \sigma_{33}^0 = B_R \left[\frac{C_{R_{x_1}} - C_{R0}}{C_{R0}} + \frac{C_{R_{x_3}} - C_{R0}}{C_{R0}} \right] \quad (1,2)$$

$\sigma_{11}^0, \sigma_{33}^0$ – головні напруження, що діють вздовж вісей x_1 та x_3 в приповерхневому шарі, $C_{R0}, C_{R_{x_1}}, C_{R_{x_3}}$ – швидкості поверхневих хвиль Релея в тілі без напружень, в напруженому тілі в напрямках дії двох взаємно перпендикулярних напружень x_1 та x_3 відповідно, A_R, B_R – коефіцієнти акустопружного зв'язку.

Оскільки значення напружень розраховуються по відомих виразах (1),(2) по вимірним значенням $C_{R0}, C_{R_{x_1}}, C_{R_{x_3}}, A_R, B_R$, то похибка вимірювань поверхневих напружень буде залежати від похибок визначення $C_{R0}, C_{R_{x_1}}, C_{R_{x_3}}, A_R, B_R$ та співвідношень даних величин.

Навіть при незначних відносних похибках вимірювання швидкостей завжди існує ймовірність появи значних похибок вимірювання напружень, особливо якщо виміряні значення $C_{R_{x_1}}, C_{R_{x_3}}$ мало відрізняються одне від іншого.

Для оцінки ймовірності появи таких похибок з урахуванням впливу коефіцієнтів акустопружного зв'язку для різних конструкційних матеріалів було використано комп'ютерне моделювання методом Монте-Карло.

Для моделювання в середовищі Matlab використовувалось 10^8 розподілених за рівномірним законом значення напружень $\sigma_{11}^0, \sigma_{33}^0$ в діапазоні від -600 до 600 МПа для різних значень C_{R0}, A_R, B_R для кожного з конструкційних матеріалів. Для кожного з значень $\sigma_{11}^0, \sigma_{33}^0$ спотворювались значення $C_{R_{x_1}}, C_{R_{x_3}}$ з додаванням випадкових значень похибки вимірювань, а потім з цих значень знову визначались $\sigma_{11}^0, \sigma_{33}^0$ та розраховувалась ймовірність появи похибки.

Отримано вирази та побудовано залежності ймовірності появи абсолютної похибки вимірювань напружень з урахуванням вищезазваних чинників, та запропоновано методи її зменшення.

Ключові слова: ультразвукова тензометрія, похибка вимірювань напружень, коефіцієнти акустопружнього зв'язку.

УДК 621.643.03: 620.179.18

КОНТРОЛЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ПОДМУФТОВОГО ПРОСТРАНСТВА КЛЕЕСВАРНОЙ МУФТЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДАМ

Тымчик Г. С., Подолян А. А.

Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

Для восстановления несущей способности магистральных трубопроводов, длительное время находящихся в эксплуатации, широкое распространение получил метод ремонта с применением муфтовой металлической конструкции. Муфту устанавливают на дефектный участок, а подмуфтовое пространство герметизируют и заполняют под давлением самотвердеющей массой. При этом напряжения в стенках трубы и муфты выравниваются между собой. Параметры процесса заполнения подмуфтового пространства определяют качество всего муфтового ремонта и требует точного контроля.

В случае заполнения подмуфтового пространства стальных муфт самотвердеющей массой на эпоксидной или полиуретановой основе, а также легкоплавким расплавленным металлом, контроль параметров процесса формирования подмуфтового слоя может осуществляться ультразвуковым методом. С учётом высокой температуры ремонтной конструкции во время выполнения работ при использовании расплавленного металла, определяемой температурой его плавления, применение наиболее распространённых пьезоэлектрических преобразователей малоэффективно. Поэтому в качестве излучателя и приёмника ультразвуковых колебаний в этом случае предлагается применять электромагнитный (ЭМА) преобразователь.

Проведённый анализ возможности использования ультразвукового метода неразрушающего контроля качества заполнения подмуфтового пространства самотвердеющим веществом показали теоретическую возможность контроля заполнения подмуфтового пространства клеесварных муфт как с компаундным заполнением подмуфтового пространства, так и с заполнением расплавленным металлом.

Полученные экспериментальные данные не позволяют осуществить ультразвуковым методом достоверный контроль качества заполнения подмуфтового пространства компаундным веществом на полиуретановой основе из-за сложности выделения эхо-сигналов. В то же время, анализ эхо-сигналов, даёт достоверную информацию о состоянии подмуфтового слоя в клеесварных муфтах заполняемых расплавленным металлом.

Результаты экспериментальных исследований контроля заполнения подмуфтового пространства клеесварных муфт расплавленным металлом с помощью ЭМА-метода подтвердили эффективность использования ЭМА-метода для контроля формирования подмуфтового пространства.

Ключевые слова: ЭМА, НК, неразрушающий контроль, газопровод, ультразвук, ремонт, труба, муфта.

УДК 681.7

INSTRUMENT RESEARCH ON THE INFLUENCE OF AIR BUBBLE SIZE ON THE EFFICIENCY OF FLOTATIONAL PURIFICATION OF WATER FROM HYDROPHOBIC POLLUTANTS

Traskovsky V. V., Taraborkin L. A.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Politechnical Institute», Kyiv, Ukraine

To purify water from pollutants having hydrophobic properties, they use mainly the method of floatation. The efficiency of this method depends on several different factors. The most influential one is the size of air bubbles by which, in fact, the process of purification is realized.

In the submitted work we investigated the influence of air bubbles size (average radius) on the value of the effect of emulsion separation. To determine the sizes of bubbles and droplets of the emulsion we used a CCD video system specially developed for this work.

We modified the design of floatation plants by the additional introducing of the variable aerators produced as a tube with a diameter of $4 \cdot 10^{-1}$ m, punched by capillary holes of $4 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-3}$ m in diameter and coaxially placed in the aeration tank. This changeable design made possible the formation of air bubbles flows with an average diameter $4 \cdot 10^{-4} \dots 2 \cdot 10^{-3}$ m, $3 \cdot 10^{-3} \dots 4 \cdot 10^{-3}$ m and $7 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2}$ m. The distance between the aerator and the aeration tank bottom was $5 \cdot 10^{-2}$ m. The aerator was fed by air under pressure of 0.5 MPa.

Based on the results of the research, we obtained the numerical dependence of the separating effect $E(d)$ on the average diameter of the emulsion droplets d for different sizes of air bubbles (Fig. 1).

The dependence showed that the efficiency of water treatment from hydrophobic pollutants (oil) when the bubble sizes being $4 \cdot 10^{-4} \dots 2 \cdot 10^{-3}$ m increases slightly for small size pollutants (from $0,5 \cdot 10^{-5}$ to $1 \cdot 10^{-5}$ m) and somewhat reduced for bubbles with an average diameter of $3 \cdot 10^{-3} \dots 4 \cdot 10^{-3}$ m. In case of air bubble sizes being $7 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2}$ m in diameter the purifying efficiency for fine emulsified phase was virtually identical to the base one, and in case of pollutant droplet sizes greater than $2 \cdot 10^{-5}$ m, the efficiency increased significantly (up to 10%).

Key words: charge-coupled device, water, floatation, pollutant.

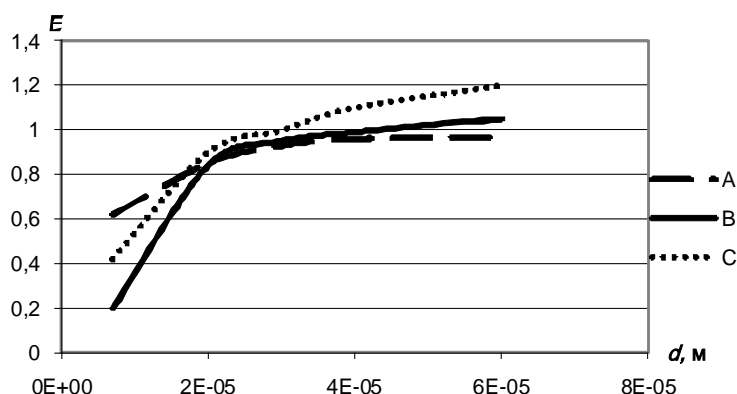


Fig.1. The dependence of the separating effect $E(d)$ on the average diameter of the emulsion droplets d for different sizes of bores A, B, C in the aerotank:
A – $5 \cdot 10^{-3}$ m;
B – $1 \cdot 10^{-3}$ m;
C – $4 \cdot 10^{-4}$ m.

УДК 620.179.16

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗУ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛІ

Галаган Р. М., Серий К. М.

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

Прямий цифровий синтез (Direct Digital Synthesis, або DDS) знаходить широке застосування у вимірювальному, тестовому та комунікаційному обладнанні. DDS має ряд властивостей, які надають йому значні переваги в порівнянні з традиційними методами формування сигналів, особливо коли мова йде про ультразвуковий неруйнівний контроль. По-перше, DDS забезпечує цифрове керування амплітудою та фазою сигналу з високою роздільною здатністю (причому частота, амплітуда і фаза сигналу в будь-який момент часу точно відомі та підконтрольні). По-друге, DDS дає можливість надзвичайно швидкої зміни частоти (або фази), а також переналаштування за частотою без розриву фази, без викидів та інших аномалій, пов'язаних з часом встановлення. До того ж, цифровий інтерфейс дозволяє легко реалізувати мікроконтролерне керування мікросхемами DDS.

Останнім часом на ринку України з'явилися досить недорогі та потужні генератори сигналів, що базуються на використанні технології DDS, наприклад, моделі Siglent SDG 5000 Series, Rigol DG 2000 Series та ін. Цифрові генератори дозволяють створювати сигнали практично будь-якої форми, що є надзвичайно важливим для перевірки та тестування як самої ультразвукової апаратури, так і первинних перетворювачів.

При проектуванні електронних трактів засобів ультразвукової дефектоскопії необхідно значну увагу приділяти розробці генератора зондуючих імпульсів. Можливість керування формою і параметрами імпульсу збудження перетворювача дозволяє впливати на характеристики акустичного поля, що підвищує загальну здатність системи до виявлення та ідентифікації дефектів.

Наприклад, ударні генератори у взаємодії з коливальним контуром, в який входить п'єзоелемент, виробляють імпульс синусоїдальних коливань, що швидко згасають. Спектр такого імпульсу суттєво спотворюється при трансформації з електричних коливань в акустичні і навпаки, проходженні через контактні шари, поширенні в ОК, відбитті від дефекту та підсиленні прийомним трактом дефектоскопу. В той же час, радіочастотний дзвоноподібний імпульс зазнає набагато менших спотворень. Створення такого імпульсу раніше було складною задачею, яка на сьогоднішній легко вирішується за допомогою DDS.

Більшість сучасних цифрових генераторів дозволяють виводити сигнали практично будь-якої форми, що створені попередньо на комп'ютері і записані в форматі csv у внутрішню пам'ять генератора.

Ключові слова: неруйнівний контроль, прямий цифровий синтез, ультразвук.

УДК 620.179.14

ВИХОРОСТРУМОВИЙ КОНТРОЛЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Горкунов Б. М., Тищенко А. А., Горкунова І. Б.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, Україна*

Для одночасного визначення магнітної проникності і питомої електричної провідності металевих виробів необхідно використовувати вихорострумний перетворювач з поздовжнім або поперечним полем, який працює на одній фіксованій частоті живлення. Аналогічним чином відбувається спільне визначення радіусу і питомої електричної провідності виробів. У даних випадках застосовуються методи, в основі яких лежать універсальні залежності, з дотриманням певної послідовності вимірювальних і розрахункових операцій. Недолік даного способу полягає у тому, що вимагає досить високих частот для феромагнітних виробів.

Для багатопараметрового вихорострумного контролю інтерес представляє використання перетворювачів з просторово-періодичними полями. Перевага цих перетворювачів полягає в тому, що при роботі на одній фіксованій частоті вони дозволяють здійснити багатопараметровий контроль за рахунок використання певного числа окремих просторових гармонік зондуючого поля. Однак труднощі виділення кожної гармоніки з загального сигналу перетворювача, а також складності обчислювальних і вимірювальних операцій обмежують використання методів просторових гармонік.

Запропоновано виділення необхідних і компенсація заважаючих просторових гармонік, з подальшим використанням методу, що складається у введенні спеціальних нормованих параметрів, побудові універсальних функціональних

залежностей цих параметрів від характеристик виробу і встановленні певного порядку виконання вимірювальних і розрахункових операцій. Цей факт істотно спрощує метод одночасного вимірювання відносної магнітної проникності, питомої електричної провідності і радіусу циліндричних виробів.

При створенні пристроїв з просторово-періодичними полями доцільно використовувати трансформаторні вихорострумові перетворювачі, у яких вимірювальні обмотки розміщуються на радіусах, менших, ніж радіуси збуджуючих полюсів. Цей факт дозволяє виділити інформативні гармоніки, оскільки інші загасають. При цьому наявність трансляційної симетрії поля дає можливість використовувати досить вузькі кільцеві обмотки, розташовані уздовж виробу паралельно збуджуючим провідникам.

Технічним результатом є те, що даний спосіб значно розширює функціональні можливості контролю при визначанні електромагнітних і геометричних параметрів металевих циліндричних виробів.

Ключові слова: вихорострумовий перетворювач, відносна магнітна проникність, питома електрична провідність, просторово-періодичне поле.

УДК 620.179.14

ЄМНІСНИЙ СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ МЕТАЛОВИРОБІВ

¹⁾Пет рищев О. М., ²⁾Ноздрачова К. Л., ²⁾Сучков Г. М.

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

Підвищення вимог до якості промислової продукції зумовило інтенсивний розвиток методів неруйнівного контролю, в тому числі акустичного, як найпоширенішого. Тому розробка нових методів та приладів, які б дозволяли проводити контроль з достатньою ефективністю та вірогідністю знаходження дефектів, є своєчасною та актуальною. Застосування таких засобів підвищило б продуктивність та знизило витрати на сам контроль. Серед таких методів контролю можна виділити ємнісний спосіб ультразвукового контролю. За даними попередніх досліджень [1] відомо, що цей спосіб має низьку чутливість, та істотну складність апаратної реалізації, але до теперішнього часу немає достатньо ефективних розробок у даній області, що враховували б особливості застосування ємнісного способу. Досить поверхнево розглянуто теоретичні питання методу, в результаті не створені ефективні прилади для дефектоскопії, не розроблено високочутливі перетворювачі та прилади.

Останні дослідження, які були направлені на визначення впливу основних технічних і технологічних факторів, що визначають результати контролю [2] довели, що даний метод потенційно може мати достатню чутливість. Він реалізується в широкому частотному діапазоні при збудженні та прийомі

ультразвукових коливань. Тому подальша розробка перетворювачів даного типу є перспективною.

Процес збудження акустичних імпульсів в металевому виробі відбувається за рахунок впливу на об'єкт контролю електричним полем, в якості джерела якого виступає ємнісний перетворювач, який представляє собою конденсатор. Реалізується даний метод у разі, коли електропровідну поверхню виробу роблять однією з обкладинок конденсатора, при цьому відбувається притягання пластини конденсатора перетворювача з виробом, де в останньому виникають пружні коливання. Реєстрація акустичних коливань відбувається за рахунок появи змінної електричної напруги на обкладинках перетворювача при зміні відстані між обкладинками, а отже і ємності конденсаторного перетворювача при обов'язковій наявності поляризуючої напруги.

Література

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3 : Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.
Сучков Г.М. Дослідження факторів, які впливають на збудження акустичних імпульсів ємнісним способом. / Г.М. Сучков, Л.В. Глебова // Вестник НТУ «ХПІ»: – НТУ «ХПІ». : Харків, 2008. – №48. – С. 116-123.

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

УДК 620.179.14

ОЦІНКА ТОВЩИНИ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ПОКРИТТЯ НА ПРОВІДНІЙ ОСНОВІ ІМПУЛЬСНИМ ВИХРОСТРУМОВИМ МЕТОДОМ

Куц Ю. В., Лисенко Ю. Ю., Дугін О. Л.

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

Вихрострумний метод неруйнівного контролю (ВСНК) широко застосовується для контролю об'єктів з повідних матеріалів, в тому числі і для товщини діелектричного покриття на провідній основі. Базується такий метод на перетворенні зазору між об'єктом контролю (ОК) та вихрострумним перетворювачем (ВСП), що збуджується гармонічним сигналом, в певні інформативні параметри електричних сигналів. В якості інформативних параметрів зазвичай використовують амплітуду та фазу вихідних сигналів. При цьому необхідну чутливість забезпечують шляхом підбору режиму контролю.

Ще одним методом оцінки товщини немагнітного покриття є імпульсний ВСНК, що ґрунтується на використанні в якості збуджуючого сигналу ВСП імпульсів струму прямокутної форми. В такому випадку вихідний сигнал ВСП представляє собою затухаючий відгук системи «ВСП-ОК» як реакцію на фронти збуджуючого сигналу. Це дозволяє проводити опрацювання таких інформативних параметрів сигналів ВСП як частота, загасання, момент перетину нуля функції та інш.

В доповіді розглянуто результати експериментальних досліджень по застосуванню ІВСНК для оцінки товщини діелектричного покриття на сталій пластині. Накладний трансформаторний ВСП збуджувався імпульсним сигналом. Вихідний сигнал ВСП описується моделлю:

$$u_{\text{всп}}(t, D, \gamma) = U_m e^{-\alpha(D, \gamma)t} \cdot \cos 2\pi f(D, \gamma)t + U_{\text{ш}}(t), \quad t \in (t_1, t_2),$$

де U_m – амплітудне значення сигналу, $\alpha(D, \gamma)$ – коефіцієнт загасання сигналу, $f(D, \gamma)$ – частота коливань сигналу, t – поточний час, (t_1, t_2) – інтервал часу аналізу, $U_{\text{ш}}(t)$ – шумова складова сигналу. Опрацювання сигналів проводилось шляхом визначення їх гільберт-образів, подальшому визначенні частоти та загасання через амплітудну та фазову характеристики цих сигналів.

В роботі проаналізовано вплив зміни товщини покриття ОК на частоту та загасання сигналу ВСП. Встановлено, що частота вихідного інформативного сигналу ВСП залежить від зміни товщини покриття ОК практично лінійно. Характер зміни загасання сигналу ВСП для різної величини покриття має більш складну функціональну залежність та потребує подальших досліджень.

Наведено методику проведення експерименту, результати опрацювання, аналіз показників точності оцінки товщини покриття ОК. Отримані результати можуть бути використані для розробки нових систем ВСНК з імпульсним збудженням.

Ключові слова: імпульсний вихрострумний контроль, імпульсний режим збудження, загасання, частота.

УДК 534.86

ІНДУКТИВНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДЕФОРМАЦІЇ

Маєвський С. М., Яровий С. П.

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

Найбільш поширеними вимірювальними перетворювачами деформації є тензорезистори не дивлячись на їх недостатню точність. В даній роботі розглянута розроблена нами схема індуктивного перетворювача, яка відрізняється використанням диференційно включених двох ідентичних магнітнозамкнених котушок індуктивностей, виконаних на феритових осердях 1 і 2, які при відсутності деформації замкнуті без зазору на феритові магнітопроводи 3 і 4 закріплені з допомогою клею на поверхні контрольованого об'єкту на відстані бази вимірювання B один від одного. Осердя 1 і 2 механічно з'єднані між собою (деталі 5). Між котушкою індуктивності L_2 на осерді 2 та магнітопроводом 3 встановлена резинова деталь 6, яка виконує роль пружини, що забезпечує притискання осердя 1 до магнітопроводу 3 при відсутності деформації стиснення.

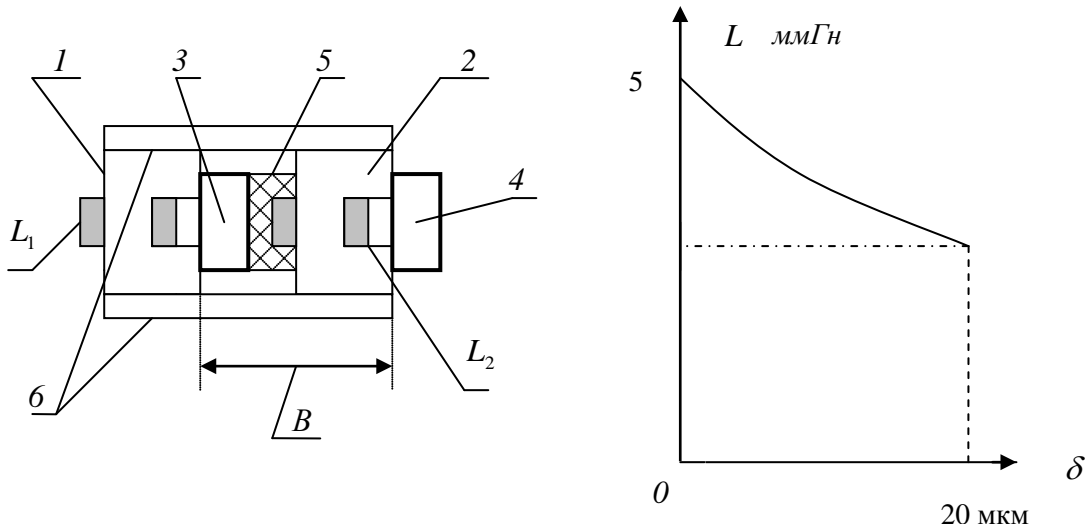


Рис. 1. Індуктивний тензометричний перетворювач.

Індуктивності котушок L_1, L_2 однакові при відсутності деформації: При виникненні деформації розтягу або стиснення індуктивність однієї з котушок змінюється на величину

$$\Delta L = \frac{2\mu_0\mu_\phi^2 SW^2 \delta}{l_\phi^2}$$

Тут $l_\phi, \mu_\phi, S, \delta$ - відповідно загальна довжина фериту, його відносна магнітна проникність (на робочій частоті), січення фериту та величина деформації; W – число витків кожної з котушок індуктивності.

Ключові слова: деформація, індуктивність, контроль.

УДК 620.178.154.58:635.61

BALL REBOUND PRINCIPLE FOR MEASURING THE RIPENESS OF WATERMELONS

¹⁾Gumenyuk D. V., ²⁾Molebny V. V.

¹⁾Gymnasium 315 of the City of Kiev, Ukraine, ²⁾Institute of Biomedical Engineering, Kiev, Ukraine

As a watermelon ripens, some structural changes occur in its body as well as in the skin, that make the latter stronger. Watermelon ripeness can be measured with a sclerometer (USSR Patent 1825597), based on a ball rebound principle that is in use in the construction industry for firmness testing. The higher the ball rebounds – the harder the surface is. However, the ball rebounds more than once, so as an alternative to the method above, we suggested measuring the ratio of the adjacent time intervals (Ukrainian Patent Application 201314291).

In our experimental studies, we used a 118 mm high hollow cylinder tube and provided a free fall mode for a 6 mm diameter steel ball inside the tube. The microphone mounted at the bottom of the tube detected ball impacts on the

watermelon and directed the signals to the computer through its microphone jack. The *TrueRTA* program was used for visualization and further signal processing. It was shown that hardness H of the watermelon skin is proportional to the ratio of $(n+1)$ -th time interval T_{n+1} to the previous n -th time interval T_n : $H = T_{n+1}/T_n$ (for $n \geq 1$). A typical signal from the microphone output is shown in the figure below.

To choose the optimal pair of adjacent time intervals, the standard deviation of a set of measurements was calculated. For $n = 1$, the error was 2.35 %, for $n = 2 \rightarrow 4.71\%$.

Also, a possibility was considered to use the interval T_0 designating a free-fall time before the first impact. In this case $H = T_1/2T_0$. To detect the starting moment of the free fall and the moment of impact, two coil inductors were used (mounted appropriately). The error was 6.87 %.

So, according to the results above, the optimal pair is the first T_1 and the second T_2 time intervals, i. e. when $n = 1$. For later intervals ($n \geq 2$), the influence of friction increases. With coil inductors as sensors of ball passage, it is hard to measure precisely the starting moment of the free fall, and it is the explanation of the increase in the error.

With the beginning of the watermelon season, the statistics will be accrued for ripeness identification. Meanwhile, we work a prototype for experimental studies.

Key words: watermelon ripeness, ball rebound principle, sclerometer.

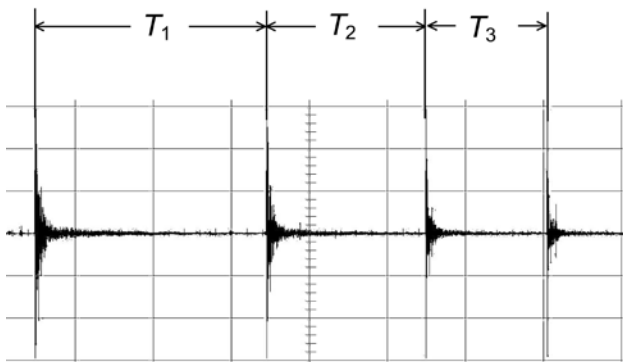
УДК 699.8 + 69.5

ИССЛЕДОВАНИЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛАХ

Сучков Г. М., Ле Чи Хиеу, Хомяк Ю. В.

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

Сотрудниками Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» разработаны модификации вихретоковых преобразователей для контроля толщины диэлектрических неэлектропроводных покрытий на металлических основаниях. Особенностью



этих преобразователей является компенсация влияния возбуждающего тока на измеряемый сигнал в отсутствие контролируемого изделия в зоне контроля.

В результате теоретических исследований получено выражение для ЭДС, наводимой на приемной катушке трансформаторного преобразователя.

Показано, що такої преобразователь имеет максимальный сигнал, зависящий от толщины покрытия, при наклоне плоскостей возбуждающей и приемной катушки относительно поверхности металла под углом 45° .

$$E = \frac{i \omega W_n W_3 \mu_0 R I}{\pi} \left(\int_0^{\infty} \frac{1}{\xi} \left[e^{-\xi(2a+2h-R\sqrt{2})} - e^{-\xi(2a+2h)} \right] \psi(\xi) d\xi + \int_0^{\infty} \frac{\cos(\sqrt{2}\xi R)}{\xi} \left[e^{-\xi(2a+2h)} + e^{-\xi(2a+2h+R\sqrt{2})} \right] \psi(\xi) d\xi \right)$$

где E – ЭДС, наводимое в приемной катушке преобразователя;

$$\psi(\xi) = \frac{\xi - \sqrt{\xi^2 + i\omega\sigma\mu_0}}{\xi + \sqrt{\xi^2 + i\omega\sigma\mu_0}};$$

ξ – переменная интегрирования;

μ_0 – магнитная постоянная;

ω – циклическая частота возбуждающего тока;

$$j = \sqrt{-1};$$

σ – электропроводность среды;

W_n – количество витков в приемной катушке преобразователя;

W_3 – количество витков в возбуждающей катушке преобразователя;

R – величина радиусов приемной и возбуждающей катушки преобразователя;

I – амплитуда тока в катушке возбуждения преобразователя;

a – расстояние от центра пересечения приемной и возбуждающей катушек преобразователя;

h – толщина диэлектрического покрытия на металле.

Ключевые слова: контроль, вихретоковый преобразователь, толщина покрытия, электропроводность, магнитная проницаемость.

УДК 621.317 (043.2)

МЕТОДИ АПРОКСИМАЦІЇ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

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

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

Вироби з композиційних матеріалів, які широко використовуються в авіабудуванні, на відміну від виробів з металів, формуються з первинної сировини одночасно з формуванням самих матеріалів. Через складність технології та значні фізико-механічні відмінності окремих складових, такі елементи конструкції характеризуються широкою номенклатурою можливих дефектів. Тому однією з поставлених задач є їх ідентифікація.

Для неруйнівного контролю застосовуються низькочастотні акустичні методи – імпедансний, низькошвидкісного удару, велосиметричний та інші. При обробці інформативних параметрів, отриманих за допомогою вказаних методів припускається, що вони розподілені за нормальним законом, але, як показало експериментальне дослідження, дане припущення в більшості випадків є необґрунтованим. Це призводить до помилкового вибору порогового значення, та невірною розрахунку вірогідності контролю. Крім того, у більшості методик неруйнівного контролю композитів не враховується зміна виду закону розподілу інформативних ознак в бездефектній зоні та зоні з дефектами.

В докладі приведені дослідження законів розподілу інформативних параметрів при контролі стільникових панелей з різними типами пошкоджень та методів їх згладжування.

Існує декілька підходів до вирішення задачі апроксимації законів розподілу експериментальних даних. Одним із підходів, який використовувався у дослідженні було згладжування емпіричних щільностей ймовірності за допомогою кривих Грама-Шарльє. Але ця апроксимація може застосовуватись лише у випадках, коли закон розподілу даних наближається до гауссового. При апроксимації законів розподілу з більшими значеннями моментів третього та четвертого порядків може призвести до від’ємних значень апроксимації. Таку задачу можна вирішити за допомогою кривих Пірсона, оскільки вони не мають таких обмежень. Ці криві дозволяють провести апроксимацію законів розподілу наближених до рівномірного та на двомодального законів.

У доповіді представлені результати апроксимації емпіричних законів розподілу інформативних ознак, отриманих при контролі композитів імпедансним методом та методом низькошвидкісного удару, за допомогою кривих Пірсона.

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

УДК 620.19: 681.586.2

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ДАТЧИКІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Дергунов О. В., Куц Ю. В.

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Сьогодні, коли терміни експлуатації багатьох інженерних конструкцій, технічних апаратів та механізмів сягають десятків років, дуже важливим є проведення поточного контролю та технічної діагностики стану таких об’єктів. Одним із шляхів поширення та всебічного застосування методів неруйнівного контролю є їх автоматизація. З розвитком компонентної бази електроніки,

поширенням різного роду малих роботизованих апаратів, легких безпілотних літальних апаратів, стає можливим побудова мобільних роботизованих комплексів для проведення дистанційного, або навіть, автоматичного контролю. Важливою задачею в таких комплексах є визначення просторового положення датчиків неруйнівного контролю і координат виявлених дефектів на об’єкті контролю.

Одним із можливих шляхів вирішення цієї задачі є використання інерційних навігаційних систем для визначення просторового положення датчика. Інерційна навігація має ряд переваг: незалежність від зовнішніх сигналів, висока точність, висока швидкодія.

Розвиток елементної бази електронних компонентів привів до поширення малих за розмірами інтегральних електромеханічних інерційних датчиків. Вони знайшли широке застосування в системах навігації та стабілізації в легких безпілотних літальних апаратах. Плата з усіма необхідними датчиками може не перевищувати площину в 2 см², що дозволяє розмістити її біля датчика неруйнівного контролю. У склад такої навігаційної системи обов’язково повинні входити такі компоненти: 3-х осьовий акселерометр, 3-х осьовий гіроскоп, 3-х осьовий електронний компас та мікроконтролер для керування датчиками. Акселерометр, гіроскоп та компас дозволяють визначити 3 кути нахилу власної системи координат відносно попередньо заданої абсолютної системи координат, а акселерометр дозволяє визначити переміщення. Знаючи переміщення, його напрям та початкові координати, можна визначити поточні координати. Головними недоліками електромеханічних датчиків є їхня відносно низька точність, високий рівень шумів та температурний дрейф показань. Проте використання повного набору датчиків та спеціальних методів обробки їх показань дозволяє отримати достатньо точний результат, що й призвело до їх поширення в системах навігації БПЛА.

Перспективи, що відкриваються завдяки використанню автоматизованих засобів неруйнівного контролю дуже широкі. Це і можливість зменшити час необхідний на перевірку об’єкта контролю, і підвищення достовірності контролю, і можливість розширення області застосування контролю за рахунок його спрощення.

Ключові слова: автоматичний контроль, визначення координат дефектів.

УДК 621.317; 621.643

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ПІДЗЕМНИХ НАФТОГАЗОПРОВОДІВ

Цих В. С.

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

На сьогодні своєчасне та достовірне виявлення дефектів ізоляційного

покриття підземних нафтогазопроводів є одним із актуальних завдань нафтогазового комплексу.

Також важливою задачею є необхідність ідентифікації видів таких дефектів (наскрізні дефекти чи відшарування ізоляції) з метою ранжування їх за ступенем впливу на метал трубопроводу.

Автором на основі отриманих теоретичних залежностей та експериментальних результатів запропоновано комплексний метод обстеження ізоляційного покриття підземних нафтогазопроводів з поверхні землі.

Для виявлення та ідентифікації наявних дефектів ізоляції необхідно використовувати такі інформативні параметри: значення струму в стінці трубопроводу та питомий зсув фази вимірювального сигналу.

Запропонований комплексний підхід включає наступні кроки:

- проведення експериментальних досліджень з використанням електромагнітного фазового методу контролю (визначення питомого зсуву фази між точками контролю);

- вимірювання значень струму за допомогою електромагнітного амплітудного методу з використанням сталого кроку між точками вимірювань;

- зменшення кроку між точками вимірювань у місцях значної питомої зміни значень струмового сигналу в стінках досліджуваного трубопроводу;

- зіставлення отриманих результатів контролю для аналізу зміни основних інформативних параметрів з метою отримання ідентифікаційних ознак того чи іншого дефекту ізоляційного покриття.

З метою ідентифікації виду дефекту ізоляції автором запропоновано використовувати додатковий параметр ідентифікації K_s , який дозволяє підвищити чутливість виявлення ефектів питомої зміни значень інформативних параметрів і описується наступною залежністю:

$$K_s = \left(\frac{d\varphi}{dL} \right)^2 \cdot \left(\frac{dI}{dL} \right)^2, \quad (1)$$

де $\frac{d\varphi}{dL}$ – питома зміна величини зсуву фази на ділянці контролю довжиною L ;

$\frac{dI}{dL}$ – питома зміна значень струму в стінках досліджуваного трубопроводу на ділянці контролю довжиною L .

На основі аналізу змін параметра ідентифікації робиться висновок про вид виявленого дефекту ізоляційного покриття.

Ключові слова: підземний нафтогазопровід, метод, дефект, контроль.

УДК 620.179;004.75

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

Лашко Е.В.

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

Потребность в более эффективном, простом и менее дорогостоящем решении актуальной задачи ускорения обработки данных способствовала развитию распределенных вычислений, возникновению облачных вычислений и грид-технологий.

Облачные вычисления (англ. cloud computing) - технология распределённой обработки данных, в которой компьютерные ресурсы предоставляются пользователю как Интернет-сервис с использованием веб-технологий. Грид - географически распределенная инфраструктура, объединяющая множество ресурсов различных типов (процессоры, память, системы хранения информации, сети).

При построении информационно-измерительных систем, используемых в неразрушающем контроле, необходимо применять такие методы и алгоритмы, которые позволят эффективно выполнять обработку данных, хранить полученную информацию, расширять базу классов дефектов, причем в реальном времени и с максимальной скоростью. Поэтому исследование, разработка и внедрение более эффективных систем, таких как распределенные вычисления, являются актуальной задачей. Кроме того, данные новшества помогут быстрее моделировать процессы, происходящие в объекте контроля.

Анализ англо-, русско- и украиноязычных источников показал, что в настоящее время возможности применения распределенных вычислений в неразрушающем контроле слабо изучены. Среди немногочисленных работ в этой области можно отметить предложение немецкими учеными схемы реализации реконструкции томографического изображения с применением параллельных вычислений. Китайские исследователи видят развитие интегрированных технологий неразрушающего контроля в привлечении к обработке данных облачных вычислений.

Применение облачных вычислений может быть предложено, в частности, для организации передачи, обработки и хранения больших объемов данных, поступающих с многоканальных устройств при многопараметрическом контроле в атомной энергетике, металлопроизводстве, трубной промышленности, железнодорожном транспорте и т.п. Кроме того, применение облачных технологий расширяет возможности при решении задач удаленного контроля объектов, позволяя снять привязку к рабочему месту и обеспечивая доступ к данным контроля с любого устройства, имеющего выход в Интернет.

Ключевые слова: облачные вычисления, грид-технологии, неразрушающий контроль, дефектоскопическая информация, обработка данных.

УДК 534.131.1:534.232.082.73

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТИПОВОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Романюк М. И.

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

Предложена математическая модель дискового пьезоэлектрического преобразователя в режиме возбуждения радиально распространяющихся ультразвуковых волн, которая позволяет выполнить достоверные количественные оценки амплитуд смещений материальных частиц пластины конечной толщины в широком диапазоне частот. При этом учитываются все геометрические и физико-механические параметры элементов преобразователя, а также волноводный характер распространения упругих возмущений.

Дано определение передаточной характеристики ультразвукового пьезоэлектрического преобразователя и выполнен расчет коэффициента электромеханического преобразования с электрического входа на механическую сторону пьезоэлектрического преобразователя.

Выполнены количественные оценки частотной характеристики электромеханического преобразования типового пьезоэлектрического преобразователя.

Впервые рассмотрен вопрос о влиянии слоя согласующей жидкости на частотно зависимое изменение коэффициента электромеханического преобразования. Если площадка механического контакта с акустической нагрузкой имеет конечные размеры, то слой согласующей жидкости является резонатором радиальных колебаний и оказывает существенное влияние на частотную характеристику пьезоэлектрического излучателя.

Показано, что выбором материала тыловой акустической нагрузки можно осуществлять управление частотно зависимым изменением разности электрических потенциалов на электродированных поверхностях пьезокерамического диска и, следовательно, передаточными характеристиками пьезоэлектрического преобразователя в целом.

Сделан вывод о том, что при одном и том же уровне разности потенциалов на выходе генератора эффективность электромеханического преобразования резко уменьшается с ростом радиуса пьезокерамического диска. Из этого следует, что пьезоэлектрические преобразователи, которые должны эффективно работать в максимально широкой полосе частот, должны

изготавливаются из пьезокерамических дисков минимального радиуса с латунной тыловой акустической нагрузкой.

Ключевые слова: электромеханическое преобразование, пьезоэлектрический преобразователь, передаточная характеристика.

УДК 620.179.14

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ ПРОХОДНЫМ ВИХРЕТОКОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Мирошников В. В., Хао Кайюй, Резникова М. В.

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,
г. Луганск, Украина*

Проходной ВТП не позволяет оценить параметр дефекта, что в современных условиях достаточно актуально, учитывая такое понятие как допустимые и критические дефекты. Решение этой задачи осуществляется путем применения многоэлементного проходного ВТП (рис. 1) измерительные обмотки которого находятся на различном расстоянии от контролируемого объекта. Основным мешающим фактором при таком способе контроля является несоосность расположения объекта контроля относительно проходного ВТП.

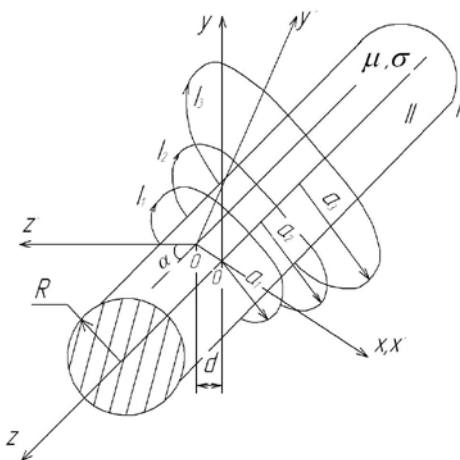


Рис. 1. Несоосность проходного ВТП и контролируемого цилиндрического объекта

Пусть контролируемый цилиндр охвачен тремя измерительными витками радиуса a_1 , a_2 , a_3 . Введем новую систему координат r', θ', x' , в которой оси витка, совпадают с осью z' , наклонены по отношению к оси цилиндра (ось z) на угол α и смещены по отношению к ней на d .

На границе раздела областей ($r = R$) должна сохраняться непрерывность нормальных компонент векторов магнитной индукции и плотности тока, а также непрерывность касательных компонент векторов напряженностей электрического и магнитного полей.

При изменении угловой координаты θ от $-\pi$ до $+\pi$ разложим уравнение векторного магнитного потенциала в ряд Фурье и определим векторы плотности тока относительно новых координат:

$$J_{or} = \frac{J_{0e'}}{r} (r' \sin \theta' \cos \theta' \sin d + x' \cos \theta' \sin \alpha \cos \alpha - d \sin \theta'),$$
$$J_{o\theta} = \frac{J_{0e'}}{r} (r' \cos \alpha + z' \sin \alpha \sin \theta' + d \cos \alpha \sin \theta'), \quad J_{oz} = -J_{0e'} \cos \theta' \sin \alpha.$$

Необходимо отметить, что полученные результаты совпадают с значениями приведенными в работе Федосеенко Ю.К. (Металлический цилиндр в поле несоосного витка. Дефектоскопия. 1976 № 6. – с. 43). Однако в данной работе приведены результаты только для малых смещений, что ограничивает область ее применения.

Ключевые слова: проходной вихретоковый преобразователь, дефект, плотность тока.

УДК 620.179.14

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАКЛАДНОГО ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРНОГО ШВА ТРУБ

Мирошников В. В., Торопов А. С., Костин С. В.

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,
г. Луганск, Украина*

Контроль сварного шва обладает специфическими особенностями, связанными с неоднородностью металла не только самого сварного шва, но и пришовной области. Для уменьшения влияния пришовной области на результаты контроля предлагается использовать накладной трансформаторный вихретоковый преобразователь (ВТП) с зазором в магнитопроводе. Величина зазора определяется шириной контролируемого сварного шва, что локализует область контроля тем самым, повышая чувствительность преобразователя и уменьшая влияние внешних факторов.

Полное сопротивление $Z'_{\text{вн}}$, вносимое объектом контроля, но не приведенное к электрической цепи катушки преобразователя (т.е. без учета ее витков) для случая контроля ферромагнитных объектов ($\mu_{a2} = \mu_0$), определяется выражением:

$$Z'_{\text{вн}} = \frac{j\omega\mu_0 l}{4\pi} \int_{-\delta/2}^{+\delta/2} \int_0^{+\infty} \frac{\sqrt{\lambda^2 + k^2} - \lambda}{\sqrt{\lambda^2 + k^2} + \lambda} e^{-2y_0\lambda} \frac{\sin \delta\lambda}{\delta^2 \lambda^2} \cos x\lambda dx d\lambda. \quad (1)$$

Выделив в (1) действительную и мнимую части, получим выражения для определения вносимых активного и реактивного сопротивлений:

$$R'_{\text{вн}} = \frac{2\omega\mu_0 l}{\pi k^2} \int_0^{+\infty} \left(\sqrt{\sqrt{\lambda^4 + k^4} + \lambda^2} - \sqrt{2\lambda} \right) e^{-2y_0\lambda} \frac{\sin^2 \delta\lambda}{\delta^2 \lambda^2} d\lambda; \quad (2)$$

$$X'_{\text{вн}} = X'_m - X'_i, \quad (3)$$

где

$$X'_m = \frac{\omega\mu_0 l}{2\pi} \int_0^{+\infty} \int_{-\delta/2}^{+\delta/2} e^{-2y_0\lambda} \frac{\sin \delta\lambda}{\delta^2 \lambda^2} \cos x\lambda dx d\lambda =$$

$$= \frac{\omega \mu_0 I}{2\pi} \left[\frac{2y_0}{\delta} \operatorname{arctg} \frac{\delta}{y_0} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{y_0^2}{\delta^2} \right) \ln \left(1 + \frac{\delta^2}{y_0^2} \right) - \frac{3}{2} \right]; \quad (4)$$

$$X_i' = \frac{\sqrt{2} \omega \mu_0 I}{\pi \underline{k}^2} \int_0^\infty \sqrt{\sqrt{\lambda^2 + \underline{k}^2} - \lambda^2} e^{-2y_0 \lambda} \frac{\sin^2 \delta \lambda}{\delta^2 \lambda^2} d\lambda. \quad (5)$$

Значение составляющей X_i' реактивного вносимого сопротивления определяется перемещением, частотой питания и электрофизическими свойствами объекта контроля и представляет собой внутреннее реактивное сопротивление объекта, а величина X_i' зависит только от взаимного положения преобразователя относительно объекта.

Ключевые слова: сварной шов, накладной ВТП, поле рассеяния, схема замещения.

УДК 620.179.18

КОНСТРУКЦИЯ ДАТЧИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДЕФЕКТОСКОПА С ФЕРРОЗОНДОВЫМ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Яковенко В. В., Швец С. Н., Ливцов Ю. В., Новиков А.

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,
г. Луганск, Украина*

Идея использования в системе вихретокового контроля в качестве измерительного преобразователя датчик Холла экспериментально проверена и обоснована.

Измерительный преобразователь дефектоскопа, состоящий из катушки зондирующего электромагнитного поля и феррозондового магнитоизмерительного элемента, измеряющего тангенциальную составляющую поля дефекта, дает возможность в широких пределах менять частоту зондирующего поля, используя в том числе и нужную частоту.

Имеется возможность отстраиваться от первичного поля, от мешающего влияния участков поверхностной обезуглероженности, магнитной неоднородности контролируемого материала и от наклепа.

Теоретически исследована возможность использования стержневого феррозонда в качестве измерительного преобразователя в накладной поисковой системе электромагнитного дефектоскопа, предназначенного для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов типа «трещина» по тангенциальной составляющей магнитного поля дефекта.

Конструкция датчика дефектоскопа показана на рис. 1. В цилиндрической катушке 1 размещены полуэлементы феррозонда 2, включенные по градиентометрической схеме. Обмотка катушки запитывается синусоидальным током.

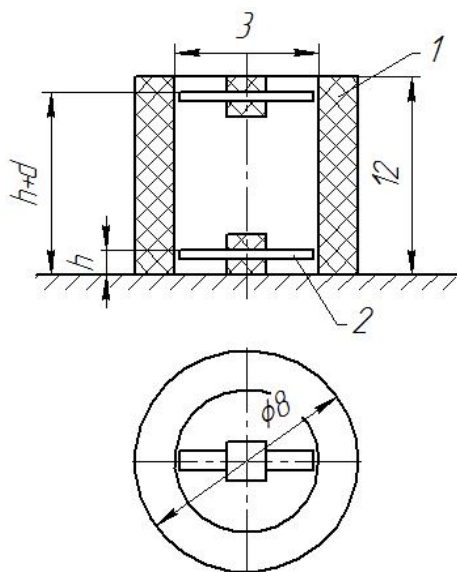


Рис. 1. Конструкція датчика електромагнітного дефектоскопа

Разработан метод расчета зондирующего электромагнита, основанный на методе зеркальных изображений. Расчет электромагнитного поля, индуцированного дефектом производится путем численного решения системы интегральных уравнений.

Определение напряженности магнитного синусоидального поля, индуцированного в сердечниках феррозонда, производится на основе теоремы о взаимности К.М. Поливанова.

В результате проведенных численных экспериментов на базе разработанной математической модели датчика установлено, что при напряженности пер-

вичного поля $1,5 \cdot 10^4$ А/м предложенная поисковая система удовлетворительно выявляет поверхностные трещины глубиной 0,2мм и раскрытием 0,1мм.

Ключевые слова: дефектоскопия, вихрековый контроль, феррозонд, датчик.

УДК 534.08

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРУЖНОЇ ХВИЛІ ЧЕРЕЗ ПОЛІКРИСТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ РІЗНИЦЬ В ЧАСОВІЙ ОБЛАСТІ

Лісовець С. М.

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

Для оцінки розповсюдження пружної хвилі через структурно-неоднорідні полікристалічні матеріали набув значного застосування метод скінчених різниць в часовій області (СРЧО), який дозволяє ефективно моделювати нестационарні хвильові процеси в в'язко-пружних, неоднорідних анізотропних та нелінійних середовищах. Однією з переваг цього методу є те, що крайові умови на границях таких середовищ, як п'єзокерамічний елемент, захисний шар, демпфуючий шар та деякі інші досить легко входять в загальну систему рівнянь. Крім того, при виконанні розрахунків застосовуються похідні лише першого порядку, що дозволяє суттєво зменшити загальну похибку обчислень.

Було поставлене завдання змоделювати розповсюдження через такі матеріали пружної хвилі, використовуючи гістерезисні рівняння стану, та порівняти їх із даними експериментальних досліджень. Причому, для спрощення розрахунків, розглядалася одновимірна задача, коли дисковий

п'єзокерамічний елемент створює коливання тільки по товщині на одній п'єзожорсткій моді. Зазвичай при дослідженні в'язко-пружних середовищ розповсюдження пружної хвилі через них описується за допомогою моделі Кельвіна-Фойгта, яка для одновимірного випадку має вигляд

$$\sigma(\varepsilon, \dot{\varepsilon}) = E\varepsilon + \eta\dot{\varepsilon},$$

де σ – механічна напруга; ε – відносна деформація; E – лінійний модуль пружності; η – динамічна в'язкість.

Але розповсюдження пружної хвилі через структурно-неоднорідні матеріали з гістерезисною нелінійністю тертя та відриву потребувало застосування більш складного рівняння стану, яке має вигляд

$$\sigma(\varepsilon, \dot{\varepsilon}) = E(\varepsilon - f(\varepsilon, \dot{\varepsilon})),$$

де $f(\varepsilon, \dot{\varepsilon})$ – нелінійна шматково-неперервна функція відносної деформації ε та швидкості $\dot{\varepsilon}$ відносної деформації.

Результати моделювання показали, що існує певний зв'язок між фізико-механічними характеристиками структурно-неоднорідних полікристалічних матеріалів: з одного боку з межею міцності при розриві σ_B , амплітудою відносної деформації ε , температурою T полікристалічного матеріалу і частотою f пружної хвилі, та з іншого боку із зміною $\Delta k/k$ коефіцієнта поглинання k та зміною $\Delta c/c$ фазової швидкості c пружної хвилі. Встановлення виду такого зв'язку потребувало побудови моделі взаємодії полікристалічного матеріалу та пружної хвилі в вигляді повного факторного експерименту.

Ключові слова: структурно-неоднорідний полікристалічний матеріал, нелінійне середовище, захисний шар, демпфуючий шар, факторний експеримент.

УДК 006.86:519.254 (043.2)

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ У СТАНДАРТІ ДСТУ ГОСТ 8.532–2003

¹⁾Редько О. О., ²⁾Павленко Ж. О.,

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

Стандартний зразок (СЗ) складу речовини – це зразок речовини зі встановленими значеннями одного чи кількох параметрів, які характеризують вміст певних компонентів в речовині. Вони являють собою ретельно виготовлені зразки проб природних матеріалів або виробничих продуктів, в яких у ході атестації точно встановлено вміст елементів.

СЗ призначений для забезпечення єдності і потрібної точності вимірювань. Їх використовують для градування, атестування і перевірки засобів

вимірювання, контролю достовірності результатів вимірювання, а також для визначення складу і властивостей речовин і матеріалів методами порівняння. Адекватними є зразки, які за своїм хімічним складом, агрегатним станом і структурі строго ідентичні аналогічним характеристикам досліджуваної проби.

Особливість викладеного у ДСТУ ГОСТ 8.532–2003 порядку статистичної обробки результатів міжлабораторної атестації (МА) СЗ полягає у тому що він пристосований до малих вибірок (від 10 лабораторій). Проводиться розрахунок медіани впорядкованого ряду незалежних результатів вимірювання та медіани абсолютних ненульових відхилень. В залежності від величини значень абсолютних відхилень від результату вимірювання у порівнянні з розрахованим значенням критичного відхилення результатів від медіани, розраховують атестоване значення, середньоквадратичне відхилення та похибку МА за відповідним алгоритмом та похибку атестованого значення СЗ.

На практиці наявність у вибірках навіть невеликого числа різких викидів може призвести до того, що значення, одержувані в результаті, можуть перестати нести в собі який-небудь зміст. Для того, щоб уникнути подібних неприємностей, необхідно якимось чином знизити вплив "поганих" спостережень, або зовсім виключити їх. Навіть найпростіший з підходів – суб'єктивний (заснований на внутрішніх відчуттях статистика) – може принести значну користь, однак для відбраковування все-таки переважніше застосовувати методи, що мають у своїй основі деякі строгі математичні обґрунтування, а не тільки інтуїтивні припущення дослідника. Цей процес являє собою дуже нетривіальну задачу для статистика і визначає собою один з напрямків статистичної науки.

У стандарті врахований робастний підхід до оцінювання атестованого значення, який ґрунтується на використанні вагових коефіцієнтів. Але у малих вибірках вимірних значень не завжди є можливим вилучення результату з надмірною похибкою, так як можна допустити грубу помилку, вилучивши не аномальне вимірне значення, а дійсне.

Ключові слова: стандартні зразки, робастний метод, ДСТУ ГОСТ 8.532–2003.

УДК 534.647 (043.2)

СИСТЕМА ВІБРОДІАГНОСТИКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

¹⁾Шегедін П. А., ¹⁾Єременко В. С., ²⁾Павленко Ж. О.

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

Незважаючи на широке різноманіття інформаційно-вимірювальних засобів, що застосовуються для діагностики об'єктів залізничного транспорту, залишається актуальним завданням удосконалення методів збору та обробки інформації, оптимізації складових системи та універсалізації застосування

програмного та апаратного забезпечення. В більшості випадків можливостей апаратних засобів достатньо для вирішення широкого кола задач діагностики, оскільки функціональність вимірювальних систем визначається програмним забезпеченням. Таким чином, доцільно здійснювати універсалізацію систем технічної діагностики шляхом використання різного програмного забезпечення на базі визначеного апаратного складу.

Прикладом такої ІВС є розроблена авторами система збору та первинної обробки даних на базі платформи cRIO. Система дозволяє проводити реєстрацію інформаційних сигналів з різного роду фізичних датчиків, а саме датчиків віброприскорення, тензорезисторів та акустичних мікрофонів. Апаратна частина системи складається з платформи реконфігурованому вводу/виводу (reconfigurable input/output – RIO), модулів c-серії, фізичних датчиків та персонального комп'ютера. Технологія реконфігурованого вводу/виводу дає можливість створювати на апаратному рівні контрольно – вимірювальної системи, використовуючи програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) та інструментарій середовища графічного програмування LabVIEW.

Використання специфічних модулів від компанії National Instruments дає можливість максимально підлаштувати систему під виконання кожного окремого завдання, наприклад забезпечення GPS навігації чи створення Wi-Fi мережі. Розроблене спеціальне програмне забезпечення системи дозволяє проводити збір інформації одночасно по 28 каналах з частотою дискретизації до 1 кГц. Система використовується для реєстрації віброприскорень, що виникають на ключових вузлах конструкцій тягово – рухомого складу при проведенні вібродіагностики. При проведенні таких випробувань здійснюється запис сигналів з акселерометричних датчиків під час руху потягів в стандартному експлуатаційному режимі. Для прив'язки даних віброприскорень до конкретних ділянок колії, та ідентифікації кривизни ділянок колії використовується GPS – навігація. Також дана система використовувалася для діагностики гасників коливань при проведенні випробувань по скиданні з клинів пасажирського вагону та локомотиву ЧС-8.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, вібродіагностика, вимірювання, тягово-рухомий склад.

УДК 006.91:621.385.833.28

ЦЕНТРУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ РАСТРОВОГО ЕЛЕКТРОННОГО МІКРОСКОПА ПРИ КАЛІБРУВАННІ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ

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

Особливістю електронно-оптичної системи растрового електронного мікро-

скопа (РЕМ) є неможливість точного встановлення початкової точки сканування x_0 , внаслідок особливостей перемагнічування магнітних лінз. Таким чином, відповідні вибірки множини вимірювальних сигналів u_j (ВС), які відповідають одній області на поверхні лінійної міри (ЛМ) будуть взаємно зміщені.

Проведені експериментальні дослідження показали, що при послідовному скануванні зміщення відбувається за певним законом $x_{0i}(k)$, де k – порядковий номер сканування. Ця особливість може бути використана для відновлення областей переходу від поверхні технологічних інтервалів до верхньої основи виступів на поверхні ЛМ з прямокутним профілем з кроком меншим за роздільну здатність РЕМ та наближеної оцінки відстані між границями зображення цього виступу, що необхідно для визначення масштабного коефіцієнта РЕМ.

В роботі запропоновано спосіб, який полягає в знаходженні абсцис границі зображення виступів на поверхні ЛМ, яка відповідає переходу від технологічного інтервалу до верхньої основи виступу (ліву границю), для кожного ВС застосуємо його першу похідну в області переходу. При виборі методу чисельного знаходження максимуму похідної необхідно врахувати наявність значної випадкової складової у ЕВС, що унеможлиблює використання традиційних методів.

Нехай «зареєстрована» інтенсивність вторинної електронної емісії між будь-якими двома точками ВС може бути описана інтерполяційним поліномом, коефіцієнти якого обчислені за вибірками ВС. Для уникнення викидів функцій, які використовуються для наближення, спричинених випадковими складовими вибірок ВС застосуємо метод Акіми для розрахунку коефіцієнтів полінома:

$$P_i(x) = c_{1,i} + c_{2,i} \cdot (x - x_i) + c_{3,i} \cdot (x - x_i)^2 + c_{4,i} \cdot (x - x_i)^3,$$

Знайдемо похідну поліному

$$P(x): P'(x) = c_2 + 2 \cdot c_3 \cdot (x - x_i) + 3 \cdot c_4 \cdot (x - x_i)^2.$$

Абсциси максимумів похідних знайдемо для кожного ЕВС за формулою: $\arg\left(\max_{i \in \{0, 1, \dots, n-1\}} (P'_i(x))\right)$. За знайденими абсцисами знаходимо значення для зсуву ВС при центруванні.

Застосування запропонованого способу центрування суттєво знижує похибку при суміщенні ВС, зокрема дисперсія значень ВС в кожній точці зменшується на ~30% в порівнянні з центруванням без інтерполяції з використанням традиційних методів диференціювання.

Ключові слова: растровий електронний мікроскоп, калібрування, інтерполяція, метод Акіми, чисельне диференціювання.

УДК 620.179.14

ПРИМЕНИМОСТЬ МАГНИТНОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗДЕЛИЯ

*Мирошников В. В., Нестеренко В. Б., Диа Абдуллауф
Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,
г. Луганск, Украина*

Способность магнитных свойств ферромагнетика чутко реагировать на прилагаемые к ним механические напряжения позволяет использовать это свойство для измерения величины механических свойств напряжений. Однако, для реализации этой способности ферромагнетика, необходимо определить его магнитоупругие свойства и факторы, влияющие на это его свойство. Оценить способность ферромагнетика изменять свои магнитные свойства под воздействием своих механических напряжений Ф. М. Майоров определил как магнитоупругую чувствительность $S = \frac{\Delta\mu}{\mu\sigma}$. При этом, магнитная упругость

неразрывно связана с магнитострикцией материала и с магнитной проницаемостью. Зависимость магнитострикции λ от намагниченности M материала определяется выражением $\lambda = \lambda_0 \cdot (\dot{I}^2 - \dot{I}_0^2)$.

Для ферромагнетиков с малой коэрцитивной силой (конструкционные стали) можно считать, что $B = 4\pi M$; $\mu = 4\pi\chi$. Таким образом, магнитоупругая чувствительность ферромагнетика определяется как $\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{1}{\pi} \lambda_0 \mu_0 \sigma$.

При определении магнитоупругой чувствительности определяющую роль играет не относительные изменения магнитной проницаемости, а абсолютное их приращение, тогда чувствительность можно записать $S_\mu = (\mu_0 - \mu_\sigma) / \sigma$.

Используя изменение удельной магнитной энергии ферромагнетика, под воздействием механических напряжений, получим магнитоупругую чувствительность материала по мощности $S_E = \frac{H^2}{8\pi} \cdot \frac{\mu_0 - \mu_\sigma}{\sigma}$.

Данная зависимость наиболее полно характеризует материал, поскольку в ней учитываются не только абсолютные изменения магнитной проницаемости под воздействием механических напряжений, но и напряженности магнитного поля, при которых происходят эти изменения.

Таким образом, изменения намагниченности ферромагнетика под воздействием упругих деформаций в области технического намагничивания объясняются тем, что, действия на ферромагнетик, упругие напряжения приводят к изменению ориентации M_s -областей в решетке (без изменения абсолютной величины M_s).

Ключевые слова: механічне напруження, магнітна проникність, магнітна еластичність, чутливість.

УДК 621.317

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО МЕТОДУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Баженів В. Г., Івцівка Д. К., Грузін С. В.

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

В роботі запропоновано електростатичний метод контролю з підвищеною завадостійкістю, який дозволяє знаходити дефекти в об'єктах контролю, що викликають місцеві збурення електричного поля. Пристрій, що реалізує даний метод показано на рис.1. Пристрій містить генератор сигналів змінної частоти 1, підсилювач заряду 2, датчик 3, підсилювачі зарядів 2 та 4, диференційний підсилювач 5, синхронний детектор 6, аналого-цифровий підсилювач 7, інтерфейс 8, комп'ютер 9.

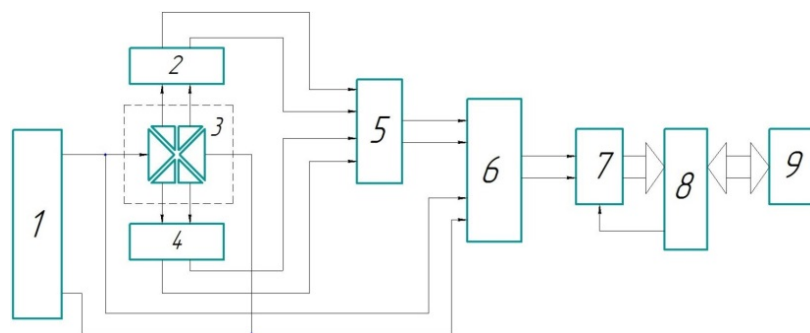


Рис. 1. Пристрій електростатичного методу неруйнівного контролю

Підвищення завадостійкості електростатичного методу неруйнівного контролю досягається наступним чином. Значення величини заряду, що індукуються в двох вимірювальних електродах датчика 3, від електричного поля дефекту буде різним, і ця різниця буде пропорційною розміру дефекту, тобто градієнту поля дефекту (якщо дефект не знаходиться посередині відстані між парами вимірювальних електродів). Джерело завади знаходиться на значній відстані від двох пар вимірювальних електродів датчика 3, тому невелика різниця відстані між електродами не впливає на амплітуду та фазу індукованого заряду від цього джерела завади в обох парах вимірювальних електродів датчика 3. Тому величина складової сигналу, що отримують від джерела завади на виході підсилювачів 2 та 4, буде однаковою, що призведе до її компенсації на виході диференційного підсилювача 5.

Використання запропонованого методу дає можливість здійснювати контроль виробів в звичайних лабораторних умовах без використання

спеціальних приміщень, а також спеціальних засобів екранування. Метод може бути реалізований при використанні, наприклад, електропотенціальних мікросхем (ЕРІС) PS25255. При чому збуджуючі та вимірювальні електроди можуть знаходитися в одній площині. Таким чином контроль може проводитись при односторонньому доступі до об'єкта контролю.

Ключові слова: підвищення завадостійкості, електростатичний метод, двохосьове сканування, електричне поле.

УДК 620.179.14:621.318.3

СИНТЕЗ ЛОКАЛЬНЫХ ВИХРЕТОКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С АПРИОРИ ЗАДАНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Гальченко В. Я., Мартыненко Н. В., Якимов А. Н.

*Государственный университет «Луганский государственный медицинский университет»,
г. Луганск, Украина*

Одним из наиболее часто используемых в промышленности методов неразрушающего контроля является вихретоковый метод, который позволяет получать информацию о геометрических размерах изделия, о структуре материала, из которого объект изготовлен, и обнаруживать дефекты, залегающие на поверхности и в подповерхностном слое (на глубине 2-3 мм).

По сравнению с другими электромагнитными методами контроля вихретоковый метод имеет следующие преимущества: высокая разрешающая способность и чувствительность, возможность автоматизации, быстрота и простота проведения контроля. Высокая чувствительность и разрешающая способность датчиков достигается путем введения в конструкцию магнитных сердечников и электромагнитных экранов, что позволяет добиться локализации и концентрации магнитного поля в зоне контроля [1]. Однако это приводит к необходимости учитывать влияние ферромагнитных элементов конструкции на характер распределения и величину напряженности электромагнитного поля, создаваемого в области контроля, что усложняет проведение модельных расчетов.

Поиск оптимальных путей синтеза вихретоковых преобразователей проводился в [2, 3]. В приведенных работах структурный синтез вихретоковых преобразователей осуществлялся с использованием генетических алгоритмов, причем ферромагнитные элементы конструкции в составе преобразователя отсутствовали.

Целью данной работы является разработка метода оптимального параметрического синтеза вихретоковых преобразователей с ферромагнитными элементами конструкции, обладающих свойствами аксиальной симметрии.

Для численного расчета параметров электромагнитных полей предлагается применять метод граничных интегральных уравнений (ГИУ) с последующим решением системы сингулярных интегральных уравнений 2-го рода, записанных

относительно введенных вспомогательных поверхностных фиктивных источников, распределенных на границе раздела сред. При допущении о кусочно-постоянном распределении фиктивных магнитных зарядов в пределах каждого поверхностного кольцевого элемента дискретной модели источника поля осуществляется переход от системы ГИУ к системе комплексозначных линейных алгебраических уравнений высокой размерности, решаемых с использованием обобщенного метода минимальных невязок GMRES.

При проведении параметрического синтеза источников локального зондирующего поля предлагается использовать алгоритм глобальной оптимизации, основанный на парадигме коллективного разума [5]. Таким образом, использование метода ГИУ совместно с алгоритмом оптимизации позволяет находить решение задачи параметрического синтеза вихретоковых преобразователей с ферромагнитными элементами конструкции.

Вывод. В работе предложен подход к синтезу вихретоковых преобразователей с ферромагнитными элементами конструкции, характеризующихся свойством аксиальной симметрии. Разработана математическая модель, позволяющая учитывать влияние ферромагнитных элементов на топографию зондирующего поля в зоне контроля.

Литература

1. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник. - М. : Машиностроение, 2003. - 656 с.
2. Гальченко В.Я. Структурный синтез накладных вихретоковых преобразователей с заданным распределением зондирующего поля в зоне контроля / В.Я. Гальченко, М.А. Воробьев // Дефектоскопия. - 2005. - № 1. - С. 40-46.
3. Стеблев Ю.И. Синтез вихретоковых преобразователей с заданной структурой возбуждающего поля в зоне контроля // Дефектоскопия. - 1986. - № 4. - С. 58-64.
4. Гальченко В.Я. Информационные модели в теории и практике электромагнитной дефектоскопии. - Луганск : Изд-во Восточноукраинского государственного университета, 1997. - 262 с.
5. Гальченко В.Я. Поиск глобального оптимума функций с использованием гибрида мультиагентной роевой оптимизации с эволюционным формированием состава популяции / В.Я. Гальченко, А.Н. Якимов, Д.Л. Остапущенко // Информационные технологии. – 2010. – № 10. – С. 9-16.

Ключевые слова: синтез, вихретоковый преобразователь, интегральные уравнения, оптимизация.

УДК621.317.32

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ АТМОСФЕРЫ ЧЕРЕЗ ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Баженов В. Г, Грузин С. В.

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

Исследование электрических свойств атмосферы стали проводиться с

развитием метеорологии. Изучение электричества атмосферы в первую очередь связано не только с измерениями электрической напряжённости, но и с измерениями ионных токов. Величина ионных токов, как установлено, зависит не только от космических излучений, но и от аномалий земной коры. В настоящее время всё больший интерес к измерениям ионных токов проявляют геофизики.

Измерения ионных токов реализуют фактически через статические методы измерения электрической напряженности поля, при этом используются специальные камеры, в которых постоянно поддерживается достаточно высокое постоянное напряжение (т.е. фиксированная напряжённость поля). Очевидно, что в этом случае измеряемая величина тока будет зависеть от ионной проводимости среды.

Недостатком такого метода является необходимость в создании вышеупомянутых камер с фиксированным напряжением, причём погрешность измерений в равной степени будет зависеть как от погрешности непосредственного измерителя так от стабильности (точности установки) фиксированного напряжения в камере. Поскольку, как упоминалось выше, при исследовании электричества атмосферы проводят измерения, как электрической напряженности, так и величины ионных токов предлагается метод определения ионной проводимости среды через измерение электрической напряженности поля, используя динамический метод измерения с цифровой обработкой результатов. Это позволит при подобных исследованиях электрических свойств атмосферы использовать только один измеритель напряжённости электрического поля.

Суть метода заключается в том, что при использовании динамического метода измерения электрической напряжённости как показано [1] в измеряемую величину входят две составляющие, связанные с величиной напряжённости электрического поля. Одна составляющая определяется величиной ионной проводимости и не зависит от частоты модуляции поля, а вторая составляющая зависит не только от напряжённости электрического поля, но и от частоты модуляции поля (заряда), кроме того вторая составляющая по фазе сдвинута от первой на 90° .

Указанные признаки при использовании цифровой обработки сигналов позволяют выделить информацию, как о напряжённости электрического поля, так и о величине ионных токов.

Литература

1. Аксельрод В.С. Методы и средства измерения напряжённости и потенциала электрического поля / В.С.Аксельрод, В.А.Мондрусов К.Б Щигловский // Труды центрального научно-исследовательского института судовой электротехники и технологии. - Л.: Судостроение. - 1974. - № 9. - С. 80-97.

Ключевые слова: ионная проводимость атмосферы; динамический цифровой измеритель напряжённости электрического поля.

УДК 621.317.32

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЁННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Баженов В. Г, Грузин С. В.

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

Расширение географии и увеличение интенсивности измерений атмосферного электричества привело к тому, что была выявлена его связь с геомагнитными аномалиями земной коры. Это явление вызвало интерес в геофизиков использовать его для решений задач поиска и разведки полезных ископаемых, и решения задач инженерной геологии.

Однако, несмотря на некоторую схожесть измерений электрической напряженности в атмосфере при изучении явлений атмосферного электричества и при решении задач поиска, имеются очень серьёзные отличия в требованиях к аппаратуре измерений, которые заключаются в следующем:



При решении задач поиска:

1. Аппаратура должна быть мобильной - соответственно иметь малый вес, автономное питание и малое энергопотребление. Поскольку не исключается её использование на радиоуправляемом беспилотном летательном аппарате или оператором во время передвижения и выполнения измерений. При этом, для минимизации влияния самого оператора на процесс измерения во время движения предполагается сам измеритель удерживать на небольшом удалении от оператора и от земли (не менее 0,5м) на специальной штанге;

2. Измеритель напряженности должен быть быстродействующим, поскольку оператор может двигаться довольно быстро (беспилотный летательный аппарат);

3. Для документирования результатов измерения необходимо иметь данные о координатах точек измерения, т.е. обязательно должен быть модуль GPS или ГЛОНАСС или совмещенный модуль GPS/ГЛОНАСС;

4. Учитывая необходимость оперативного проведения поиска на заданных участках местности необходимо полностью автоматизировать процесс регистрации результатов измерений электрического поля параллельно с процессом регистрации координат местности, что может быть возможным при создании цифрового измерителя электрического поля.

5. Использование модулей беспроводной связи позволит производить автоматически комплексную регистрацию и документирование результатов измерения с помощью ноутбука на удалении от оператора или от летательного аппарата. При этом создаются предпосылки для максимальной миниатюризации измерительного модуля и максимальной минимизации влияющих факторов на процесс измерения.

Авторами доклада разработан модуль цифрового измерителя напряжённости электрического поля см. фото, удовлетворяющий всем выше перечисленным требованиям, который реализован на современной элементной базе с возможностью беспроводной передачи данных до 2км.

Ключевые слова: цифровой измеритель напряженности электрического поля; модуль GPS; модуль беспроводной передачи данных.

УДК 681.586.773

ТИПИ ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ФРИКЦІЙНОЇ ПАРИ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

Горбатюк О. О.

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

Сучасне приладобудування потребує використання результатів науково-технічних розробок, які зв'язані з прецизійними технологіями, до яких в першу чергу відноситься мікровиробництво, механотроніка, мікроелектроніка, напівпровідникові технології тощо. Розвиток цих технологій вимагає спеціального обладнання, побудованого на базі п'єзоелектричних двигунів.

Унікальні властивості п'єзоелектричних двигунів дозволяють суттєво розширити функціональні можливості спеціальних приладів, забезпечити плавність зміни швидкості в широкому діапазоні та підвищити їх точність.

Однак суттєвим недоліком п'єзоелектричних двигунів є інтенсивне зношування фрикційної пари «ротор-штовхач».

Метою роботи є дослідження впливу умов і характеру взаємного переміщення штовхачів і ротора п'єзоелектричного двигуна на інтенсивність їх зношування.

Процес зношування фрикційної пари супроводжується складними фізико-хімічними явищами, залежить від матеріалу і якості робочих поверхонь, а також впливу ультразвукових коливань.

Дослідження проводились на спеціальному стенді де було створено умови взаємодії штовхачів і ротора, не підключаючи двигун до джерела живлення і в звичайному робочому режимі п'єзоелектричного двигуна.

В результаті експериментального дослідження в умовах взаємодії штовхача і ротора (не підключаючи двигун до джерела живлення), прослідковувалося абразивне зношування. Такий вид зношування фрикційної пари виникає в результаті мікропластичної деформації і зрізання металу твердими абразивними частинками, що знаходяться між поверхнями тертя. Абразивні частки, що утворилися внаслідок зношування, часто за своєю твердістю перевищують твердість поверхонь, що труться, і діють як абразивний інструмент.

В умовах підключення драйвера двигуна до п'єзoelementу осцилятора, радіальні механічні коливання, проходячи через хвильову оболонку, передаються штовхачу і далі на ротор. Внаслідок цього виникають ультразвукові коливання, ротор і штовхачі контактують під впливом наноударів, при цьому виникає висока температура яка призводить до зміни характеру зношування контактуючих поверхонь внаслідок чого утворюється дрібнодисперсної металевої окалини високої твердості.

Ключові слова: п'єзoeлектричний двигун, фрикційна пара «ротор-штовхач», ультразвукові коливання, абразивне зношування.