

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

UDC 621.336.2

THE DEVICE CONSTRUCTION FOR REHABILITATION ANKLE JOINT

Pavlenko Zh., Pogrebenko O.
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine
E-mail: Zh Павленко947@gmail.com

The issue of rehabilitation immobilized limbs is very serious. Therefore, the urgent task is necessity to create mechanical simulators for functional recovery.

The aim is to explore the possibility of creating a module, designed to force

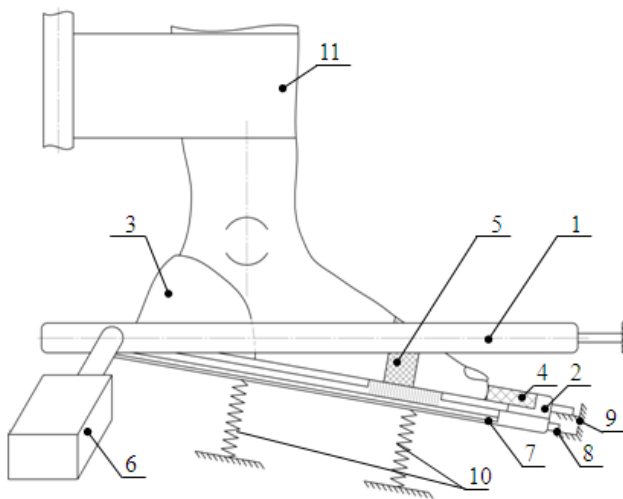


Figure 1. Device construction

flexion and extension of the foot. Unlike the existing designs to accelerate the rehabilitation and recovery process body in the module offered additionally use acupuncture to stimulate certain biologically active point on the foot of man. Figure 1 shows the circuit design of the device. It consists of the one fixed part 1 and a moving platform for foot 2. The provisions of the foot is fixed on the platform m by detent of heel 3 and complementary shaped element 4, depending on the length of the foot.

Foot fixed by soft fixing strap 5. The angular displacement platform for foot controlled by electric motor 6 (control unit not shown). Node with preloaded needle elements 7 are on a common axis with platform of the foot. The angular position of needle elements 7 installed before the procedure and fixed detent 8. The rotation angle platform for foot and the duration of contact with needles during a session controlled by programmable drive, but for added security there limiter 9. Unit 10 ensures the reliable foot contact with the needle elements. The patient's ankle fixed in the comfortable node 11 before the procedure.

The engine the angles calculated for a certain number of steps K. The duration of contact foot with the needles elements is also controlled with the possibility to install the holding current, by control unit. Accordingly the calculated relationship between rotation angles, steps and the duration of contact foot with the needles elements.

Keywords: rehabilitation, mechanical simulators, acupuncture.

УДК 620.111.1

ЗАСТОСУВАННЯ СТЕРЕОСКОПІЧНОГО ЕФЕКТУ ТА ВІДПРАЦЮВАННЯ НАЛЕЖНОЇ АКОМОДАЦІЇ ЗОРУ НА НАВЧАЛЬНИХ ЗРАЗКАХ З ІМІТАЦІЯМИ ДЕФЕКТІВ

Несін В.В.

ДП «МУАЦ ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ», Київ, Україн

E-mail: witnes@ukr.net

Стереоскопічний ефект у візуально-оптичному контролі дозволяє сприймати рельєфність поверхні, оцінювати відстань до об'єктів контролю, визначати їх об'ємність, просторове розташування та розміри користуючись можливостями бінокулярного зору. Забезпечується узгодженою роботою світло сприймаючого (С на Рис. 1.), акомодативного (А на Рис. 1.) апаратів та апарату, який регулює наведення оптичних осей кожного ока на об'єкт (Р на Рис. 1.). За освітленості у 500 люкс відстань від ока до контрольованої поверхні встановлена 600 мм (Рис. 2.).

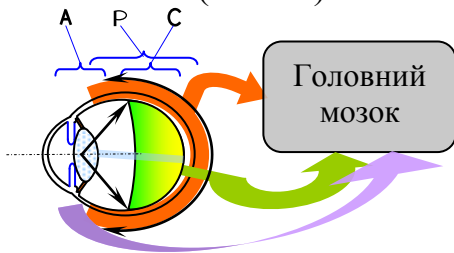


Рис. 1.

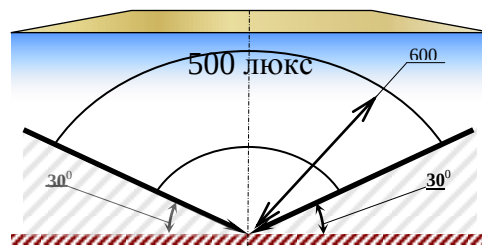


Рис. 2.

На рельєфній неконтрастній поверхні зварного з'єднання без належного досвіду спостереження важко виявити дефекти типу «пора». З навчальною метою розроблені спеціальні зразки з імітаціями (Рис.3.), за допомогою яких відпрацьовується належна акомодатія за визначених умов (Рис. 2.) при огляді, виявленні та ідентифікації дефектів. А також вивчається процедура замірів розмірів пор лупою ЛІ-3-10 та мікроскопом МПБ-2 (Рис. 4.).

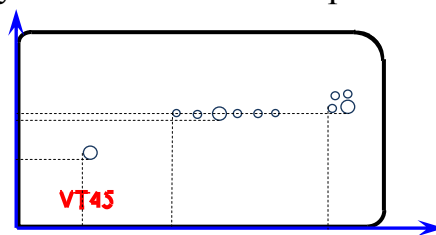


Рис. 3.

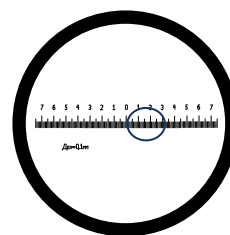


Рис. 4.

Для роботи зі зразками застосовуються спеціальні форми документів [1].

Ключові слова: стереоскопічний ефект, акомодатія, зразки з імітаціями

Література

- [1] Свідectво України про реєстрацію авторського права на твір 60713. Літературний твір учбово-практичного характеру «Лабораторні роботи з неруйнівного контролю якості: вимірювання багатофункціонального навчального зразка лінійкою, штангенциркулем, мікрометром, радіусоміром, лупою (мікроскопом)» / В.В. Несін. – Заявлено 20.05.2015; зареєстровано 20.07.2015.

УДК 681.518.2

СИСТЕМА СИНХРОНІЗАЦІЇ ВІБРОВІМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ РОТОРНОЇ МАШИНИ

Шантур С.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: shantyr.sv@gmail.com

Оцінка технічного стану роторної машини без виводу її з середовища функціонування та зупинки виконується, в основному, за даними віброконтролю. Основний вид руху механічної системи роторної машини – обертання і акустичні ознаки її технічного стану укладені в сигналах, які мають на невеликих інтервалах спостереження властивість періодичності. Оскільки обертання ротора є нестационарним випадковим процесом, то реалізації вібровимірювальних сигналів, отримані в різні, по положенню на часовій осі, інтервали спостереження, несумісні. Для ідентифікації інформації, отриманої при обробці таких спостережень необхідно встановлювати їх відповідність. Найбільш повне стан в галузі вібродіагностики віддзеркалений в наукових та дослідних роботах фірм Bruel&Kjer та Bently Nevada Corp., однак відомості про реалізацію в них функцій визначення відповідності вимірювальної інформації відсутні.

Метою роботи є розробка методу, алгоритму та структурної схеми системи синхронізації вібровимірювальної інформації для вимірювальної інформаційної системи роторної машини.

В роботі запропоновано та досліджено метод синхронізації вібровимірювальної інформації до точної відповідності до положення валу роторної машини. Метод призначений для суміщення вібровимірювальної інформації, яка витягується при обробці послідовності реалізацій вибіркового значення вібровимірювальних сигналів, отриманих на випадкових по положенню на часовій осі та тривалості інтервалах спостереження, що володіють властивістю періодичності в межах інтервалу спостереження, але відрізняються значенням періоду, які несуть інформацію про стан одного й той самого об'єкта, але віднесену до різних моментів часу. Суміщення вібровимірювальної інформації, отриманої від кожної реалізації в часовій області, з положенням ротора містить суміщення по положенню початку відліку та масштабування.

Відповідно до методу розроблено алгоритм синхронізації та структурну схему системи синхронізації.

Запропонований метод синхронізації вібровимірювальної інформації призначений для застосування в системах моніторингу та діагностики та забезпечує покращення якості результатів процедур моніторингу та діагностики роторної машини.

Ключові слова: метод, алгоритм, структурна схема, синхронізація, роторна машина.

UDC 534.647(043.2)

MEASUREMENT DATA ACQUISITION SYSTEM BASED ON NI COMPACTRIO PLATFORM

Suslov E.F.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kiev, Ukraine

E-mail: suslovef@gmail.com

Resulting from constantly severization the requirements for information-measuring systems popularity of autonomous systems of measurement data acquisition is increased. Using of such platforms in connection with integrated development environments of visual programming make the process of software development for information measuring system (IMS) much simpler.

A good example of such IMS is the system for acquisition and pre-processing of measuring data based on NI CompactRIO platform. The system allows solving a wide variety of measuring tasks relate to diagnostics of traction rolling stock like acquire data from accelerometers, strain gauge sensors and acoustic sensors.

The hardware part of the platform consists of chassis with integrated field programmed gate array (FPGA), real-time controller and specialized input-output modules. As result of using FPGA CompactRIO allows implementing algorithms for measuring data pre-processing on the hardware level with determined execution level of 25 ns and without using of CPU. The wide range of input-output modules allows customizing the system for tasks like obtaining location by GPS or sending measurement data through WI-FI.

The software developed for the system allows acquiring data from 28 channels simultaneously with sampling frequency up to 1 kHz per channel. The system can be used for logging vibrational acceleration of the elements of railroad cars during vibration tests. In the process of such test, accelerations are logging during car operation in standard condition. For tie measurement data to specific track points and identification of railroad track, curvature GPS module is used.

The developed system is currently using on measuring part of the railroad track for logging of abnormal influences of wage wheels and identifying rundown wheels. Such approach allows decreasing the damaging effect of complete wheels and extending the operational life of the rails. The system provides acquiring simultaneous measurements from fourteen strain gauge sensors and two accelerometers. Strain gauge sensors are glued on the 3-meter long section of the rail track.

The advantages of the developed system are the flexibility of its architecture, comparatively high operational speed, the reliability of information processing algorithms and ability to demonstrate measuring data in real time mode with the help of Ethernet connections.

Key words: information-measuring system, strain gauge sensor, accelerometer, measuring, accelerations.

УДК 681.518.5

РОЗПІЗНАВАННЯ СТАНІВ ОБ’ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КУМУЛЯНТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

Берегун В.С

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: viktorberegun@i.ua

При визначенні стану технічних об’єктів в процесі їх експлуатації важливу роль відіграють системи діагностики, джерелами інформації в яких є шумові діагностичні сигнали, які є, як правило, негауссівськими випадковими процесами. Такі системи базуються на вимірюванні та аналізі параметрів та характеристик діагностичних сигналів. Діагностичними параметрами, які чутливі до відмінності розподілу сигналів від нормального, є кумулянтні коефіцієнти γ_s , які визначаються наступним чином: $\gamma_s = \kappa_s / \kappa_2^{s/2}$, де κ_s – кумулянти розподілу.

На сьогоднішній день кумулянтні коефіцієнти використовуються для проведення діагностики та контролю підшипників кочення, двигунів внутрішнього згоряння, використовуються для дослідження таких явищ як шуми колінних суглобів, витoki рідини в трубопроводах, уклони морської поверхні та ін.

На практиці замість теоретичних значень кумулянтних коефіцієнтів використовуються їх оцінки, однак у відомих роботах не наведено інформації щодо об’ємів вибірок діагностичних сигналів, необхідних для оцінки кумулянтних коефіцієнтів та не досліджено імовірнісних характеристик оцінювання.

Задача контролю технічного об’єкта формулюється як задача розпізнавання двох станів об’єкта. Така задача розв’язується як задача перевірки статистичних гіпотез відносно кумулянтних коефіцієнтів, де справному стану відповідає зазвичай нормальний розподіл діагностичних сигналів з кумулянтними коефіцієнтами $\gamma_s = 0$, а несправному стану відповідає інший розподіл з кумулянтними коефіцієнтами $\gamma_s \neq 0$. Задача діагностики формулюється як задача розпізнавання кількох станів об’єкта, яким відповідають діагностичні сигнали з різними значеннями кумулянтних коефіцієнтів γ_s .

Отримано об’єми вибірок для оцінок кумулянтних коефіцієнтів різних розподілів сигналів для того, щоб з наперед відомою імовірністю помилки першого роду вирішувати задачі контролю та діагностики, отримано залежності імовірності правильного виявлення несправностей як функції від об’єму вибірки.

При вирішенні задачі контролю у випадку розподілу Стюдента імовірність правильного виявлення дорівнює одиниці при об’ємі вибірки 10^5 ; для розподілів логістичного, Чампернауна і Лапласа – при об’ємі вибірки 10^4 .

При вирішенні задачі розпізнавання п’яти станів об’єкта з розподілами нормальним та Стюдента при об’ємі вибірки не менше $6,1 \cdot 10^4$ відліків будь-які

пари станів об'єкта розрізняються з імовірністю помилки першого роду, яка не перевищує 0,01.

Ключові слова: кумулянтні коефіцієнти, оцінки, контроль, діагностика

UDC 004.932.2

MACHINE-VISION SYSTEM FOR CURRENT-COLLECTING MONITORING

Suslov E.F.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

E-mail: suslovef@gmail.com

In-time detection of pantograph defects is important for reliable current collecting on electric driven railroad transport. For example, excessive wear of graphite plate on the top of pantograph can lead to damage to the overhead line. Also, wire overrun out of the optimal contact zone between pantograph and overhead line leads to break down the wire and serious damage of the pantograph.

One of the approaches to improve quality of current collecting is continuous contactless machine vision based monitoring of pantograph and overhead line. Introduction of high-speed railroad transport in Ukraine also required closer attention to overhead line inspection. Contemporary electrical trains in Ukraine move at speeds up to 160 km/h that is inaccessible for track recording cars. However operational monitoring of pantograph can be based on autonomous camcorders installed on high-speed railroad cars with subsequent offline analysis of received records.

To solve this problem the prototype of machine vision system was developed. It consists of an autonomous camcorder and personal computer with special software. The software is based on NI Vision Development Module, the toolkit that allows creating machine vision systems for a different application.

Video processing consists of the next steps:

- saving video stream from camcorder;
- increasing contrast of the video with the help of binarization procedure;
- searching for parallel lines in the near the contact point between the pantograph and overhead line;
- recognising of the overhead line;
- calculation the coordinates of the contact point.

To increase the contrast of the analyzed frame the procedure of adaptive binarization was used. This approach was chosen because of the significant variety of intensities over the frame. During applying of adaptive binarization the threshold calculation based on the brightness of comparatively small overleaped zones.

The software provides offline analyze of the stream received from the camera in three steps:

- on the first step operator manually determines zone of contact area between the overhead line and pantograph and put threshold for the wire coordinates;

- on the second program automatically recognizes the line and calculates coordinates of the line for full length of the video file;
- on the third shows to the operator frames where the overhead line crosses adjusted threshold.

Using such software allows provide monitoring of pantograph and overhead line after every trip and helps quickly remove emerged problems.

Keywords: machine vision, LabVIEW, pantograph, overhead line.

UDK 535.317

PASSIVE THERMOSTABILIZATION OF MEDICAL THERMOGRAPHY CAMERA OPTICAL SYSTEM

Muraviov O.V.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

E-mail: stals98@ukr.net

Medical heat vision is a contactless, rapid and non-invasive means of diagnosis for many known diseases. The method allows to observe in dynamic and control the effectiveness of treatment, healing of wounds at different stages of morphogenesis and also prevent the possible development of complications. Thermograph using is a highly effective and informative means of patients screening for the detection of inflammatory processes in the early disease stages. To date, the criteria of thermal imaging diagnostics for more than two hundred diseases and pathological conditions are developed and this list is constantly being replenished.

At analyzing thermogram information and setting the diagnosis, there are certain rules and regularities. For example, registered temperature difference of 1-2°C on oppositely symmetrical body parts indicates presence of the organism pathology. In particular, at tumors the temperature change to greater side indicates malignant degeneration and to lesser side indicates benign nature of the tumor.

Temperature fluctuations of the environment during the infrared technique operation significantly affect to its characteristics, such as quality and informativeness of the thermogram, so at the design stage of such high-precision and sensitive devices it is expediently to carry out an athermalization of the optical system. In the process of dioptric objectives synthesizing, which include several components, it is possible to select materials for the purpose of system self-athermalization, simultaneously to perform the achromaticization of the optical system and to minimize those image aberrations, on which highest requirements are subjected. To perform above tasks, such as thermostabilization and characteristics improvement of the thermograph objectives, at calculating stage of the optical system parameters of the infrared device it is advisable to use passive optical athermalization method. The method algorithm involves the using at the lenses design several

infrared materials with different magnitudes and signs of thermo-optical constants in combination with certain material of supporting structure.

Synthesized on base of passive optical athermalization infrared objectives with thermostabilized value of back focal length of the optical system maintain the stability of frequency and energy characteristics and keep high image quality in the operating temperatures range.

Keywords: athermalization, medical thermograph, optical system.

References

- [1] Муравьёв А. В. Термостабилизация качества изображения оптической системы термографа / А. В. Муравьёв, Е. А. Назарчук // Вісник інженерної академії України. – 2016. – №4. – С. 195-199.

УДК 378

**ЕКОПСИХОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО
ПРОЦЕСУ У ТЕХНІЧНОМУ ВНЗ**

Лашко О.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: e.lawko@kpi.ua

Для сучасної системи вищої освіти характерний перехід від директивних форм організації педагогічної взаємодії до форм співпраці, діалогу, партнерства. З психолого-педагогічної точки зору недирективне управління навчальним процесом може бути реалізоване через екологічний супровід, або екологічну фасилітацію тих, хто навчається. Екологічна фасилітація у процесі навчання передбачає дбайливе ставлення до внутрішньої психічної організації особистості того, хто навчається, та реалізується через психолого-педагогічний супровід учня (студента) у його власному процесі самоорганізації, саморегуляції та професійного розвитку [1].

У [2] були визначені ознаки екологічного освітнього простору, в якому студент як суб'єкт власного професійного розвитку має сприятливі умови для навчання та опанування професії. Ці ознаки здебільшого спираються на усвідомлення викладачем профіциту можливостей студента [3].

Практичне застосування означених принципів в організації навчання бакалаврів на кафедрі приладів і систем неруйнівного контролю КПІ ім. Ігоря Сікорського дало можливість:

- 1) доповнити перелік принципів становлення екологічної взаємодії у системі «викладач-студент»;
- 2) означити коло проблемних питань щодо практичної реалізації принципів екологічності в організації освітнього процесу при підготовці бакалаврів технічної спеціальності.

Отже, на даному етапі дослідження триває апробація практичного застосування в організації навчання студентів технічної спеціальності

екофасилітації – інноваційного методу психологічної допомоги, який останніми роками успішно використовується при професійній підготовці психологів та фахівців споріднених професій.

Ключові слова: екофасилітація, освітній простір, екологічна взаємодія.

Література

- [1] П. В. Лушин, Экологическая помощь личности в переходный период: экофасилитация, Серия «Живая книга», том 2. Киев: ТОВ «Оріяна», 2013.
- [2] Е. В. Лашко, «Принципы экологичности в образовательном процессе при подготовке специалистов технического университета», Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, №58, Будапешт, с. 20-23, 2017.
- [3] О. В. Лашко, «Психолого-педагогічний супровід майбутніх фахівців з неруйнівного контролю в процесі професійної підготовки у вищому навчальному закладі», на 8-мій міжнародній н/т конф. *Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання*, Івано-Франківськ, с. 70-72, 2017.

УДК 620.179.147+519.853.6

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАМОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗУ ВИХРОСТРУМОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ З ОДНОРІДНИМ РОЗПОДІЛОМ ЩІЛЬНОСТІ СТРУМУ В ЗОНІ КОНТРОЛЮ

Гальченко В. Я., Трембовецька Р. В., Тичков В. В.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: tvvpanda@ukr.net, r.trembovetska@chdtu.edu.ua, halchvl@gmail.com

Для всіх типів вихрострумових перетворювачів (ВСП) характерною є ситуація неоднорідного розподілу щільності вихрових струмів (ЩВС) в масиві струмопровідного матеріалу об'єкту контролю (ОК). ЩВС є максимальною в поверхневому шарі ОК і зменшується при віддаленні від витків котушки збудження ВСП уздовж поверхні, а також в більш глибоких шарах ОК.

Сигнал ВСП суттєво залежить від розподілу ЩВС в об'ємі ОК. Ідеальним для вихрострумового контролю є однорідний розподіл ЩВС в зоні контролю ВСП, який повністю мінімізує залежність чутливості перетворювача до дефекту від кута його орієнтації на ОК.

Технічно реалізувати такий розподіл ЩВС в класичних конструкціях ВСП неможливо. У той же час, побудова котушок збудження ВСП у вигляді системи котушок певної структури з їх узгодженням або зустрічним включенням по полю дозволяє максимально наблизити результуючий розподіл ЩВС до ідеального.

Теоретично вирішення задачі створення ідеального розподілу ЩВС в зоні контролю можливе в рамках задачі оптимального синтезу. Така задача передбачає багатократне рішення задачі аналізу для структури збудження, забезпечуючи обчислення ЩВС в сукупності точок, що розташовані в зоні контролю, як на поверхні, так і в більш глибоких шарах ОК. Складність

ситуації полягає в необхідності значних затрат обчислювальних та часових ресурсів для проведення цих розрахунків. Навіть для аналітичних залежностей, які існують для найпростіших випадків контролю, необхідно обчислення спеціальних функцій та невластних інтегралів, що значно ускладнює рішення задачі синтезу. Для більш складних випадків контролю, наприклад, враховуючих рух ВСП відносно ОК, аналітичні вирази для ЦВС включають в себе кратні невластні інтеграли. В підсумку, рішення задачі синтезу є проблемним внаслідок ресурсної обмеженості.

Проблема може бути вирішена використанням сурогатної оптимізації, застосування якої передбачає побудову метамodelей ВСП. Під метамodelлю розуміють просту в обчислювальному сенсі формальну модель на більш складну модель, яку побудовано на фізичних законах. Такий підхід дозволяє вирішувати задачі оптимального синтезу з використанням метамodelей ВСП, які застосовуються при формулюванні функції цілі.

Ключові слова: вихрострумний перетворювач, метамodelь, сурогатна оптимізація, щільність вихрових струмів

УДК 621.317.37

ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЯРНОЇ АРИФМЕТИКИ У БАГАТОШКАЛЬНИХ ФАЗОВИХ ВИМІРЮВАННЯХ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Куц Ю. В., Лисенко Ю. Ю., Олійник Ю. А., Редька М. О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: j.lysenko@kpi.ua

Фазовий метод вимірювання передбачає використання щонайменше однієї пари гармонічних сигналів з фазовим зсувом Φ між ними як інформативним параметром. У загальному випадку Φ зв'язано з вимірюваною фізичною величиною L рівнянням перетворення виду $\Phi(L) = F(L)$, де F – відома функція перетворення. Зазвичай діапазон вимірювання обмежений інтервалом $[0, L_{\max})$. У частинному випадку лінійного перетворення з коефіцієнт k маємо $\Phi(L) = kL$, отже $L = \Phi(L)/k$. Прагнення збільшити $L_{\max}$ та чутливість, яку визначає коефіцієнт k , приводить до необхідності вимірювання фазових зсувів виду $\Phi(L) = 2\pi n(L) + \varphi(L)$, де n – кількість цілих фазових циклів, φ – доступний вимірюванню фазовий зсув сигналів в інтервалі $[0, 2\pi)$.

Задача визначення n відома як задача усунення багатозначності фазових вимірювань. Вона має розв'язки, що передбачають виконання вимірювань на m частотах (тобто багатошкільних фазових вимірювань) і наступне обчислення n .

В доповіді розглянуто інший спосіб усунення багатозначності багатошкільних фазових вимірювань. Він ґрунтується на представленні результату вимірювання у виді $L = A \Delta L$, де A – ціле число, ΔL – квант вимірювання фізичної величини, який відповідає долі фазового циклу $\Delta \varphi < 2\pi$. Наведено умови, за виконання яких задача усунення неоднозначності фазових вимірювань зводиться до відновлення цілого числа A ,

поданого лишками $(\alpha_1, \dots, \alpha_m)$ в числовій системі залишкових класів (СЗК) за системою модулів (взаємно простих чисел) $(p_1, \dots, p_m)$. Виконання таких умов забезпечується відповідним вибором значень частот та ступенів $\Delta \varphi_i$ квантування фазових зсувів гармонічних сигналів, узгодженими з модулями СЗК. Це дозволяє скласти систему діофантових рівнянь і однозначно обчислити A . У випадку вимірювання відстані D маємо $\alpha_i = A \bmod p_i = E(\varphi_i / \Delta \varphi_i)$, (E , від англійського entire – ціла частина), тоді

$$D = 0,5d_0 \left[\sum_{i=1}^m E(\varphi_i(D) / \Delta \varphi_i) \cdot B_i \right] (\bmod p_1 \cdot \dots \cdot p_m),$$

де B_i – елементи ортонормованого базису, $\Delta \varphi_i = 2\pi / p_i$, d_0 – квант вимірювання відстані, а m значень частот сигналів обернено пропорційні модулям СЗК $(p_1, \dots, p_m)$.

Поєднання можливостей СЗК та багатоскального фазового методу вимірювання надає останньому унікальну властивість – можливість виявлення і виправлення грубих помилок, що розширює сфери застосування фазового методу вимірювання за рахунок збереження працездатності за менших відношень сигнал/шум.

Ключові слова: фазовий метод, неоднозначність, модулярна арифметика.

УДК 378.146

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВІМІРЮВАННЯ РІВНЯ ТРУДНОСТІ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ НА ОСНОВІ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ

Кравченко О. А., Яремчук Н. А., Моніт Ю. О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: yuliyuli199483@gmail.com

При визначенні рівня навченості за результатами тестування використовуються тестові завдання, які носять назву «контрольно-вимірювальних матеріалів» (КВМ). Одним з основних параметрів, за якими атестуються КВМ, є їх трудність. За теорією параметризації КВМ або теорією IRT між параметрами тестування: ймовірністю правильної відповіді, рівнем навченості θ і трудністю КВМ δ , встановлюється відношення комбінування або відповідна модель опитуваного, зокрема модель Раша. Тоді рівень навченості і трудності тестових завдань вимірюють у відповідності зі співвідношеннями:

$$\theta = \ln \frac{n_g}{k - n_g}, \quad \delta = \ln \frac{n - n'_g}{n'_g};$$

де k - кількість запитань в тесті, n - кількість опитуваних, n_g - кількість правильних відповідей опитуваного на питань, n'_g - кількість правильних відповідей на тестове завдання у опитуваних.

Вимірювані величини θ і δ подаються в умовних одиницях – логітах. Шкала інтервалів має 0 посередині і характеризується нерівномірністю.

Невизначеність вимірювання різна для різних відміток шкали. Але в теорії параметризації використовують усереднене за шкалою значення середнього квадратичного відхилення похибки вимірювання або стандартної невизначеності, що становить $2,6/\sqrt{n}$ для трудності і $2,6/\sqrt{k}$ для рівня навченості. Тому при обмеженості кількості опитуваних n або малій кількості завдань k невизначеність вимірювання стає недопустимо великою за одним сеансом тестування. В роботі пропонується два підходи до підвищення точності: перший – об’єднання даних кількох тестувань або даних моніторингу, другий – рандомізація даних першого тестування при неможливості повторення результатів тестування.

При першому підході перевіряється пов’язаність ординальних даних кількох тестувань за допомогою критерія конкордації (для декількох тестувань) і критерія Спірмена (для двох тестувань). Після перевірки ординальні дані тестувань поєднуються, а подальші обчислення значень трудності виконуються з переходом в шкалу інтервалів в логітах.

Другий підхід застосовується для даних одного тестування. Розроблено алгоритм штучного розмноження вибірки тестування або рандомізації, в результаті чого ми отримуємо дані декількох штучних тестувань, які поєднуються з даними первісного тестування. Алгоритм побудовано з використанням моделі Раша, біноміального розподілу і моделі нестабільності латентного параметру при тестуванні. Розроблений алгоритм пройшов верифікацію.

Ключові слова: рандомізація, невизначеність, трудність, тестові завдання.

УДК 621.3.049.77

ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДИСПЛЕЇВ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ

Муравйов О. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: stals98@ukr.net

В останні десятиліття суттєві досягнення в галузі фізичного матеріалознавства та фізики твердого тіла були пов’язані зі створенням і використанням наносистем. На сьогоднішній день актуальним стає завдання систематизації основних характеристик наноструктурних матеріалів з метою розгляду перспектив їх подальшого розвитку та застосування в різних сферах промисловості, в тому числі і при виробництві дисплеїв приладів та пристроїв. Метою даної роботи є аналіз, виявлення основних проблем, а також найбільш перспективних з прикладної і наукової точок зору тенденцій в нанотехнологіях, які застосовуються в конструкціях сучасних дисплеїв.

Одним з найбільш відомих напрямків застосування наноматеріалів за останні роки є використання срібних нанодротів для виготовлення електропровідного шару сенсорних дисплеїв, що дозволяє значно збільшити гнучкість і прозорість таких елементів, тим самим підвищуючи контрастність та роблячи можливим створення закруглених дисплеїв або навіть таких, що згортаються в рулон. Ця технологія стала основою так званої гнучкої електроніки і в найближчий час дозволить в промислових масштабах виробляти надзвичайно міцні, компактні дисплеї різного призначення з високою якістю зображення.

У зв'язку з прогресом лазерних та світлодіодних технологій в останнє десятиліття одержали якісний стрибок у розвитку Head-Up-дисплеї - системи, що дозволяють виводити інформацію на прозорі поверхні, які знаходяться у фокусі поля зору людини, поверх оточуючих об'єктів у вигляді додаткового віртуального зображення.

Розширення номенклатури штучних вуглецевих наноматеріалів та їх аллотропних модифікацій дозволило якісно поліпшити тверdotільну мікроелектроніку впровадженням елементів, що мають високу електропровідність і малу масу, таких як транзистори, логічні вентиля і нанодроти. Застосування вуглецевих нанотрубок в дисплеях з електронною емісією виведе їх на принципово новий рівень розвитку.

Таким чином, концентрація наукових досліджень в напрямках розвитку перспективних наноматеріалів, таких як вуглецеві нанотрубки і срібні нанодроти, незабаром дозволить вивести технологію промислового створення дисплеїв на рівень наноелектроніки та отримати нові принципи формування зображення.

Ключові слова: нанотехнології, дисплей, мікроелектроніка.

UDC 620

PRECISE MEASUREMENT OF TIME DELAY OSCILLATION

Maievskiy S. M.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

E-mail: smayevskyy@ukr.net

In many technical tasks it is important to determine the time delay of informative harmonic signal with high accuracy. As example the necessity such measurement can be consider the evaluation solutions concentration by calculation the significant of velocity ultrasonic oscillation on known its distance propagation [1, 2].

The direct measuring of small time delay of ultrasonic signal take into account short distance propagation don't permit receive desirable accuracy. In such situation more effective is measuring time delay by determination of phase shift signal on stable frequency f . Herewith it is necessary to determine as rule cumulative phase shift θ^0 :

$$\begin{aligned}\theta^0 &= N360^0 + \varphi^0, \\ 0 &\leq \varphi^0 \leq 360^0\end{aligned}\quad (1)$$

Here N – a number of phase cycles 360^0 ; φ^0 - is phase shift of fluctuation what we can to measure.

The number of full phase cycles N can be determined by measuring phase of two different frequency ultrasonic signals what pass in material testing material by identical way. The significance second frequency must be elected from condition so that of phase increase have to be less than 360^0 .

Increase of ultrasound frequency from f to $(f + \Delta f)$, where $(\Delta f \ll f)$ is guarantee permanence of ultrasound velocity ensures rise of phase sheet from φ^0 on $\gamma^0 > \varphi^0$. Increasing of phase sheet owing to increase the frequency have be less than on 360^0 but we really use double reserve: $(\gamma^0 - \varphi^0) \leq 180^0$.

We have to take into account possibility of crossing in next phase cycle when phase φ^0 is near 360^0 . In such case is fairly another equation:

$$\theta^0_1 = N360^0 + \{\gamma^0 - 180^0 [\text{sgn}(\gamma^0 - \varphi^0) - 1]\}. \quad (2)$$

Number N we can determine as whole number according next equation:

$$N = \left\lceil \frac{\{\gamma^0 - 180^0 [\text{sgn}(\gamma^0 - \varphi^0) - 1]\}f - \varphi^0(f + \Delta f)}{360^0 \Delta f} \right\rceil. \quad (3)$$

Thus take into account nearness the frequencies f and $f + \Delta f$ is right next equation:

$$\tau = \frac{N360^0 + \varphi^0}{360^0 f} = \frac{N360^0 + \gamma^0}{360^0 (f + \Delta f)}. \quad (4)$$

Keywords: measuring, ultrasound frequency.

References

- [1] S. Maievskyi. Precise measuring of ultrasonic velocity. Rewiew of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation. Iowa state university.2001.
- [2] С. М. Масєвський, “Прецизійне вимірювання швидкості ультразвукових коливань як метод оцінки напружень та утоми конструкційних матеріалів”, *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, №2, 2015, с. 26 – 29.

УДК 621.79: 620.111.1: 006

НОРМУВАННЯ РОЗМІРІВ ПОВЕРХНЕВИХ ПОР НАПАЙКИ З УМОВ ТЕХНОЛОГІЇ, КОНСТРУКЦІЇ, МАТЕРІАЛУ ТА ДОСТУПНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

*Григоренко В. А., Лазебний В. М., Несін В. В.
ІСТЕ СБУ, Київ, Україна
E-mail: witnes@ukr.net*

Ручне напаявання шару припою до 4 мм на латунну основу товщиною 1 ... 3 мм (Рис.1.) супроводжується виникненням пор [1] діаметром від 0,1 до 3 мм. Повного виключення дефектів вказаного типу, за умови застосовуваної технології формування м'якого прошарку електричним паяльником, досягти складно. Постає необхідність нормування допустимості поверхневих пор.



Рис. 1.

Зважаючи на зазначені розміри конструкції та переважно немагнітні властивості матеріалів, застосування ультразвукового та магнітного методів контролю недоцільне. Рентгенівський контроль не може застосовуватись через значні не виправдані для малосерійного виробництва організаційні витрати [2]. Дефекти з малим розкриттям, що виявляються капілярним контролем, на стійкість роботи конструкції не впливають. Можливості візуального контролю визначаються розмірами дефектів від 0,1 мм за умови освітленості більше за 500 люкс [3].

Доцільними для виправлення запаюванням є пори з $\varnothing 0,15$ мм і більші.

Виходячи з наведених міркувань, визначальними для нормування допустимості пор ($< \varnothing 0,15$ мм) є: розміри та робото-спроможність конструкції, застосовувані матеріали, технологія виробництва та контролю.

Ключові слова: паяння, поверхневі дефекти, контроль, умови нормування

Література

- [1] О. Є. Каглинський, С. Л. Лахтадир, В. В. Несін, “Характерні відхилення механічних властивостей, дефекти термообробки та паяння латуні ЛС59-1”, на *XI Всеукр. наук.-техн. конф. Досконалість зварювання – комплексний підхід*, Київ, 2017, с. 9.
- [2] В. В. Несін, “Обов'язкові процедури у роботі рентгенівської лабораторії”, **[Електронне видання]** на *V Міжнародної наук.-практ. конф. студентів аспірантів та молодих вчених Екологія. Людина. Суспільство*, Київ, 2002, с. 495-496.
- [3] В. В. Несін, “Нормування умов здійснення органолептичного контролю якості об'єктів підвищеної небезпеки”, на *XIII Міжнар. наук.-практ. конференції студентів, аспірантів та молодих вчених Екологія. Людина. Суспільство*, Київ, 2010, с. 303-304

УДК 620.179.16: 620.179.17

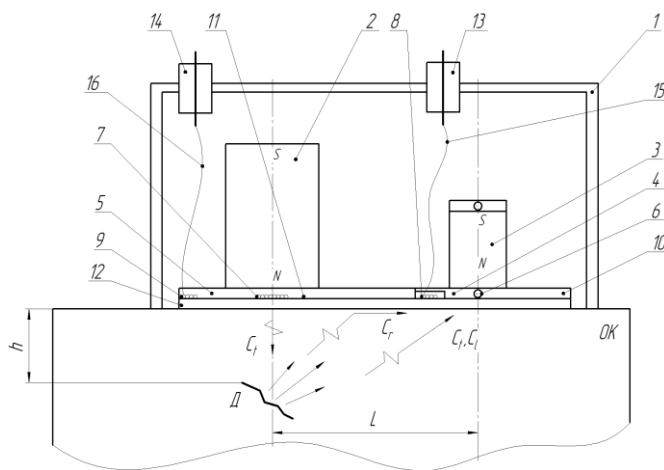
УЛЬТРАЗВУКОВИЙ РОЗДІЛЬНО – ПОЄДНАНИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНО - АКУСТИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ФЕРОМАГНІТНИХ МЕТАЛОВИРОБІВ

Плеснецов С. Ю., Загребельний В. В., Загребельна А. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Харків, Україна

E-mail: s.plesnetsov@gmail.com



Конструкція ЕМАП для високоефективного ультразвукового контролю феромагнітних виробів

Розроблено новий ЕМА перетворювач, схема якого наведена на рисунку. На рис. позначені елементи ЕМАП: 1 – корпус; 2 – джерело постійного поляризуючого магнітного поля; 3 – джерело постійного поляризуючого магнітного поля; 4 – приймаюча котушка індуктивності з робочою 6 та неробочою 8 ділянками; 5 – збуджуюча котушка індуктивності з робочою 7 та неробочою 9 ділянками; приймаюча високочастотна котушка 4 індуктивності розміщена в неелектропровідній

неферомагнітній основі 10; збуджуюча високочастотна котушка 5 індуктивності розміщена в неелектропровідній неферомагнітній основі 11; 12 – протектор; 13 і 14 – з'єднувачі; 15 і 16 – з'єднувальні провідники; ОК – об'єкт контролю.

Якщо в зоні збудженого акустичного поля на глибині h буде знаходитися дефект D , то за рахунок дифракції на його поверхні будуть збуджені хвилі різних типів. В результаті в поверхневому шарі металу ОК під полюсом другого джерела 3 поляризуючого постійного магнітного поля з'являться три типи хвиль: поверхнева (Релея) зі швидкістю розповсюдження C_r , поперечна зі швидкістю розповсюдження C_t та поздовжня, зі швидкістю розповсюдження C_l . Взаємодія вказаних хвиль з магнітним полем другого джерела 3 збудить над поверхнею металу ОК електромагнітне поле. Це поле наведе ЕРС в робочій ділянці 6 приймаючої високочастотної котушки 4 індуктивності і не наведе ЕРС в робочій ділянці 8 приймаючої високочастотної котушки 4 індуктивності.

При такій конструкції приймається імпульс, який несе інформацію про дефект D . Він з'являється в часовій площині після закінчення перехідних процесів в елементах дефектоскопа і буде обов'язково зареєстрований приладом контролю. Експериментально встановлено, що розроблений ЕМАП

гарантує виявлення дефектів, які знаходяться на глибинах 0...30 мм від поверхні ОК.

Ключові слова: електромагнітно-акустичний перетворювач, дефект, об'єкт контролю.

УДК 371.134

COMPUTER SIMULATION FEATURES OF THE ACTIVE INFRARED TESTING

Protasov A. G.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

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

New materials are widely used in modern aircraft construction. They are characterized by high strength and low specific gravity. In aircrafts of the latest generation they are used in the fuselage, wing, keel and other parts of aircraft. Bearing structures of the aircraft, such as honeycomb panels, are made from aluminum alloys and aluminum foil. Some panels are made of polymer composite materials with paper filler. The principal defects of honeycomb sandwiches are the detachment of the cover from the filler due to the non-glueing or crushing of the cells. These defects can arise during the operation or crushing of the honeycombs. Recently, for the diagnostics of composites honeycomb structures, the active thermal method of testing (active thermography) began to be applied, which allows to determine a defect in the material structure [1] and has certain advantages in comparison with traditional methods [2]. This method is applied successfully to inspection the condition of aircraft structural elements in companies such as Airbus Industry and Boeing. However, there are some problems connected to flaw detection in honeycomb structures which made of aluminum alloys and composites. Aluminum constructions have high thermal conductivity, which provides transience of all heat processes and this makes difficulties for the testing procedure. Composite structures keep high temperature after heating for a long time. It enables to get more precise testing result. Thus, the different honeycomb structures need to be inspected by the different modes of testing.

Considering this circumstance, it is proposed to research the features of the active infrared thermography for inspection of multilayer structures using 3-D computer simulation. The results of which can be used to construct neural networks for the state diagnostics of the structures [3].

Keywords: computer simulation, composite structures.

Reference

- [1] Protasov A. “Application of FEMLAB Software for Simulation of the Thermal Method for Nondestructive Testing”. In: Proceedings of the Annual Conference and Exposition ASEE, Austin, Texas, USA, 2009. Available online at <https://peer.asee.org/4591>.
- [2] Протасов А. “Комп'ютерне моделювання процесів теплового контролю для студентів спеціальності «Неруйнівний контроль та технічна діагностика»”. Інформаційні технології і засоби навчання. 2009, № 2 (10), [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.ime.edu-ua.net/em10/emg.html>.

- [3] Н. І. Бурау, А. Г. Протасов, П. С. Мироненко, С. С. Рупіч, “Синтез нейронної мережі для багатоканальної діагностики елементів конструкції в експлуатації”, *Методи та прилади контролю якості*, №2(35), с. 83-93, 2015.

УДК 620.179.14

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ УПРУГОГО МОМЕНТА ВАЛА

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А.А., Салиба Абдель Нур
*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків, Україна*

*E-mail: gorkunov@kpi.kharkov.ua, lsg@kpi.kharkov.ua, anta3101@gmail.com,
abdel.nour.saliba@gmail.com*

В процессе безаварийной эксплуатации энергетического оборудования возникает задача определения фактического напряженно-деформированного состояния отдельных узлов и агрегатов. В этом плане представляет интерес выявление участков конструкции наиболее подверженных деформации в динамическом режиме работы.

Постоянный бесконтактный контроль механической деформации приводных валов наиболее предпочтительно определять с помощью электромагнитного преобразователя (ЭМП), так как он имеет выходной электрический сигнал, функционально связанный с механическими напряжениями в металлическом приводном валу.

Данная работа посвящена разработке бесконтактных электромагнитных преобразователей для контроля механических напряжений возникающих в приводных валах.

Исходя из закономерности, полученной академиком Н. С. Акуловым, все упругие эффекты для поликристаллических тел в области прямолинейной части кривой намагничивания пропорциональны первой степени деформации и квадрату магнитной индукции для ферромагнитных материалов. На этом законе основан принцип действия любого магнитоупругого преобразователя.

Для увеличения магнитоупругой чувствительности необходимо выбирать материал образца с малыми величинами магнитной индукции насыщения и с большими значениями магнитной проницаемости, деформации насыщения. Такими являются магнитомягкие материалы.

При наличии деформации (растяжение или сжатие), помимо магнитоупругого эффекта, существует и тензорезистивный эффект, заключающийся в том, что при деформации (или механических напряжениях) материала образца изменяется его электрическое сопротивление, т.е. изменяются удельное электрическое сопротивление ρ .

Из вышеизложенного следует, что магнитоупругий и тензорезистивный эффекты существуют одновременно в токопроводящих материалах.

Разработанный электромагнитный преобразователь, в силу объединения в нем магнитоупругого и тензометрического эффектов, легко адаптируется при определении механических моментов скручивания, возникающих в цилиндрических изделиях различных по сортаменту ферромагнитных металлах с преобладанием одного из этих эффектов.

Ключевые слова: электромагнитный преобразователь, механические напряжения, магнитоупругий эффект.

УДК 681.518.5+519.25

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБНАРУЖИТЕЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ УТЕЧКИ НА ОСНОВЕ КУМУЛЯНТНОГО АНАЛИЗА

Полобюк Т. А.

Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина

E-mail: polobyuk@gmail.com

Одним из направлений шумовой диагностики является акустическое контактное течеискание. Обнаружители утечек построены, как правило, на корреляционно-спектральных алгоритмах, или с использованием опорного сигнала, и исходя из предположения о гауссовском законе распределения исследуемого сигнала утечки. Последние исследования показали, что сигнал утечки в трубопроводе может иметь негауссовский характер. Поэтому актуально построение правила обнаружения акустических сигналов утечки базируясь на их законе распределения. В работе [1] предложен способ обнаружения утечки жидкости в трубопроводах основанный на кумулянтном анализе. Данный способ предусматривает установление на трубопроводе электроакустических преобразователей, регистрацию сигналов преобразователей, их обработку с одновременным измерением их одномерных кумулянтных функций и взаимной корреляционной функции, по которым выдается решение о наличии или отсутствии утечки жидкости. Целью работы является апробация предложенного на основе кумулянтного анализа критерия обнаружения сигналов утечки в трубопроводе.

Проведены исследования алгоритмов обнаружения утечек жидкости реализованных в компьютеризированной системе обнаружения на основе экспериментально полученных акустических сигналов утечки и помех. Сигналы утечки зарегистрированы с созданной установки для физического моделирования утечки, при давлении 6 атм и насадке со сквозным цилиндрическим отверстием диаметром 1 мм. Помеха регистрировалась с трубопровода теплового пункта Института технической теплофизики при давлении 7 атм.

Исходя из спектрального анализа сигналов и помех для повышения

чувствительности обнаружения используется полосовая фильтрация процессов в частотном диапазоне 5...10 кГц. Исследовано влияние фильтрации на зависимость отношения сигнал-помеха от расстояния. Исследовано влияние расстояния до места утечки на значения оценок кумулянтов и кумулянтных коэффициентов профильтрованных акустических сигналов. Проверено выполнение исследуемых критериев обнаружения по полученным оценкам первых шести кумулянтов и кумулянтных коэффициентов.

Ключевые слова: акустическое контактное течеискание, обнаружение шумовых сигналов, кумулянтный анализ, экспериментальные исследования.

Литература

- [1] В.П. Бабак, О.І. Красильников, Т.А. Полобюк, "Спосіб виявлення витоків рідини в трубопроводах" Патент Україна, МПК F17D 5/02; G01N29/14; G01M 3/04; G01M 3/24 (2006.01). № 112139. Лип. 25, 2016.

УДК 004.932

МЕТОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Муравйов О. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: stals98@ukr.net

Останнім часом стрімко розвиваються технології в галузі кібернетики, зокрема, теорія і технологія комп'ютерного зору. Важливою складовою цієї технології є оптичні системи виявлення та розпізнавання об'єктів. Їх основним завданням є реєстрація оптичного випромінювання від об'єкта з подальшою передачею сигналу іншим підсистемам для попередньої обробки, виділення деталей, сегментації і високорівневої обробки отриманих зображень.

На даний момент найбільш сучасними та перспективними є системи, що використовують для виявлення об'єктів такі методи обробки зображення:

- метод опорних векторів (SVM - support vector machine) - перенесення вихідних векторів в простір більш високої розмірності і пошук розділяючої гіперплощини з максимальним зазором в цьому просторі.
- гістограми спрямованих векторів (HOG - Histogram of Oriented Gradients) - алгоритм, при якому ділянки зображення об'єкта описуються у вигляді діаграми розподілу градієнта інтенсивності або спрямованості країв.
- виявлення плям (blob detection) - метод ґрунтується на сегментації цифрового зображення на області, що відрізняються за певними ознаками (інтенсивність, колір) від навколишнього фону.

При обробці зображень за допомогою перерахованих методів активно використовуються нейронні мережі (зокрема ті, які самонавчаються), що створює додаткові перспективи для подальшого розвитку таких систем. В останні 10 років нейронні мережі та комп'ютерний зір розвивалися

неймовірними темпами. Системи такі як deep learning використовуються сьогодні для обробки зображень і відео, а також для розпізнавання образів та осіб. У разі комп'ютерного зору необхідна велика кількість прихованих нейронних шарів, тільки тоді система буде осмислено розпізнавати те, що вона бачить. Сучасні глибинні рекурентні нейронні мережі містять більше 200 шарів і мають зворотній зв'язок, призначенням якого є передача на вхід або на якийсь із її шарів попереднього стану системи. Такі технології використовуються для розпізнавання облич, емоцій, відео та вирішення більш складних задач.

Сьогодні комп'ютерний зір широко застосовується при відеоспостереженні, виявленні та моделюванні об'єктів, орієнтації в просторі, в медицині, топографії і робототехніці та з кожним днем перелік сфер його використання збільшується.

Ключові слова: обробка зображень, комп'ютерний зір, розпізнавання об'єктів.

УДК 378

З ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ГРУПОВОЇ ЕКОФАСИЛІТАЦІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАКТИКУМІВ З КОМП'ЮТЕРНИХ ДИСЦИПЛІН

Лашко О. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: e.lawko@kpi.ua

Останнім часом все більше відчутна потреба у пошуку нових форм організації освітнього процесу у технічних вищих навчальних закладах. Рішенням нових задач стають сучасні напрацювання щодо психологічних та педагогічних засад підготовки фахівців технічної галузі.

У [1], [2] розглядаються можливості впровадження принципів сучасної практичної психології, а саме екопсихологічної фасилітації, в організації навчального процесу.

Наступним етапом дослідження стало практичне застосування викладених у [1], [2] принципів екологічності в організації практикумів з комп'ютерних дисциплін. Нині триває впровадження групової екофасилітації як форми супроводу експериментальної групи студентів в процесі опанування ними кредитного модулю «Чисельні методи». Раніше метод групової екофасилітації успішно застосовувався у підготовці фахівців психологічних, педагогічних та інших споріднених професій. Однак в організації навчання фахівців технічної галузі він застосовується вперше.

Попередній аналіз апробації групової екофасилітації як методу організації навчальних занять з комп'ютерних дисциплін дає можливість зробити певні висновки. По-перше, даний метод дозволяє розподіляти відповідальність за процес між викладачем і студентами, що притаманне для будь-якої форми конструктивної взаємодії; по-друге, застосування групової екофасилітації

призводить до посилення проявів ефектів самоорганізації групи під час занять; по-третє, під час проведення групових занять в екофасилітативному підході нерідко виникають ситуації «глухого кута», які є невід’ємною частиною взаємодії та спричиняють нові витки групової активності; по-четверте, метод дозволяє значно розширити різноманітність способів розв’язку навчальних задач з урахуванням особливостей логічного мислення кожного студента, що забезпечує індивідуальний підхід у навчанні групи.

Ключові слова: групова екофасилітація, комп’ютерний практикум, навчання.

Література

- [1] О. В. Лашко, “До питань трансформації системи вищої технічної освіти. Довіра у процесі формування екологічного освітнього простору”, на *конф. Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти*, випуск 16 (59), Рівне, с. 93-95, 2017.
- [2] О. В. Лашко, “Формування екологічного освітнього простору при підготовці фахівців з неруйнівного контролю”, на *1-ша наук.-техн. конф. з міжнародною участю Неруйнівний контроль в контексті асоційованого членства України в Європейському Союзі*, Люблін, Польща, 2017, с. 49-51.

УДК 53.082.4

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТАКТУ П’ЄЗОДАТЧИКА З КОРОЮ ДЕРЕВА

Топтун А.В., Бондаренко Ю.Ю.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: Anna_lapochka@bigmir.net, julybo110976@gmail.com

Оцінка якості деревини та дослідження дерев на наявність гнилі та порожнин являє собою одну з основних задач арбористики. З цією метою

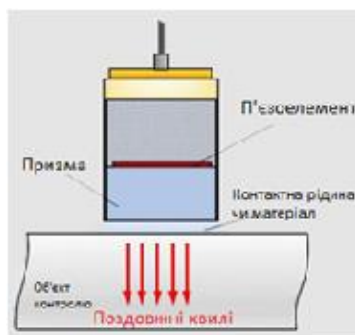


Рис.1 – Загальний вид УЗ датчика

можуть бути використані ультразвукові (УЗ) датчики на основі п’єзоелементів. При використанні п’єзодатчиків у дослідженнях об’єктів, що мають шорстку поверхню, виникає необхідність забезпечення щільного контакту між датчиком та об’єктом дослідження (рис.1), оскільки наявність зазорів призведе до втрати потужності УЗ випромінювання через поглинання УЗ коливань повітрям. У випадку дослідження деревини, об’єкт дослідження може мати досить великий розкид шорсткості поверхні, оскільки кора дерева може мати як і відносно гладку поверхню (наприклад, сосна, липа),

так і досить шорстку (тополя, горіх).

Проблема забезпечення якісного акустичного контакту для проходження УЗ коливань між датчиком та об’єктом дослідження, зазвичай, вирішується за рахунок використання контактних рідин чи матеріалів, які заповнюють повітряні зазори, забезпечуючи при цьому якісну провідність ультразвуку, та обумовлюється галуззю застосування.

У випадку з деревиною, на жаль, неможливо обмежитися одним універсальним засобом забезпечення якісного контакту, оскільки шорсткість буде постійно змінюватися від одного об'єкту дослідження до іншого.

Дослідження показали, що за умови відносно малої шорсткості кори дерева, достатнім буде використання акустичних контактних рідин, які при цьому повинні бути достатньо густими для попередження розтікання по вертикальній поверхні дерева, а також повинні мати гарну акустичну провідність. Таким вимогам можуть відповідати, зокрема: гліцерин, селікон або епоксидна смола.

Щодо дослідження дерев з корою великої шорсткості з глибокими впадинами, то в цьому випадку для забезпечення якісного контакту необхідним буде використання контактної матеріалу з малим коефіцієнтом поглинання ультразвуку, для забезпечення проходження УЗ коливань з мінімальними втратами, а також з пластичною структурою для забезпечення кращого контакту. Для УЗ дослідження в такому випадку можна використовувати гуму або паралон, просочений концентрованим розчином графіту.

Ключові слова: неруйнівний контроль, ультразвук, дерева, контактна речовина чи матеріал.

УДК 621.336.2; 620.179.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИГОТОВЛЕНИХ З РІЗНИХ ТИПІВ П'ЄЗОКЕРАМІКИ

Павленко Ж. О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: Zh pavlenko947@gmail.com

Створення і оптимізація систем мікропереміщень мініатюрних об'єктів стосується також медицини і зокрема офтальмології. Тут мікропереміщення використовуються при здійсненні малоінвазивних лазерних операцій, наприклад при зварюванні сітківки ока чи фотокоагуляції (випаровуванні)

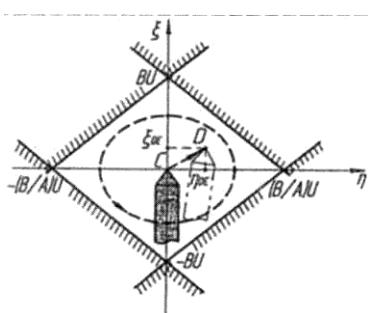


Рис. 1 Область переміщення
робочого органу

внутрішніх очних новоутворень. Здебільшого величини необхідних мікропереміщень - до 0,1мм, а бажана точність $\pm 0.5\text{мкм}$. Створення таких переміщень робочих органів мікроманіпуляторів можливо реалізувати в тому числі і електроприводами з біморфними п'єзоперетворювачами (ПП) де використовуються деформації згину багат шарових структур і точність переміщень $\pm 0,5\text{мкм}$, більша у порівнянні з

іншими ПП, працюючими на розтяг-стиск. Існує розроблена теоретична схема і математичний апарат (1) для опису процесу з урахуванням власних параметрів

(як електричних, так і геометричних) п'єзокераміки різних типів. Досліджувався вплив власних параметрів деяких п'єзоматеріалів та варіацій розмірів конструкції, її конфігурації, на величину вихідних мікропереміщень. По розрахункам отримано результати: величина переміщень та форма робочої зони залежить від типу п'єзоматеріалу (табл.1); при збільшенні деяких геометричних розмірів, наприклад довжини пластини, область переміщень робочого органу збільшується (рис.1).

Табл. 1 Діапазони переміщень по осях η та ξ

П'єзоматеріал	Вісь η (мм)	Вісь ξ (мм)	П'єзоматеріал	Вісь η (мм)	Вісь ξ (мм)
ТБК-3	0,2197	0,38028	ЦТСНВ-1	0,02136	0,57862
ТБКС	0,26504	0,33494	PZT-4	0,09554	0,50444
НБС-1	0,16892	0,43106	PZT-5	0,01972	0,29013
ЦТС-19	0,09226	0,50772	PZT-5H	0,08894	0,51104
ЦТС-24	0,1516	0,44838	PZT-7A	0,20074	0,39924

Ключові слова: мікропереміщення, п'єзоперетворювач.

Література

- [1] А. Б. Смирнов, Мехатроника и робототехника. Системы микроперемещений с пьезоэлектрическими приводами: учеб. пособие. СПб.:СПбГПУ, 2003.

УДК 62-503.54

СИНТЕЗ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА «ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ – БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

Литвинов А. А., Морозов А. М., Недогарок В. А., Анищенко Н. В.

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

E-mail: andrey_litvinov2011@ukr.net

Настоящая работа основывается на рекомендациях и целях, поставленных согласно [1]. Работа предполагает анализ научно-технической информации, выполнение задач по созданию бесколлекторных электроприводов.

В самом общем случае бесколлекторным можно назвать любой электропривод, в котором регулирование режима работы электродвигателя производится с помощью управляемых вентильных преобразователей электрической энергии: выпрямителя, импульсного регулятора постоянного тока, преобразователя частоты. В более узком, общепринятом смысле вентильный электропривод или вентильный двигатель представляет собой

систему, в якій об'єднані синхронна електрична машина, як правило, з возбужденням від постійних магнітів, електронний комутатор (інвертор), за допомогою якого здійснюється живлення обмоток якоря машини, і система автоматичного управління інвертором, оснащена необхідними вимірними пристроями (датчиками).

Благодаря своїм високим експлуатаційним характеристикам, вентильні двигачі є найбільш перспективними електричними машинами в діапазоні малих і середніх потужностей, особливо – для моментних систем електропривода.

В даному проекті розроблені наступні системи управління: система підпорядкованого регулювання “широтно-імпульсний перетворювач - безконтактний двигач постійного струму” (ШИП-БДПТ), маюча контур струму, швидкості і положення; одноконтурна система стабілізації швидкості (ССС); система стабілізації швидкості шляхом ФАПЧ з коригуючим пристроєм, синтезованим частотним методом; система стабілізації швидкості шляхом ФАПЧ синтезована методом модального управління; двоконтурна система стабілізації швидкості з дискретними регуляторами

Ключові слова: електропривод, широтно-імпульсний перетворювач, безколекторний двигач постійного струму, система підпорядкованого регулювання швидкості, система стабілізації швидкості, фазова автонастройка частоти.

Література

- [1] Задання к виконанню бакалаврського проекту по дисципліні «Автоматичне управління електроприводами» // Сост. Акимов Л.В., Богданова Н.В. Харків, НТУ ХПІ, 1991 – 24 с.

УДК 621.336.2; 620.179.1

ВИКОРИСТАННЯ В АПАРАТАХ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ РУШІЙНИХ ПРИСТРОЇВ НА КРОКОВИХ ТА П'ЄЗОДВИГУНАХ

Павленко Ж. О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: Zhupavlenko947@gmail.com

В автоматизованих системах нерушійного контролю, в апаратах медичного призначення важливе значення мають різні механічні пристрої, що здатні переміщувати вихідний робочий орган (РО) чи первинний перетворювач (ПП) на певну відстань за призначеною траєкторією з певною швидкістю та точністю. Необхідні робочі переміщення здійснюються найчастіше кінематичними ланцюгами, що складаються з двигунів і за потреби - пристроїв передачі і перетворення руху. Аналізуючи можливості існуючих двигунів та ланцюгів передачі руху, зроблено висновок про те, що традиційні електромашинні виконавчі пристрої в даному напрямку свої можливості вичерпали і необхідний

перехід на інший технологічний рівень із застосуванням нових матеріалів, інших фізичних ефектів і конструктивних рішень

Нами провадилися дослідження перспективності використання рушійних пристроїв з застосуванням крокових та п'єзодвигунів і механічних ланцюгів на їх основі в різних пристроях і для різних цілей. Зокрема для створення дозованих (крокових) переміщень вихідних ланок систем медичного призначення - дослідження реабілітаційного пристрою для пасивного відновлення гомілковостопного суглоба.

Метою є вивчення можливості створення модуля, призначеного для примусового відтворення плантарного згинання та розгинання стопи. При цьому вирішувались задачі здешевлення пристроїв шляхом максимального застосування стандартних вузлів та елементів, оптимізації створення конструкторської документації.

На відміну від існуючих конструкцій для прискорення реабілітації та процесу відновлення організму в модулі пропонується додатково використовувати акупунктуру для стимуляції певних біологічно активних точок на стопі людини. Розроблена схема конструкції та алгоритм керування.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – оптимізація конструкції та двигунів для здійснення керованих рухів РО медичних апаратів.

Ключові слова: медичні апарати, робочий орган, переміщення, крокові та п'єзодвигуни, відновлення суглобів.

Література

- [1] А. К.Платонов [и др.], Биомехатронные элементы стимулятора стопы человека. Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2011. № 38. 32 с. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2011-38>

УДК 620.179.16

УЛЬТРАЗВУКОВІ ВИТРАТОМІРИ ПАЛИВА НА ТРАНСПОРТІ

*Баженов В. Г., Івасик Ю. В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: vgbazhenov@gmail.com*

Зі зростанням цін на паливо зростають вимоги і до систем контролю витрат палива на транспортних засобах, це особливо стосується великих аграрних компаній, а також компаній які займаються вантажоперевезеннями.

Стаціонарні електромеханічні системи контролю рівня палива в баку не відповідають сучасним вимогам, а саме мають низьку точність вимірювання поточних витрат, бо призначені для виміру абсолютного значення рівня палива, крім того не дозволяють вести дистанційний бездротовий контроль витрат в режимі «online».

Відомо, що використання ультразвуку, а також фазових методів перетворення вимірювальної величини в електричний сигнал дозволяє

виконувати такі вимірювання з достатньою точністю і отримувати необхідну інформацію в вигляді потоку цифрових кодів, яка за допомогою стандартних модулів систем GPRS може доставлятися до пункту призначення.

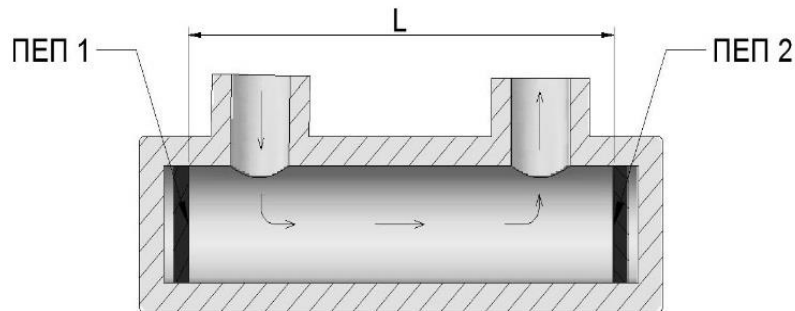


Рис. 1 Конструкція сенсора

Але трубки подачі палива до двигуна мають малий діаметр (біля 10 мм), що значно ускладнює реалізацію відомих схем вимірювання, тому пропонується наступна конструкція сенсора для вимірювання.

Така конструкція дозволяє розмістити п'єзоперетворювачі ПЕП1 та ПЕП2 достатнього діаметру, крім того таке розміщення перетворювачів збільшує чутливість сенсору, тому що, випромінювання ультразвуку відбувається безпосередньо в рідину і крім того під прямим кутом до площини перетворювача.

В докладі запропоновано алгоритм визначення витрат рідини для реалізації якого пропонується використовувати два сенсора (фактично два вимірювача) – один на основній магістралі подачі палива, а другий на зворотній. Отримано рівняння вимірювання витрат рідини через вимірювання різниці фазового зсуву УЗ сигналу в сенсорах в працюючому і зупиненому двигуні в обох вимірювачах. Виконано аналіз точності, який підтвердив високі метрологічні можливості запропонованого рішення.

Ключові слова: ультразвуковий, фазовий, витратомір палива, цифровий, на транспорті.

УДК 620.179.16

УЛЬТРАЗВУКОВА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗЛАМУ ЛЮДСЬКОЇ КІСТКИ

*Баженов В. Г., Богданов В. М.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: vgbazhenov@gmail.com*

Відомо що для контролю зламу людських кісток використовуються рентгенівські методи. Але це можливо в стаціонарних умовах, де для розміщення такої кошовної апаратури необхідні спеціально обладнані приміщення. Крім того при накладанні гіпсу при відкритих переломах кісток

часто виникає також необхідність в додатковому рентгенівському контролі місця злому. що як відомо не дуже бажано для людини.

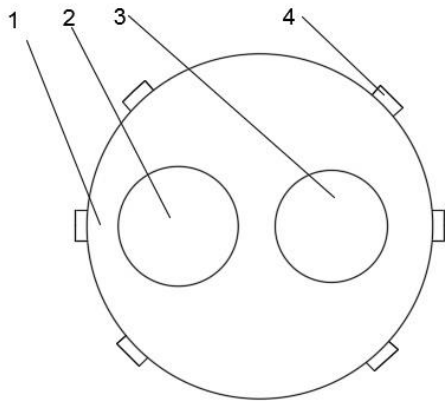


Рис. 1. Схематичне зображення положення датчиків на передпліччі: 1 – передпліччя, 2 – променева кістка, 3 – ліктьова кістка, 4 – лінійна антенна

Тому задача розробки мобільного мало коштовного приладу, який може використовуватися і в «польових» умовах для експрес контролю є актуальною.

Пропонується мобільна ультразвукова система контролю людської кістки, за допомогою котрої можна визначити злам або тріщину людської кістки, а також для визначення зміщення кісток.

Для реалізації такої системи пропонується використання групи лінійних ультразвукових решіток схема розміщення яких показана на рис.1.

Для пошуку зламу пропонується лінійне зміщення ультразвукового проміння під нахилом рис.2, причому для підвищення достовірності контролю пропонується випромінювання в двох напрямках одночасно на різних частотах 2.5МГц і 4МГц

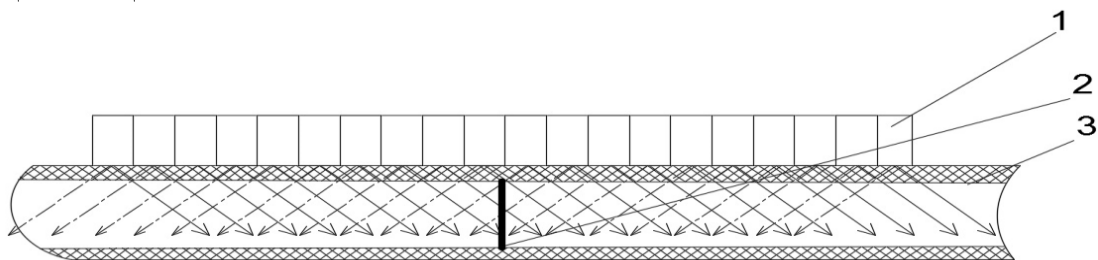


Рис. 2 Схематичне зображення пошуку зламу.

Ключові слова: ультразвуковий контроль, злам кістки.

УДК 620.179.16: 620.179.17

РОЗРОБКА ЕВРИСТИЧНОГО АНАЛІЗАТОРА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Злобін В.Ю., Березенко П.А.

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

E-mail: vitalik19960405@gmail.com, kolfyeld@gmail.com

В Україні, що багата природними ресурсами, існує розгалужена мережа нафто- і газопроводів. Однак експлуатовані мережі трубопроводів значною мірою зношені, що може приводити до масштабних катастроф, що мають

значні економічні й екологічні наслідки. Для того, щоб цього запобігнути необхідно проводити ремонт трубопроводів. Доцільною є вибіркова заміна ділянок, на яких розташовуються дефекти, що можуть стати причиною аварії. Першим кроком у рішенні цього завдання є пошук дефектів труб і визначення їх параметрів для оцінки ступеня небезпеки.

На цей час існує кілька методів неруйнівного контролю. Основними з них є: магнітний; вихрострумний; ультразвуковий.

В даній роботі розглядаються данні, що отримані завдяки магнітному способу неруйнівного контролю. Найважливішими завданнями є не тільки визначення наявності або відсутності дефекту, але визначення його типу й параметрів. Саме ця інформація необхідна для ухвалення рішення про небезпеку дефекту й способі його усунення.

Для рішення завдань дефектометрії сигнали, отримані від перетворювачів дефектоскопів, піддаються обробці спеціальними методами, серед яких:

- регресійний аналіз;
- генетичні алгоритми;
- обробка за допомогою штучних нейронних мереж.

У даній статті пропонується, як доречна альтернатива, використовувати для класифікації дефектів апарат нечіткої логіки.

Нечітка логіка (англ. fuzzy logic) – розділ математики, який є узагальненням класичної логіки і теорії множин. Уперше введений Лотфі Заде в 1965 році як розділ, що вивчає об'єкти з функцією належності елемента до множини, яка приймає значення у інтервалі $[0, 1]$, а не тільки 0 або 1. На основі цього поняття вводяться логічні операції над нечіткими множинами, і формується поняття лінгвістичної змінної, якою виступають нечіткі множини.

Предметом нечіткої логіки вважається дослідження суджень в умовах нечіткості, які схожі з судженнями у звичайному сенсі, та їх застосування у обчислювальних системах.

Дослідження можливості застосування апарату нечіткої логіки для рішення завдання класифікації дефектів і визначення їхніх параметрів показало, що цей спосіб класифікації значною мірою підвищує швидкість обробки даних у галузі дефектоскопії. Саме тому розробка апаратів нечіткої логіки у пакеті програмного забезпечення MATLAB - прогресивна и доречна робота для покращення роботи сучасних дефектоскопів.

Ключові слова: неруйнівний контроль, вихрострум, ультразвук, MATLAB.

УДК 620.179

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА В СИСТЕМАХ АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

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

В аналізі сигналів в системах діагностики та неруйнівного контролю (НК) застосовують інтегральні перетворення [1] – функціональні перетворення виду

$$F(x) = \int_C K(x, t) f(t) dt, \quad (1)$$

де C – скінченний чи нескінченний контур в комплексній площині, $K(x, t)$ – ядро інтегрального перетворення. Наприклад, ядро перетворення Лапласа $K(p, t) = \exp(-pt)$, де $p = s + i\sigma$ – комплексне число (i – комплексна одиниця), ядро перетворення Фур’є (ПФ) $K(\sigma, t) = \exp(-i\sigma t)$. За (1) функція-оригінал $f(t)$ змінної t (часто часу) перетворюється у функцію-зображення $F(x)$ іншої змінної. Наприклад, ПФ дозволяє перейти від дослідження неперервних в часі сигналів до їх образів – спектрів, що представлені набором чисел в частотній області.

Більшість перетворень виду (1) є зворотними. Математичні операції з зображеннями виконуються значно простіше, а пошук діагностичних ознак сигналів НК легше виконати для функцій-зображень.

В багатьох завданнях НК, зокрема ультразвуковому та вихрострумовому, необхідно визначати характеристики сигналів у часовій області, тобто в області представлення $f(t)$ [2]. До кола таких завдань належать: визначення затримки поширення сигналу в об’єкті контролю, визначення кореляційних інтегралів, статистичний аналіз характеристик сигналів і т.і. Такі можливості надає інтегральне перетворення Гільберта з ядром $1/\pi t$, яке формує зображення сигналу у часовій області і має зручну цифрову реалізацію [3].

В доповіді розглянуто особливості застосування перетворення Гільберта в аналізі сигналів НК, його переваги в ряді завдань перед ПФ. Зокрема під час сканування об’єкта контролю виникають локальні в часі збурення характеристик сигналів. В спектрі Фур’є такі зміни виявити значно важче, оскільки дефекти чинять вплив не на одну, а на цілий ряд частотних компонент. Крім того у випадку дискретного ПФ інтервал між суміжними частотними компонентами обернено пропорційний тривалості часу аналізу, збільшення якого веде до розширення спектру і ще більшого маскування дефектів. Крім того, у Фур’є-образі сигналу відсутній як аргумент час, що ускладнює локалізацію місця положення дефекту у динамічному режимі контролю.

Ключові слова: фазовий метод, перетворення Гільберта, неруйнівний контроль.

Література

- [1] Математическая энциклопедия / Гл. Ред. И.М. Виноградов, т.2 Д-Коо. – Москва: Советская Энциклопедия, 1979.
- [2] Ю. Ю. Лысенко, Ю. В. Куц, “Анализ информационных параметров сигналов импульсного вихретокового контроля”, *Приборостроение: Мат-лы кон.*, Минск, 2016, с. 88-90.
- [3] Річард Лайонс. *Цифровая обработка сигналов* : ООО «Бином-Пресс», 2007.

УДК 614.849

ГАЗОДИНАМІЧНІ ЗМІШУВАЧІ ГАЗІВ З КОМПЕНСАЦІЄЮ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ТИСКІВ

Кубара І.–Р. З., Теплюх З.М., Ділай І.В.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

E-mail: kaffakaffa32@gmail.com, atxp2010@gmail.com, divlv@ukr.net

Зростання потреби у різноманітних газових сумішах заданого складу зумовлене вдосконаленням існуючих і розробленням нових технологій в різних галузях. Значну частку сумішей використовують для перевірки (градування) газоаналізаторів та хроматографів, а також газоаналітичних систем на їх основі.

Газові суміші продукують різними методами, проте промислового поширення набув один із статичних – метод парціальних тисків. Однак приготування таким методом складних багатокомпонентних газових сумішей заданого складу та їх зберігання є ускладненим, а іноді і неможливим. Перспективним методом приготування складних газових сумішей є газодинамічний дросельний, на основі якого на місці споживання неперервно можна одержувати багатокомпонентні суміші заданого складу.

На синтез сумішей газодинамічним методом впливають різні фактори, найбільше з яких – зміни зовнішніх тисків: тиски джерел чистих компонентів, барометричного і тиску на виході пристрою. Ці зміни спричиняють відхилення параметрів роботи дозуючих дроселів від номінальних, що призводить до зміни концентрацій компонентів у суміші. Вплив зовнішніх тисків є суттєвим, тому їх зміни обмежують різними засобами стабілізації тисків, як правило, надлишкових на входах дозуючих дроселів, що є не завжди достатнім.

У роботі виконаний аналіз впливу тисків на концентрації компонентів одержуваних сумішей. Показано, що застосування типових стабілізаторів тиску в синтезаторі не забезпечує високої точності концентрацій компонентів приготуваної суміші. Граничні відхилення концентрації від змін тисків складають до 1% абс/кПа. Встановлено також, що вирівнювання тисків на кінцях дозуючих капілярів у схемі суматора призводить, щонайменше, до часткової компенсації впливу зовнішніх тисків. Повна компенсація впливу зовнішніх тисків може бути забезпечена вибором розмірів капілярів із одержаної в роботі системи рівнянь.

Застосування дозуючих капілярів, підібраних за розрахунком і капілярним номером, може спричиняти відхилення концентрації компонентів від завданих на рівні 4 % відн. Такі відхилення при потребі суттєво зменшують скороченням довжини одного з дозуючих капілярів за результатами вимірювального контролю концентрації компонента в синтезованій суміші.

Синтезатори із схемою вирівнювання тисків і капілярами, розміри яких визначені за компенсаційними залежностями, практично не залежать від впливу зовнішніх тисків і тому не потребують високоточних засобів їх стабілізації.

Ключові слова: капілярний змішувач, компенсація тисків, газові суміші.

УДК 620. 179. 14

КОНТРОЛЬ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МАТРИЧНЫМ ВИХРЕТОКОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Тюпа И. В, Салам Бусси

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

E-mail: igortyupa9@gmail.com, salamboussi2008@hotmail.com

Вихретоковые методы контроля нашли свое широкое применение в различных отраслях промышленности для бесконтактного контроля геометрических и структурных характеристик металлических материалов и готовых изделий. Метод основан на воздействии на объект электромагнитным полем и регистрации ответной реакции в виде сигналов измерительных обмоток вихрекового датчика, в составе которых присутствует информация о любых геометрических и структурных изменениях в материале. На современном этапе развития информационных технологий в качестве датчика используются матричные вихретоковые преобразователи, которые обладают существенным преимуществом над одноканальными вихретоковыми преобразователями. Вихретоковые преобразователи матричного типа позволяют существенно уменьшить время и увеличить площадь контроля, повысить надежность и достоверность результатов, автоматизировать процесс и контролировать объекты сложной формы.

В настоящей работе проведены экспериментальные исследования матричного вихретокового преобразователя при контроле металлических ферромагнитных изделий сложной формы. В качестве объектов были выбраны три основных модели поверхности: плоскость, цилиндр и шар. Вихретоковый матричный преобразователь представлен имитационной моделью, состоящей из двух идентичных трансформаторных датчиков с намагничивающей и измерительной обмотками. Датчики располагались над поверхностью контроля. Объект контроля был расположен на координатном столе, что позволило просканировать поверхность изделия и получить сигналы в узлах координатной сетки. Ток различной частоты подавался в намагничивающие обмотки датчика попеременно, что позволило исследовать сигнал, наводимый током возбуждения электромагнитного поля на соседнюю измерительную обмотку. Исследовано влияние зазора между преобразователем и поверхностью, а также получены результаты влияния расстояния между двумя идентичными датчиками. При этом датчики включались как попеременно, так и по дифференциальной схеме включения. Сравнение сигналов двух измерительных обмоток позволяет выделить геометрические параметры. Разные частоты зондирующего электромагнитного поля позволили оценить влияние магнитных и электрических свойств объекта контроля. При исключении влияния геометрии поверхности показана возможность раздельного контроля электрической проводимости и магнитной проницаемости объекта.

Ключевые слова: матричний вихретоковий преобразователь, криволинейная поверхность, частота электромагнитного поля.

УДК 621.391.83:004.94(045)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВОГО ПОЛОЖЕННЯ
ЛУНА-ІМПУЛЬСІВ В МЕТОДАХ ФАЗОВОЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ
ТОВЩИНОМЕТРІЇ

¹⁾Дергунов О. В., ²⁾Шенгур С. В.

¹⁾КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна,

²⁾Національний авіаційний університет, Київ, Україна

E-mail: dergunov.av@gmail.com, shengur.s@gmail.com

Можливості ультразвукової товщинометрії значною мірою залежать від обраного методу опрацювання інформаційного сигналу. Відомий метод ультразвукової луна-імпульсної товщинометрії ґрунтується на виявленні донних імпульсів за поточними значеннями r -статистики, яку визначають з фазових характеристик сигналу [1], далі – базовий метод.

В роботі [1] представлено два варіанти його удосконалення: 1) до цифрової реалізації сигналу ультразвукової товщинометрії застосовують попередню фільтрацію на основі емпіричної модової декомпозиції, до результату фільтрації застосовують базовий метод, до вихідної r -статистики застосовують адаптивну медіанну фільтрацію; 2) до цифрової реалізації сигналу ультразвукової товщинометрії застосовують базовий метод, до вихідної r -статистики застосовують вагове опрацювання (множення її на вагову функцію, адаптовану до r -статистики).

В доповіді представлено результати випробування розроблених методів шляхом комп'ютерного вимірювального експерименту. Дослідження вдосконалених методів дали позитивні результати: похибка визначення часового положення виявлених луна-імпульсів (Δq) зменшилася в 1,5-2 рази у порівнянні із базовим методом (рис. 1).

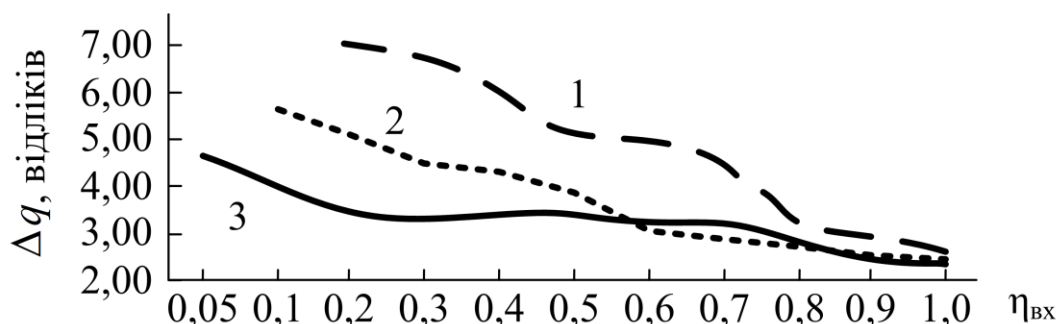


Рис. 1. Залежність $\Delta q(\eta_{вх})$ для: 1 – базового методу ультразвукової товщинометрії; 2 – методу з використанням вагової функції; 3 – методу з використанням адаптивної медіанної фільтрації.

З огляду на результати, рекомендоване комбіноване використання вдосконалених методів: для значень вхідний сигнал/шум $0,5 \geq \eta_{\text{вх}} \geq 0,08$ перевагу слід надати методу з використанням адаптивної медіанної фільтрації, а для $\eta_{\text{вх}} < 0,5$ – методу з використанням вагових функцій.

Ключові слова: ультразвукова товщинометрія, фазова характеристика сигналу.

Література

- [1] O. Derhunov, Yu. Kuts, O. Monchenko, S. Shenhur, Yu. Oliinyk, “Improvement of the ultrasonic testing method for materials with significant attenuation”, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, №9, pp. 54-60, 2018.

УДК 772.96

СУЧАСНА МЕДИЧНА ТЕРМОГРАФІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В КАРДІОХІРУРГІЇ

Муравйов О. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: stals98@ukr.net

Медична термографія являє собою метод обстеження пацієнтів за допомогою спеціального приладу - термографа, що дозволяє реєструвати інфрачервоне (ІЧ) випромінювання та перетворювати його в зображення на дисплеї - термограмму, на якій відображається розподіл теплового поля на поверхні тіла. Одним з головних переваг даного методу є його неінвазивність, так як при дослідженні проводиться реєстрація тільки власного випромінювання об'єкта спостереження. Термографія також дозволяє виявити на ранній стадії різні захворювання людини і застосовується в багатопрофільних медичних установах.

Термографія з кожним днем отримує все більш широке застосування в медичних сферах діагностики та досліджень. При цьому одним з найактуальніших питань залишається підвищення інформативності та достовірності одержаних за допомогою цього методу результатів. На прилади даного типу накладаються високі вимоги щодо якості зображення, температурної роздільної здатності і відповідності знятих показників реальній температурі ділянки поверхні об'єкта спостереження.

Однією з найважливіших проблем при кардіохірургічних втручаннях є ішемічне пошкодження міокарда, оскільки через стискання аорти відсутня нормальна коронарна перфузія. Ішемія ініціює комплексний каскад морфологічних, іонних та біохімічних змін в міокарді, які спровоковані швидким виснаженням запасів високоенергетичних фосфатів, що в свою чергу призводить до некрозу міокардіоцитів. Для повного контролю над температурним розподілом перспективним і інноваційним є використання термографів, що дозволяють отримати високоінформативне зображення різниці температур на всій поверхні серця.

Коливання температури на поверхні міокарда в досліджуваній області чітко визначаються при гіпотермії і гіпертермії в умовах штучного кровообігу. Точний контроль температури охолодження та нагрівання тканин мозку і серця дозволяє мінімізувати час проведення штучного кровообігу та забезпечити максимальний захист міокарда під час операції.

На сьогоднішній день розроблені критерії тепловізійної діагностики для більш ніж двохсот захворювань і патологічних станів та цей список постійно поповнюється.

Ключові слова: тепловізійна діагностика, медична термографія, термограма.

УДК 378

З ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОПСИХОЛОГІЧНОЇ ФАСИЛІТАЦІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ АСПІРАНТІВ ТЕХНІЧНОГО ВНЗ

Лашко О. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: e.lawko@kpi.ua

Перехід до особистісно-орієнтованого навчання підштовхує фахівців до пошуку нових способів організації навчальних занять і практик студентів та аспірантів. У [1] ми наводили основні принципи організації екологічного освітнього простору – такого середовища, в якому відбувається гармонійний розвиток професійних компетенцій студента. З точки зору екопсихологічної фасилітації, навчання студента зводиться до недирективного педагогічного супроводу останнього у його власній траєкторії професійного розвитку [1, 2].

Поряд із впровадженням принципів організації екологічного простору у навчанні студентів на кафедрі приладів і систем неруйнівного контролю, ми спробували застосувати ці принципи в організації педагогічної практики аспірантів, що навчаються за програмою підготовки докторів філософії за спеціалізацією «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи неруйнівного контролю і діагностики». Аспірантам було запропоновано самостійно визначити вид, зміст та план-графік виконання завдань практики у відповідності до затвердженої програми. З боку керівника практики надавався супровід у вигляді консультацій з проблемних питань за запитом аспірантів.

Аналізуючи результати організації педагогічної практики аспірантів, ми спостерігаємо певні протиріччя, які вимагають проведення подальших досліджень. Так, один з аспірантів показав відмінні результати і виконав завдання – більше, ніж було узгоджено на початку практики. Однак у відношенні до іншого аспіранта екофасилітативний підхід мав дещо інший ефект, ніж ми очікували: аспірант поставив собі завдання практики, але не виконав їх.

Отже, ми плануємо провести пролонговане спостереження особливостей

застосування екофасилітативного підходу в організації педагогічної практики аспірантів технічної спеціалізації з можливим розширенням досліджуваних груп.

Ключові слова: екофасилітація, аспірант, педагогічна практика.

Література

- [1] О. В. Лашко, “Формування екологічного освітнього простору при підготовці фахівців з неруйнівного контролю”, на *I наук.-техн. конф. з міжнародною участю Неруйнівний контроль в контексті асоційованого членства України в Європейському Союзі*, Люблін, Польща, 2017, с. 49-51.
- [2] П. В. Лушин, *Экологическая помощь личности в переходный период: экофасилитация*, Серия «Живая книга», том 2. Киев: ТОВ «Оріяна», 2013.

УДК 681.518.5

АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСЦЕССА МОДЕЛИ ТЬЮКИ–ХЬЮБЕРА

Красильников А. И.

Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина

E-mail: tangorov@ukr.net

Решение задач неразрушающего контроля и диагностики базируется на априорных моделях функции распределения $F_0(x)$ измеряемых диагностических параметров. Одна из проблем заключается в том, что функция распределения $F(x)$, соответствующая реальным данным, может отличаться от модельной функции $F_0(x)$, что снижает достоверность получаемых результатов.

Для учета отклонений распределения наблюдаемых на практике реальных данных от модельного распределения удобно применять модель засоренных распределений Тьюки–Хьюбера, которая определяется следующим образом:

$$F(x) = (1 - \varepsilon)F_0(x) + \varepsilon F_1(x), \quad (1)$$

где $F(x)$ – функция распределения исследуемой выборки; $F_0(x)$ – модельная функция распределения; $F_1(x)$ – засоряющая функция распределения; $\varepsilon \in [0, 1]$ – коэффициент засорения.

Для количественной оценки влияния засоряющего распределения $F_1(x)$ и, как следствие, отличия функции распределения $F(x)$ от функции $F_0(x)$ удобно использовать коэффициент эксцесса γ_4 модели (1).

В работе исследована модель (1) для случая, когда $F_0(x)$ – гауссовская функция распределения, а $F_1(x)$ – негауссовская симметричная функция распределения. Получена общая формула для вычисления коэффициента эксцесса γ_4 модели (1), на основе которой можно анализировать зависимость γ_4 от параметров модели – коэффициента засорения, отношения дисперсий составляющих $F_0(x)$, $F_1(x)$ и коэффициента эксцесса $\gamma_{4,1}$ засоряющего распределения.

Установлено, что коэффициент эксцесса γ_4 модели (1) всегда неотрицательный, если коэффициент эксцесса $\gamma_{4,1} \geq 0$. Для случая, когда $\gamma_{4,1} < 0$ определены условия, при которых коэффициент γ_4 засоренных распределений является положительным, отрицательным или равным нулю. Рассмотрены примеры засорения равномерным и логистическим распределениями.

Полученные результаты позволяют достаточно просто моделировать и анализировать негауссовские случайные величины, описываемые моделью засоренных гауссовских распределений, а их использование может повысить достоверность результатов измерения диагностических параметров.

Ключевые слова: засоренные распределения, модель Тьюки–Хьюбера, смеси распределений, коэффициент эксцесса, кумулянтный анализ.

УДК 536.62

КВАЗИДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ КАЛОРИМЕТР ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КАЛОРІЙНОСТІ ПАЛИВА

Сергієнко Р. В., Воробйов Л. Й.

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

E-mail: Serhiienko@nas.gov.ua

Ефективність роботи енергетичного обладнання залежить від якості використовуваного палива, яка визначається його калорійністю (теплотою згорання). Для визначення теплоти згорання використовуються калориметричні засоби вимірювання. Постійно зростаючі вимоги до якості калориметричних вимірювань потребують вдосконалення методів і приладів калориметрії для зменшення впливу зовнішніх збурень і, відповідно, похибок вимірювань, а також підвищення швидкодії та покращення масогабаритних характеристик приладу. Тому постає завдання покращення метрологічних та експлуатаційних характеристик калориметрів теплового потоку.

В роботі запропоновано модель калориметричної системи, досліджено динаміку теплових процесів в передачі та впливу нерівномірного розподілу температури в калориметрі для виявлення похибки, оптимізації критеріїв та розрахунку оптимального розташування термоелектричного перетворювача. Використано метод мультиреферентної квазидиференціальної калориметрії, що полягає у попередньому визначенні динамічних характеристик сигналу реакції на детерміноване збурення та формуванні під час вимірювання компенсаційного сигналу як суми реакцій простих інерційних ланок на випадкові збурення. На основі даного методу розроблено квазидиференціальний кондуктивний бомбовий калориметр КТС-4.

У квазидиференціальному калориметрі за базовий обрано інтегральний спосіб вимірювання теплоти згорання. До початку вимірювань в тепловому блоці калориметра повинен встановитися стаціонарний режим, адже динаміка

процесів зміни температур і теплових потоків в тепловому блоці визначає найважливіші експлуатаційні та метрологічні характеристики приладу.

Максимальний тепловий потік крізь перетворювач сягає 220 Вт при енергії згоряння проби 35 кДж. За рахунок зменшення впливу зовнішніх завад максимальне значення складової похибки вимірювання при застосуванні квазидиференціальної схеми зменшується у 3...8 разів порівняно зі складовою похибки однокоміркової структури системи.

Застосування автоматизованої системи вимірювання, контролю і управління калориметра значно скорочує трудомісткість проведення калориметричного досліді і виключає суб'єктивні помилки при вимірюваннях. Розроблений квазидиференціальний кондуктивний бомбовий калориметр КТС-4 успішно впроваджено на енергетичних об'єктах України.

Ключові слова: теплота згоряння, вимірювання теплового потоку, квазидиференціальний калориметр.

620.179.14

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАКЕТУ ВИХРОСТРУМОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА ЯКИЙ РЕАЛІЗУЄ ОРТОГОНАЛЬНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ НА БАЗІ СЕРІЙНИХ ПРИЛАДІВ

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

Для дослідження дієздатності та потенційних можливостей роботи ВД на базі ортогонального методу було складено експериментальний макет приладу із серійних приладів, функціональна схема якого представлена на рис. 2.

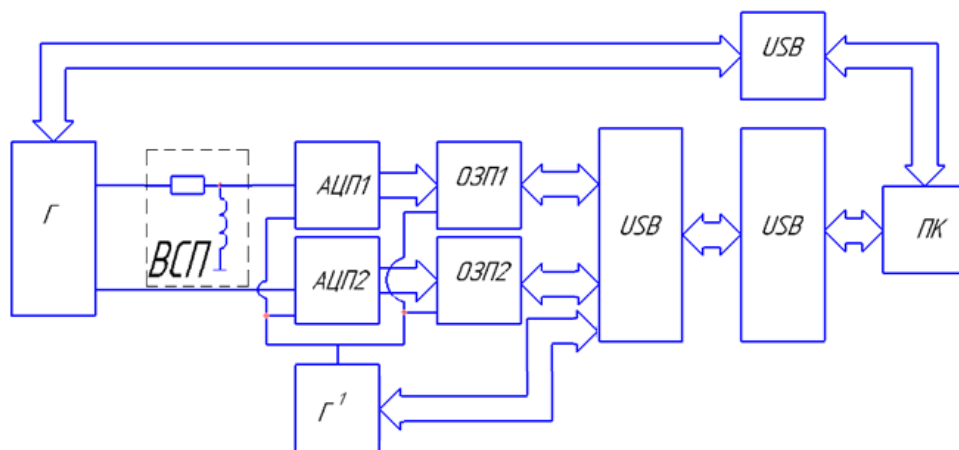


Рис.2. Функціональна схема приладу: Г – генератор сигналів. ВСП – вихрострумний перетворювач, Г¹ – опорний генератор, АЦП – аналого-цифровий перетворювач, ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій USB – шина передачі даних, ПК – персональний комп'ютер.

В якості генератора сигналів використано двоканальний синтезатор частоти SDG102, фірми SIGLENT з можливістю зміни його параметрів, а також фазового зсуву між виходами за допомогою ПК через USB інтерфейс.

В якості АЦП використано модуль двоканального 8-ми бітного АЦП фірми National Instrument NI5132 з USB інтерфейсом. Коди отриманих сигналів накопичуються в пам'яті модуля АЦП, причому довжина масивів накопичених даних може змінюватися за допомогою комп'ютера.

За допомогою комп'ютеру задаються параметри сигналів на виході генератора, а також виконується періодична маніпуляція початкової фази сигналу на 90^0 по одному із виходів двоканального синтезатора сигналів. Вимірюваний сигнал з виходу перетворювача подається на перший АЦП1. Сигнал з другого виходу генератора сигналів, такої ж частоти, поступає безпосередньо на аналоговий вхід другого АЦП2. Після накопичення даних в пам'яті ОЗП1 та ОЗП2 масив через порт USB передається в ПК, де здійснюється цифрова обробка цих даних.

Ключові слова: вихрострумний, ортогональний метод, ПК, синтезатор частоти.

Література

- [1] V. Bazhenov, A. Protasov, K. Gloinik. “Increasing of operation speed of digital eddy current defectoscopes based on frequency synthesizer,” *Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS)*, №17262272, 2017.
- [2] В. Г. Баженов, К. А. Гльойнік, С. В. Ходневич, “Ортогональний амплітудно-фазовий метод вимірювання при проектуванні вихрострумних дефектоскопів на базі мікроконтролерів“, *Вісник національного технічного університету ХПІ, серія «Механіко-технологічні системи та комплекси»*, том 44, с. 60-64, 2017.

УДК 371.39; 004.4; 681.2

ДИСТАНЦІЙНИЙ КОМПЛЕКС «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ .NET FRAMEWORK»

Шантир С. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: shantyr.sv@gmail.com

Галузь «Автоматизація та приладобудування» забезпечує якість вирішення наукових і технічних задач в розвитку новітніх технологій. Особливість галузі в інтеграції сучасних інформаційних технологій як в саму галузь так і в навчальний процес підготовки фахівців для цієї галузі. Особливо це стосується дисциплін в яких вивчаються принципи побудови, створення та інтеграції окремих елементів інформаційних технологій в засоби вимірювальної техніки, а також інтеграція засобів вимірювальної техніки, як елементів до інформаційних технологій.

Метою роботи є підвищення ефективності вивчення дисципліни «Інформаційні технології на основі платформи .NET FRAMEWORK» за спеціальністю «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка», шляхом застосування сучасних інформаційних інтернет-технологій.

В роботі запропоновано архітектуру навчального комплексу (рис. 1) з врахуванням сучасної технологічної та матеріальної бази. Інформаційні ресурси розташовані на серверній частині і складаються з 3-х блоків, які розраховані на 18-тижневий семестр (18 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт, 54 години самостійної роботи). Лабораторні роботи оснащені бібліотеками програм в інструментальних середовищах Visual Studio 2017 та візуального програмування LabVIEW 2013. Доступ користувачів, відбувається з індивідуальних робочих станцій віддаленого доступу через мережу Internet.

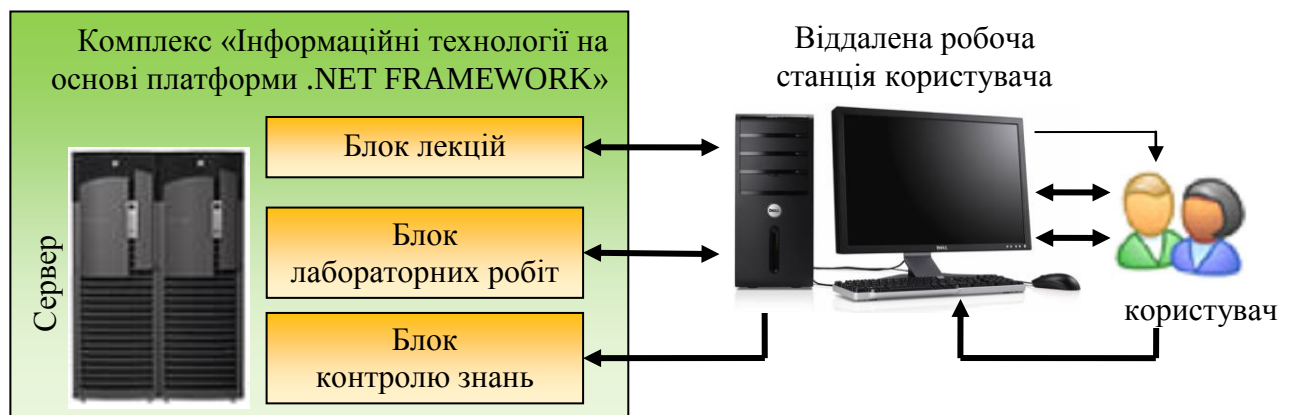


Рис. 1. Архітектура навчального комплексу

Методика проведення лабораторних робіт передбачає роботу за індивідуальними завданнями, відповідно до рівня умінь та досвіду студента. Програмні компоненти використовуються з бібліотек інформаційного ресурсу.

Ключові слова: дистанційне навчання, метрологія, інформаційна технологія.

УДК 620.179.16

ДВОШКАЛЬНИЙ ФАЗОВИЙ МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ЛУНАІМПУЛЬСНОЇ ТОВЩИНОМЕТРІЇ

¹Олійник Ю. А., ¹Куц Ю. В., ¹Лисенко Ю. Ю., ²Монченко О. В., ²Близнюк О. Д.

¹ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна,

²Національний авіаційний університет, Київ, Україна

E-mail: j.lysenko@kpi.ua

Ультразвуковий лунаїмпульсний метод товщинометрії ґрунтується на визначенні товщини h виробів через відому швидкість c поширення ультразвукових хвиль в матеріалі виробу та виміряну затримку τ поширення коливань у виробі за формулою $h = 0,5 \cdot c \cdot \tau$. Точність вимірювання h суттєво залежить від точності визначення τ . Двошкальний фазовий метод вимірювання

передбачає вимірювання τ за кумулятивним фазовим зсувом сигналів ($\Phi = 2\pi n + \varphi$) як $\tau = \omega^{-1}(2\pi n + \varphi)$, де n – кількість цілих фазових циклів, $\varphi \in [0, 2\pi)$, ω – кругова частота сигналу-носія донних імпульсів. Такий спосіб визначення τ можна розглядати як різновид диференціального методу вимірювання: більша частина Φ визначається квантами 2π , тобто грубо, але практично без похибки (число π відомо з високою точністю), а значення φ вимірюється з абсолютною похибкою $\delta\varphi \ll 2\pi$. За такого способу відносна похибка вимірювання τ зменшується зі збільшенням n , отже підвищується точність вимірювання h .

В доповіді дано розгорнутий аналіз запропонованого в [1] двошкального фазового способу визначення τ . За цим способом значення n оцінюється за часовим положенням моментів фазової маніпуляції вимірювальних сигналів. Уточнення значення τ відбувається за рахунок визначення фазового зсуву сигналу-носія донних імпульсів відносно опорного сигналу частоти ω (без маніпуляції) на початку і в кінці вимірюваних часових інтервалів.

Розглянуто вимоги до частотної смуги електроакустичного тракту товщиноміра за представленим способом вимірювання. Виконані експериментальні дослідження довели можливість поширення фазоманіпульованих сигналів в електроакустичному тракті таких приладів і можливість уточнення затримки шляхом врахування фазових зсувів сигналу-носія. Проведені комп'ютерні обчислювальні експерименти дозволили відпрацювати програмну реалізацію процесу опрацювання експериментальних даних і підтвердити ефективність двошкального фазового способу ультразвукової товщинометрії для прецизійного вимірювання товщини виробів.

Ключові слова: ультразвук, лунаїмпульсна товщинометрія, двошкальний фазовий метод.

Література

- [1] О.Д. Близнюк, Ю. А. Олійник, Ю.В. Куц та ін., “Використання ультразвукового двошкального способу для підвищення точності вимірювання товщини виробів”, *Системи обробки інформації*, №7(132), с.6-10, 2015.

УДК 004.89

ТЕПЛОВА ТОМОГРАФІЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

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

Під час проведення теплового неруйнівного контролю часто виникає необхідність оцінити глибину залягання дефекту в об'єкті контролю (ОК) та побудувати теплову томограму. Основною проблемою при проведенні теплової томографії є неоднозначність інформативних сигналів, обумовлена впливом на результати контролю великої кількості взаємопов'язаних факторів. Тому

актуальним є питання розробки методів аналізу термограм, що матимуть високу ефективність в умовах нелінійності та значних рівнів завад.

На сьогоднішній день відомий метод імпульсної фазової томографії. В багатьох випадках його результати є неоднозначними і залежать від рівня шумів [1]. Іншим варіантом є використання вейвлет-перетворення, проте це питання є дискусійним, оскільки зміна температурного сигналу носить не імпульсний, а згладжений характер. Одним з найбільш розвинутих є метод динамічної теплової томографії, але якість теплових томограм в цьому випадку суттєво залежить від вибору еталонної точки та рівня шумів [2].

У зв'язку з обмеженнями та особливостями існуючих методів теплової томографії, пропонується використання нейронних мереж (НМ). Основними перевагами такого підходу є висока завадостійкість, здатність роботи зі складними нелінійними залежностями, відсутність необхідності додаткової обробки даних. Побудова томограм відбувається автоматично. Форма вхідних даних дозволяє використовувати багатошарову НМ зворотного поширення похибки. Для навчання НМ на її вхід подаються зразки температурних профілів дефектних та бездефектних точок. В результаті роботи НМ встановлює номер класу, який відповідає певній глибині залягання дефекту у даній точці.

Результати комп'ютерного моделювання підтверджують високу ефективність нейромережових технологій. У подальшому планується проведення експериментальних досліджень можливостей застосування НМ для теплової томографії багатошарових структур.

Ключові слова: неруйнівний контроль, нейронні мережі, тепла томографія, термограми.

Література

- [1] V. Vavilov and S. Marinetty, "Pulsed phase thermography and thermal tomography based on the Furier transform", Defectoscopy, vol. 2, pp. 58-72, 1999.
- [2] W. Swiderski et.al., "The characterization of defects in multi-layered composite materials by thermal tomography method", ACTA PHYSICA POLONICA A, no. 115, pp. 800–804, 2009.

UDC 004.891.3

MACHINE LEARNING APPROACH FOR DEFECT DETECTION IN COMPOSITE MATERIALS USING IMPULSE IMPEDANCE METHOD

*Roman Motsar, Evgeniy Suslov,
Igor Sikorsky Polytecnic Institute. Kyiv, Ukraine
E-mail: r.motsar-2018@kpi.ua, suslovef@gmail.com*

Traditional defect detection workflow looks like: preparing the object for testing, collecting data from sensors and/or visual control, analyzing and concluding, where one of the most significant stages is data analysis because only after this step we can do some conclusions. To simplify it we suggest applying machine learning

techniques on signals data to get the baseline, decrease human mistake factor and found critical defects faster.

For this research, we have prepared the special pattern of a composite material which is used for sensors calibration. This pattern is delimited onto 9 zones with different kinds of defects, and each zone is separated into another 40 zones from which we will get 50 signals, which was averaged after that.

Before model training, each signal was transformed using Hilbert transform formula, and first 5000 points of envelope curve were used as features. After that dataset was separated into a training and test dataset for measuring benchmark on data, which wasn't used for training. Next, we chose Logistic regression, Gaussian Naive Bayes and Support Vector Machine (SVM) with 3 types of kernels: linear, RBF and polynomial models for experiment and comparing on this data. Results are shown in the next table

Model	Accuracy	Recall	F1 score
Logistic regression	0.8733	0.8696	0.8698
Gaussian Naive Bayes	0.7391	0.7391	0.7391
SVM with Linear kernel	0.8898	0.8696	0.8693
SVM with RBF kernel	0.8714	0.8696	0.8688
SVM with polynomial kernel	0.8643	0.8587	0.8589

From experiment results, we can conclude that classical machine learning methods as logistic regression and SVM (with linear kernels) can be used as the baseline for NDT inspector because they have good recall and sufficient accuracy.

Key words: machine learning, impedance method, mechanical impedance analysis, non-destructive testing.

УДК 620.179

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЗОВЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ В ЗАДАЧАХ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Богдан Г. А.

КПИ им. Игоря Сикорского, Киев, Украина

E-mail: bogdangalya@gmail.com

Для решения задач толщинометрии, дальнометрии, неразрушающего контроля и диагностики, часто необходимо проводить высокоточные измерения фазового времени прохождения ультразвуковых волн (УЗВ). В настоящее

время чаще всего используются аналоговые методы измерения времени задержки, которые основываются на формировании временной метки. Точность таких методов сильно зависит от формы и наличия шумовой составляющей в принятом сигнале. По сравнению с аналоговыми, фазовые методы измерения времени прохождения УЗВ имеют следующие преимущества: погрешность измерения менее 0,1%, широкий динамический диапазон измеряемой величины, помехоустойчивость, использование радиоимпульсных сигналов.

Анализ существующих фазовых методов показал, что наиболее перспективным, для решения задачи прецизионного измерения фазового времени прохождения УЗВ, является использование дискретного ортогонального метода [1].

Ограничение использования дискретного ортогонального метода для определения фазового времени прохождения УЗВ было связано со сложностью аппаратурной реализации оптимальных алгоритмов, которые содержат большое количество арифметических операций, а также с возможностями существующей элементной базы электронной аппаратуры. Современное развитие микроэлектроники на сегодня позволяет решить некоторые задачи, решение которых ранее было недоступно.

В данной работе выполнена оценка зависимости точности измерения фазового времени задержки, на основе результатов проведенного моделирования в системе Matlab: от выбранного интервала ортогональности, от обеспечения кратности объема выборки периоду сигнала, от частоты дискретизации и уровней квантования аналогово-цифрового преобразования, отсеивания грубых ошибок, возникающих из-за наличия шумов в сигнале [2].

Ключевые слова: ультразвук, неразрушающий контроль, фазовые методы.

Литература

- [1] Г. А. Богдан, В. Г. Баженов, “Прецизионный способ и устройство для измерения фазового времени распространения ультразвуковых сигналов в объекте контроля”, *Научни Известия НТСМ*, № 187, с. 235-237, 2016.
- [2] H. Bohdan, V. Bazhenov, A. Protasov, “Development of a discrete orthogonal method for determining the phase shift between high-frequency radio impulse signals”, *Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS), 2017 IEEE*, pp. 191-194, 2017.

УДК 620.179.14

SOLUTION OF THE FLOW SPEED CONTROL PROBLEM IN FUME HOOD

Dugin O.

Igor Sikorsky Polytecnic Institute, Kyiv, Ukraine

E-mail: duginos@gmail.com

Air quality in the workplace is of great importance. For example, when working in a chemical laboratory, a person is at risk of poisoning by evaporation of chemical elements. To solve the problems of ventilation, fume hood (cupboards) is used. Fume

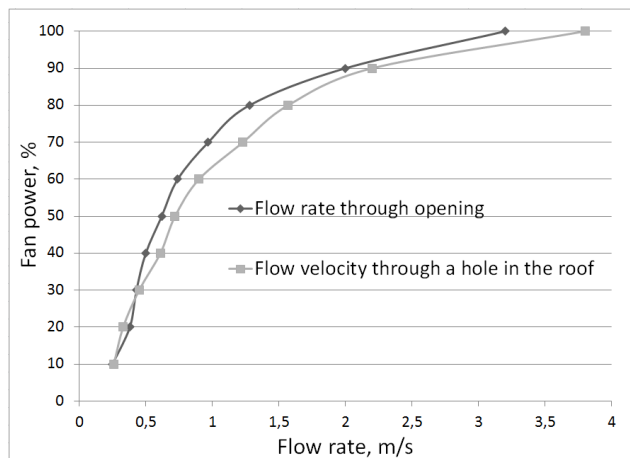
hood is a box with a fan at the upper part and a height-adjustable transparent protective screen.

The optimum flow velocity in the opening of the fume hood is determined at the level of 0.5 - 1 m/s. Lowering the speed reduces the efficiency of ventilation, while increasing leads to an increase in the noise level and the cost of electricity.

To accurately measure the speed of air flow passing through the opening of the hood, the measuring unit must be in the center of the opening. But such a measurement can not be made during operation, since the sensor will interfere with operation.

Within the designing of the fume flow controller, a study was conducted to determine the optimal location of the thermo-anemometer flow sensor, where it could provide the necessary accuracy of measurement and did not interfere with the work of the employee. The measurements were carried out using a manual thermo-anemometer testo 405-V1.

The figure on the right shows the dependence of the thermo-anemometer readings on the fan power in the working opening and in the opening in the upper part of the fume hood. It can be seen from the graph that the flow rates through the working opening and through the opening in the fume hood roof correlate well. That means, it is sufficient to calibrate the flow sensor once for a specific fume hood model.



Keywords: fume hood, fume cupboard, Thermo-Anemometer.

УДК 620.179.16: 620.179.17

СПОСІБ КОНТРОЛЮ ТОВЩИНИ ПОКРИТТЯ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНОМУ ВИРОБІ

Плєснецов С. Ю., Кисільов М. В., Корж Д. Ю.

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

E-mail: kiselyovmaxim96@gmail.com

Розроблено новий спосіб, який включає сканування поверхні металовиробу безконтактним ультразвуковим перетворювачем, збудження високочастотних зсувних ультразвукових імпульсів і прийом ультразвукових імпульсів з металовиробу (Рис.1).

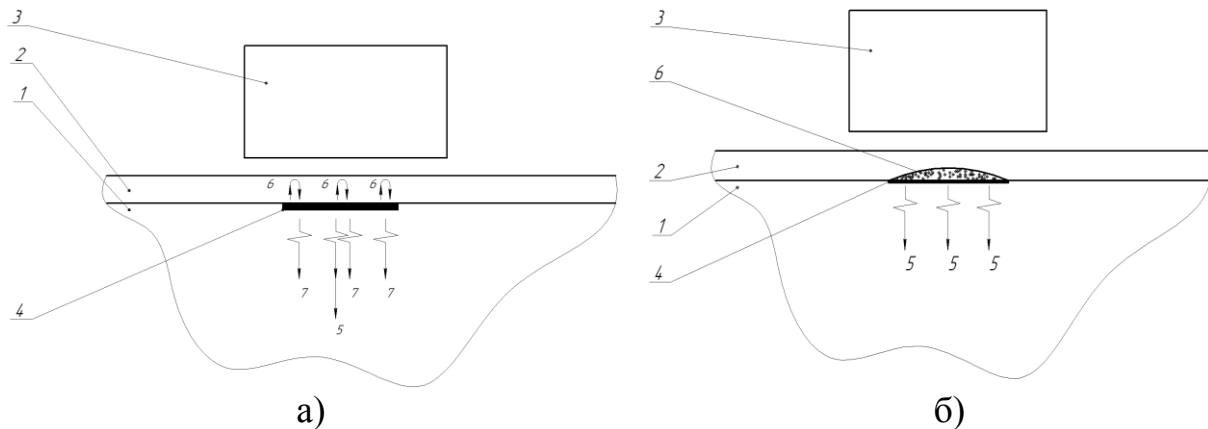


Рис.1. Схема збудження ультразвукових імпульсів при наявності діелектричного покриття на поверхні металу: а – при скріпленні покриття та металу;
б - при відсутності скріплення металу і покриття (вимірювання неможливе)

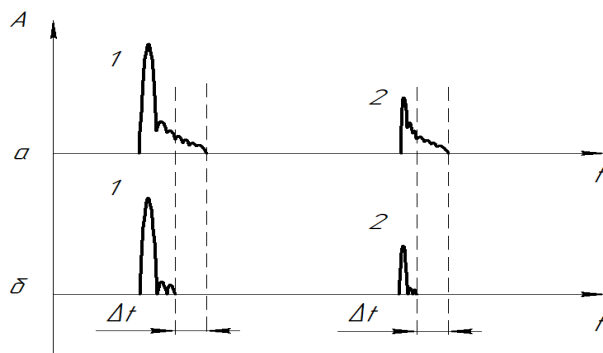


Рис. 2 Часова розгортка при вимірюванні товщини покриття при наявності скріплення (а) та за його відсутності (б)

При цьому товщину покриття на металовиробі оцінюють за характеристиками прийнятих імпульсів. Спосіб відрізняється від відомих тим, що прямим електромагнітно-акустичним перетворювачем збуджують зондуючі імпульси зсувних високочастотних ультразвукових хвиль в поверхневому шарі металовиробу через діелектричне покриття. Фіксують часову тривалість зондуючого імпульсу, а, при наявності відбитих з металовиробу луна-імпульсів,

фіксують також часову тривалість прийнятих луна-імпульсів. При цьому товщину діелектричного покриття на поверхні металовиробу контролюють за величиною зміни часової тривалості зондуючого імпульсу та відбитих з металовиробу луна-імпульсів (Рис.2).

Таким чином встановлено можливість контролю товщини покриття на металі по часовій тривалості зондуючого та відбитого з виробу сигналів.

Ключові слова: неруйнівний контроль, електропровідність, товщина, вимір, контроль.