

СЕКЦІЯ 7

**НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА
ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ**

UDK 535.317

**IMAGE QUALITY THERMAL STABILIZATION OF THE LENSES FOR
MEDICAL THERMOGRAPHY CAMERA**

Muraviov O. V.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
E-mail: stals98@ukr.net*

Heat images of the body surface allow to analyze deviation from the norm and pathological situation in the organism. In particular, medical thermography is used for cancer diagnosis, traumas, inflammatory processes [1, 2]. The informativeness of thermogram analysis is primarily based on contrast and quality of the image obtained, which in turn depend from ambient temperature during diagnosis. Separately, the infrared lenses of thermography system is significantly affected by the temperature, whose image characteristics can be significantly impaired by temperature change, which will result in a loss of resolution. On this basis, one of the important tasks in lenses design of infrared devices is preservation of their basic characteristics during temperature fluctuations inside the system.

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 [3]. 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 [4].

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 [5]. 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 achromatization 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 [6].

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.

Medical thermal vision most successfully combines effective pathology search and absolute non-invasiveness for patient and medical staff. Diagnosis reliability is based on stability of thermal imaging symptoms, main parameter of which is the consistency and predictability of changes in relative temperatures. This allows successful using of thermography cameras as a method of objective control over the pathological processes in the body for various fields of medical practice.

Actual problem of modern medical thermography is change of system image quality under the influence of environmental factors. The most significant to the temperature effects are the characteristics of germanium lenses, which are the most widespread nowadays. Change of image quality under the action of temperature fields is due to high temperature dependence of optical and mechanical properties of the material.

Improvements of thermal imaging technology must be focus on image quality increasing of thermograms and developing algorithms for automatic diagnosis of diseases and pathologies. Further scientific researches should be carried out in direction of determining the radiation spectra of different parts and tissues of human body in order to detect wavelengths of maximum and minimum of their spectral intensity. This will enable the implementation of multilayer thermographic diagnostics, which in turn will allow to obtain a clear infrared image of human organism areas that will be of direct interest to the doctor or researcher.

Keywords: athermalization, image quality, medical thermography camera, thermal stabilization, infrared lenses.

References

- [1] А. Г. Шушарин, В. В. Морозов, М. П. Половинка, "Медицинское тепловидение – современные возможности метода", *Современные проблемы науки и образования*, № 4, pp. 1-18, 2011.
- [2] Г. Р. Иваницкий, "Современное матричное тепловидение в биомедицине", *Успехи физических наук*, т. 176, № 12, pp. 1294-1320, 2006.
doi: <https://doi.org/10.3367/UFNr.0176.200612d.1293>
- [3] А. В. Муравьев, Е. А. Назарчук, "Термостабилизация качества изображения оптической системы термографа", *Вісник інженерної академії України*, № 4, pp. 195-199, 2016.
- [4] А. В. Муравьев, "Пассивная атермализация оптической системы медицинского термографа", *TRENDS OF MODERN SCIENCE*, vol. 15, pp. 88-91, 2018.

- [5] О. В. Муравйов, О. О. Назарчук, "Компенсація терморозфокусування оптичної системи тепловізора та перспективи його використання в медичній діагностиці", *Вісник інженерної академії України*, № 1, pp. 124-131, 2017.
- [6] В. М. Тягур, О. К. Кучеренко, А. В. Муравьев, "Пассивная оптическая атермализация инфракрасного трехлинзового ахромата", *Оптический журнал*, т. 81, № 4, pp. 42-47, 2014.

УДК 519.117.3

ПОРТАТИВНА ВІБРОДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА “КОМПАКТ-ВІБРО”

^{1,2)}Юзефович Р. М., ^{1,3)}Яворський І. М., ¹⁾Стецько І. Г., ¹⁾Варивода М. З., ¹⁾Стецько І. Я.
¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, відділ методів і засобів відбору та обробки діагностичних сигналів, Львів, Україна, ²⁾Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра прикладної математики, Львів, Україна
³⁾Технологічно-природничий університет, інститут телекомунікацій, Бидгощ, Польща
E-mail: roman.yuzefovych@gmail.com

На даний час ефективними методами для вирішення задач технічної діагностики є методи статистичного аналізу зареєстрованих сигналів, що ґрунтуються як на теорії та методах періодично корельованих випадкових процесів (ПКВП) [1], так і на їх взаємному аналізі [2]. Однією з таких задач є оцінювання контролю роботи елементів складних механічних систем, визначення дефектів, які зароджуються, і реагують на незначні відхилення параметрів технічного стану від норми.

У Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України у відділі методів і засобів відбору та обробки діагностичних сигналів розроблено і створено портативну вібродіагностичну систему КОМПАКТ-ВІБРО для відбору та обробки вібраційних сигналів в широкому діапазоні частот з ціллю виявлення і попередження аварійних ситуацій на механізмах з обертовим або обертово-поступальним рухом. До складу входять: п'єзокерамічний давач віброприскорення, перетворювач заряду, керований підсилювач, антилайзинговий фільтр, керований фільтр нижніх частот, інтегратор, генератор сигналів управління, аналого-цифрового перетворювач, DC-DC перетворювач та з'єднувальні кабелі. У створеній портативній вібродіагностичній системі, на відміну від попередніх [3], для розширення експлуатаційних можливостей за допомогою електронного інтегратора отримано сигнал віброшвидкості, амплітудно-частотна характеристика якого лінійна в діапазоні від 1 до 500 Гц. Живлення пристрою здійснюється від шини USB персонального комп'ютера чи планшета.

Ключові слова: періодично корельовано випадкові процеси, діагностика, портативна система.

Література

- [1] Ihor Javorskyj, Ihor Kravets, Ivan Matsko, Roman Yuzefovych, “Periodically correlated random processes: Application in early diagnostics of mechanical systems”, *Mechanical Systems and Signal Processing*, №83. pp. 406–438, 2017.

- [2] Ihor Jaworski, Roman Juzefowycz, Zbigniew Zakrzewski, Jacek Majewski, “Wzajemna koherentna analiza kowariancyjna łącznie okresowo niestacjonarnych sygnałów losowych o nieznanym okresie”, *Przegląd Telekomunikacyjny*, №8–9. pp. 831–834, 2018.
- [3] І. М. Яворський, Р. М. Юзефович, І. Б. Кравець [та ін.] «Розробка вібродіагностичної системи для визначення дефектів промислового обладнання з використанням методів нестационарної статистичної обробки вібраційних та акустичних коливань», *Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин*. Київ: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, pp. 135–142, 2015.

УДК 620

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Богдан Г. А., Ферко Р. Б.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина

E-mail: bogdangalya@gmail.com

На сегодняшний день, резервуары для нефти и нефтепродуктов остаются одними из самых потенциально опасных объектов. Как показывают исследования, с каждым годом количество аварий на данных объектах увеличивается в связи с тем, что большой процент резервуаров уже выработал свой проектный ресурс. Износ эксплуатируемых вертикальных стальных резервуаров (РВС) на территории Украины составляет 60 – 80 %. Таким образом, вопрос обеспечения надежности резервуарных конструкций как при монтаже и испытаниях, так и в процессе их эксплуатации остается актуальной задачей. Особенностью данных изделий является то что все они изготавливаются путем использование сварных соединений, которые и являются потенциально возможным местом возникновения дефектов.

Основным требованием к надежности сварных соединений резервуаров является раннее выявление в них дефектов. Главным инструментом, при решении этой задачи, является использование неразрушающих методов контроля. Во время диагностики состояния крупногабаритных объектов широкое распространение получили такие методы неразрушающего контроля (НК): визуально-измерительный, рентгенографический, ультразвуковой, капиллярный, магнитопорошковый и акустическая эмиссия [1, 2].

На основе проведенного анализа литературных источников определено, что наиболее подходящий в производственных условиях и безопасный для персонала метод, который следует применять при диагностике сварных соединений резервуаров - это ультразвуковой метод контроля. Среди существующих ультразвуковых методов НК для разработки автоматизированной системы контроля сварных соединений резервуаров наиболее перспективным является ультразвуковой дифракционно-временной

метод TOFD. Даний метод обладает високою чутливістю ко всім типам дефектів зварних з'єдинень, дозволяє визначати їх розміри і розташування з високою точністю, має високу робочу швидкість, дозволяє проводити контроль всього об'єкта шва за один прохід датчиків, що суттєво підвищує продуктивність системи контролю. Даний метод дозволяє документувати результати контролю в формі А, В сканів, з наступним їх аналізом.

В основу принципу роботи TOFD методу покладено взаємодія ультразвукових хвиль з кінцями дефектів (явище дифракції), які в свою чергу стають вторинним джерелом дифракційних сферических хвиль. Виявлення цих хвиль дозволяє встановити наявність дефекту.

Для рішення поставленої задачі була розроблена автоматизована система для контролю продольних зварних швів резервуарів [3]. Вона включає в себе: блок кріплення ультразвукових датчиків, сканер для переміщення датчиків вздовж зварного шва (рис. 1), блок обробки отриманих сигналів, блок для відображення інформації.

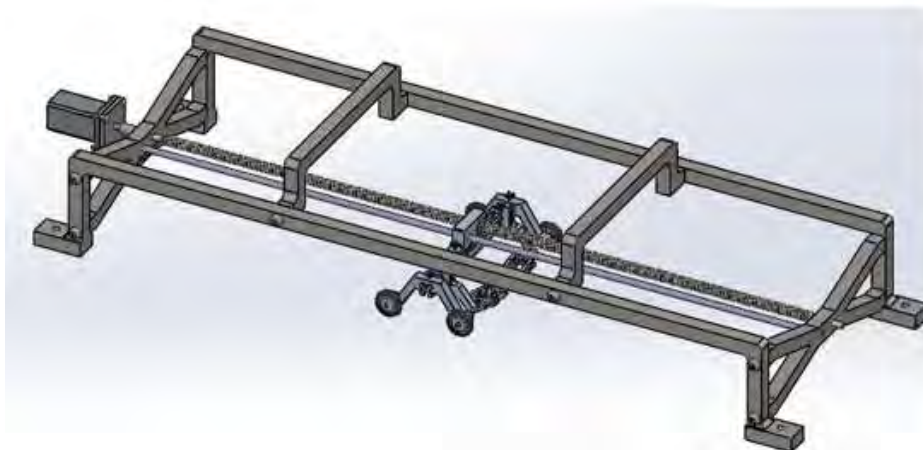


Рис. 1. Модель конструкції сканера для переміщення датчиків вздовж зварного шва резервуара

Розроблена система має наступні переваги:

- висока чутливість до дефектів відносно малих розмірів;
- точність визначення розмірів дефектів, як правило, ± 1 мм;
- виявлення дефектів незалежно від їх орієнтації і кута обробки кромки зварного шва;
- висока чутливість до всіх типів дефектів зварних швів і одночасний контроль окошової зони;
- можливість проведення багаторазових вимірювань;
- використання статистичних методів при обробці отриманих сигналів;
- висока швидкість проведення контролю.

Ключеві слова: неінвазивний контроль, TOFD метод, ультразвук, погрешність, достовірність.

Литература

- [1] Р. М. Галаган, «Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник», Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 263 с., 2019.
- [2] Kuts Y., Lysenko I., Dugin O., «Research Of Measurement Results Uncertainty Of The Signals Parameters For Pulsed Eddy Current Testing Method», *Зб. тез доп. XVIII Міжнародної наук.-техн. конф. «Приладобудування: стан і перспективи»*, pp.145-146, 2019.
- [3] Р. Б. Ферко, “Ультразвукова система автоматизованого контролю зварних з’єднань великогабаритних об’єктів”, магістерська дис., Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

УДК 373

GAMIFICATION IN HIGHER EDUCATION

Kriukova Y. S., Ameridze O. S.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: ameridze@ukr.net

Recent tendencies of our country towards European integration and the need to ensure the competitiveness of domestic specialists in the world, make specialists be able to use technically advanced equipment, use the latest technological advancements for organizing lessons.

The essence of the professional competence of university teachers is the professional and pedagogical knowledge and skills. It includes both substantive (knowledge) and procedural (ability) components and it has the main essential features: mobility of knowledge, flexibility of methods of professional activity and critical thinking. The high professional competence of the teacher is conditioned by the high quality of vocational training and determines the high level of the teacher's professional mobility, his competitiveness in the labor market. The priority of educational development is the introduction of innovative training technologies that ensure the improvement of the educational process, the accessibility and effectiveness of education, the formation of a sustainable interest in the profession.

Gamification is a technology that increases students' motivation to learn, is becoming more common and popular in education. The use of this technology contributes to the interest and effectiveness of learning. Gamification means the use of game elements in non-game situations. The leading methods of gamification can be considered like an educational game and game techniques for educational purposes [1].

It is necessary to overcome several stages in sequence: formulation of tasks and appropriate selection of already existing or creation of new information methods, experimental approbation by introduction into pedagogical process, analysis of the first results, correction of gamification, stable implementation, analysis of results, determining the value of gamification in the educational process.

In order to study the effectiveness of the use of gamification in the educational process, we conducted an experiment in which 43 students of the second year of the

instrumental faculty of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute of Igor Sikorsky" were participated. The students were divided into a control group (21 students) who studied the traditional program and an experimental group (22 students) who were taught through the Kahoot platform at ESP classes. The main methods of experimental work were:

- testing the students' language skills before and after using the Kahoot platform;
- observation that helped to gather information;
- questionnaire that included open-ended questions that students should answer.

The experiment consisted of two steps. First phase, which was designed to experimentally test the effectiveness of Kahoot, a diagnosis was made of the level of formation of certain language skills in the control and experimental groups before and after using this technology. In the experimental group, Kahoot was used to study lexical and grammatical topics. The control group used traditional methods that were not based on the Kahoot platform when studying the same topics. To test students' level of relevant lexical and grammatical skills, the same testing was performed before and after learning the above topics in the control and experimental groups. The second phase, aimed at determining students' attitudes toward using Kahoot platform, included student surveys. They had to answer two questions in written form:

1. What did you particularly like about using the Kahoot platform in ESP classes?
2. What were your difficulties in learning using this technology?

The data obtained from the test results showed that at the beginning of the experiment the levels of formation of the corresponding lexicon-grammatical skills in the control and experimental groups were almost the same. After the students of the experimental group completed the task using the Kahoot platform, their level of formation of these skills increased significantly compared to the students of the control group. Thus, the results of the experiment showed a better dynamics of development of relevant lexical and grammatical skills in the experimental group than in the control group, which, in our opinion, shows the efficiency and feasibility of using the Kahoot platform in ESP training for students of a technical university.

The second phase of the experiment showed that when answering the question "What did you enjoy about using the Kahoot platform in ESP classes?" All the respondents found some positives about this technology. Most (15) students indicated that they had a very good relationship with the teacher during the coursework. Some of them (9) enjoyed the spirit of competition, the music that was heard when they answered questions. Four students responded that learning to play was very enjoyable. The two students liked it because they could use the gadgets. One student noted that the interface was very good and the tasks were easily perceived visually since each shape had its own color. One student also noted that this type of activity made it possible to think in English. Students were also asked to prepare assignments independently on the Kahoot platform. Responding to questions about difficulties encountered in using Kahoot, seven students indicated that they were unable to complete some tasks because the time constraints were too short. Four students

indicated that they were sometimes nervous about completing tasks because they were afraid of losing the competition. Five students reported having problems with their internet connection, which distracted them from work and sometimes prevented them from completing tasks. Two students responded that the tasks were not diverse enough. One student said he was sometimes confused by the photos on the monitor because they thought they did not answer the questions properly. It should also be noted that unexpectedly, the best results in Kahoot assignments have always been achieved by students who rarely showed initiative and did not have the highest performance scores during the lesson. In our view, this demonstrates the significant motivational impact of this technology and its effectiveness in actively engaging students in learning activities.

We can assume, based on our own experience that the successful implementation of gamification by the teacher is due to his personal and professional development, and socio-scientific motives for professional self-realization. Plasticity of thinking, creativity, development of new forms of interaction contribute to successful self-realization in the implementation of gamification. However, only an adequate purpose to motivate the activities to implement the new can ensure its harmonious implementation.

If the teacher wants to improve the performance of his work through the introduction of innovation, it will facilitate successful implementation. However, if a teacher is generally focused on improving learning performance, he does not accept the innovation, even though his motivation is to improve learning performance, implementation will be slow and not produce the desired results. The main component in the implementation of gamification is the creative component. We believe that the teacher's creativity consists on his “panoramic” vision of the situation, the development of logical and abstract thinking, the ability to quickly perceive new information, not stereotypical thinking, the ability to work in a team, the willingness to create and implement new in pedagogical. The introduction of gamification in higher education requires the creation of an electronic database, the organization of research and experimental work, the study of theoretical and practical experience of other innovators, as well as the dissemination of their own experience through the organization of conferences, seminars, etc.

Keywords: gamification, Higher education.

References:

- [1] Zichermann G., Linder J. Game-based marketing: inspire customer loyalty through rewards, challenges, and contests. John Wiley & Sons, 2010.
- [2] Huang, H., & Soman, D., (2013). Gamification of education. Toronto: University of Toronto. Retrieved October 18, 2018 from <http://inside.rotman.utoronto.ca/behaviouraleconomicsinaction/files/2013/09/GuideGamificationEducationDec2013.pdf>

УДК 620.111.1: 377: 657.471.7

ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ МАТЕРІАЛІВ У ПРОЦЕСІ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ВІЗУАЛЬНО-ОПТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З’ЄДНАНЬ

Несін В. В.

Державне підприємство «Міжгалузевий учбово-атестаційний центр Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України», Київ, Україна

E-mail: witnes@ukr.net

Практична підготовка фахівців з контролю якості може здійснюватися як в межах професійного навчання так і в процесі спеціальної підготовки до атестації. Для проведення навчання за програмами підготовки фахівців з візуально-оптичного контролю використовуються матеріали: крейда, папір та бланки формату А4, інший видатковий матеріал.

В процесі навчання застосовуються зразки: 1) стикові зварні з’єднання пластин, товщиною $\delta=[1 \dots 25]$ мм; 2) кутові зварні з’єднання пластин, товщиною $\delta=[1 \dots 20]$ мм; 3) таврові зварні з’єднання пластин, товщиною $\delta=[2 \dots 12]$ мм; 4) стикові зварні з’єднання труб діаметром $\varnothing[48 \dots 520]$ мм, товщиною $\delta=[3 \dots 20]$ мм; 5) кутові зварні з’єднання труб діаметром $\varnothing[50 \dots 325]$ мм, товщиною стінки $\delta=[3 \dots 7]$ мм. Опрацьовуються від 1 до декількох зразків кожного виду.

Схема контролю відображається в навчальних операційних картах і протоколах контролю. Вивчення нормативних документів – в формах самостійної підготовки. Обґрунтування висновків про допустимість відхилень – в навчальних актах. Застосовуються для цього розроблені паперові бланки формату А4. На зразках слухачі крейдою позначають точку початку огляду, напрямок огляду, межі поділу на досліджувані ділянки, ідентифіковані дефекти та їх скупчення.

Виходячи з приведених посилань та розрахунків, прийнято за нормативні [1] для Міжгалузевого учбово-атестаційного центру ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України наступні витрати матеріалів: 1) крейда – 0.0208333 г на зразок або годину роботи; 2) папір А4 - 4 аркуші на 1 зразок. Залежно від насиченості досліджуваних зразків дефектами, допускається 30% збільшення витрат матеріалів за необхідності.

Визначені в роботі кількості матеріалів та навчальні зразки можуть бути застосовані до різного роду розрахунків пов’язаних з навчальним процесом. Зокрема: 1) кількості матеріалів, потрібної на підготовку одного слухача; 2) обґрунтування вартості практичної підготовки й т. ін.

Ключові слова: візуально-оптичний контроль, навчання, витрати матеріалів.

Література:

[1] Розрахунок витрат матеріалів для проведення підготовки фахівців у галузі неруйнівного контролю [Текст]. / Відповідальний виконавець В. В. Несін / – МУАЦ ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України. – К., 2002.

УДК 620.179

RESEARCH OF THE SIGNAL ANALYSIS TIME IMPACT ON PULSED EDDY CURRENT TESTING RESULTS

Kuts Y., Lysenko I., Dugin O.

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

E-mail: j.lysenko@kpi.ua

The pace of development of information-measuring technologies and digital signal processing methods creates conditions for improvement of processing information signals methods for non-destructive testing. This general tendency is also observed in eddy current testing (ECT). Among the most important tasks for ECT are raising the level of information and implementing multi-parameter testing mode [1, 2]. One of the essential methods of solving these problems is related to the use of a pulsed excitation mode of eddy currents [3, 4]. It is based on the influence through the eddy current probe (ECP) pulsed signal to the testing object (TO), the formation of the ECP - TO system response presented in the form of damping harmonic oscillation. The further estimation of the TO parameters and the characteristics of its material is based on such informative parameters of the ECP signal as the decrement of the oscillatory signal and the frequency of natural oscillations. Application of the ECP signal processing method based on the Hilbert discrete transform makes it possible to obtain the amplitude and phase characteristics of this signal (ACS and PCS), which greatly simplifies the further evaluation of their informative parameters. The process of estimating the ECP signals parameters due to the peculiarities of computational effects and to the effects of noise and interference of various nature is accompanied by an error. The procedure error is determined by the peculiarities of the used digital signal processing methods and receiving data modes [5].

Recent studies [6] show that the material conductivity can change due to changes in its microstructure and mechanical characteristics that occur as a result of operating the TO from this material. Besides, previous experimental studies [4] have found that a change in the electrical conductivity of TO material influences the signal value of the ECP in a pulsed excitation mode. Thus, improving the determination accuracy of the decrement of the ECT signals, represented by damping harmonic oscillations, by choosing the optimal time interval for the analysis of this signal is an open and pressing question. The purpose of this research is to study the influence of the analysis time of signals obtained in pulsed ECT and presented in the damping harmonic oscillations form on the error of determination of decrement of that signals.

This goal is achieved by representation the model for ECP signal by an additive mixture of damping harmonic oscillation and Gaussian noise:

$$u_{\text{всн}}(t) = U \cdot e^{-\alpha \cdot t} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) + u_{\text{ш}}(t), t \in (t_1, t_2) \quad (1)$$

where U – the amplitude value of the ECP signal, α – signal decrement, f – natural oscillation frequency, t – current time, (t_1, t_2) – the time ECP signal analysis interval, $u_{\text{ш}}(t)$ – a noise component of a signal that was considered as a Gaussian random process

with zero mathematical expectation and variance σ^2 . In the research, determining the decrement α of the ECP signal has been performed using the methods of regression analysis [7], and the accuracy of its determination was evaluated [8].

Analysis of the results showed that it is advisable to select for analysis the middle part of this signal, that has the smallest variance value, in order to minimize the error in determining the ECP signal decrement.

According to the results of a series of model experiments in the amount of 100, It has been obtained that the deviation in the decrement value of the probe signal, calculated by the lines of ACS regression, from the initial one at modeling is not more than 2.5%. In the case of decrement determination by taking into account the optimal time of analysis, the error has not exceeded 1.5%.

The results of a study of the influence of the time duration for analysis of the attenuating harmonic signal on the error of determining the decrement of this signal have been given in this presentation. The simulation results show that it is advisable to select the signal analysis time equal to or close to the optimum time [8, 9] and in the average part of the attenuating probe signal. This approach minimizes the error in the determination of the ECP signal decrement, and the error has not exceeded 1.5% according to simulation results.

The obtained results confirm the possibility of using the proposed method of improving the accuracy of determining the ECT signal decrement based on using the nonlinear trend of ACS. Given that signal decrement values are very sensitive to noise, the proposed method of improving the determination accuracy of ECT signal decrement can be applied to signals with a low signal to noise ratio.

Keywords: eddy current testing, pulse excitation mode, signal analysis time, frequency, decrement, signal attenuation.

References:

- [1] А. Я. Тетерко, та З. Т. Назарчук, «Селективна вихрострумова дефектоскопія». Львів, Україна: НАН України, Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, 2004.
- [2] В. М. Учанін, *Накладні вихрострумові перетворювачі подвійного диференціювання*. Львів, Україна: СПОЛОМ, 2013.
- [3] I. D. Adewale, and G. Y. Tian, “Decoupling the Influence of Permeability and Conductivity in Pulsed Eddy-Current Measurements”, *IEEE Trans. Magn.*, vol. 49, no. 3, pp. 1119-1127, 2013.
- [4] Ю. Ю. Лисенко, Ю. В. Куц, А. Г. Протасов, та О. Л. Дугін, “Застосування накладних перетворювачів в імпульсному вихрострумовому контролі”, *Вісник НТУУ «КПІ»: Серія приладобудування*, № 51, с. 58–63, 2016.
- [5] JCGM/WG 1. (September 2008). Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. [Online]. Available: <https://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>
- [6] O. Ostash, V. Uchanin, O. Semenets, Y. Holovatyuk, L. Kovalchuk, and V. Derecha, “Evaluation of Aluminium Alloys Degradation in Aging Aircraft”, *Research in Nondestructive Evaluation*, vol. 29, iss. 3, pp. 156-166, 2018.
- [7] Ю. В. Куц, та Л. М. Щербак, *Статична фазометрія*. Тернопіль, Україна: ТТУ ім. І. Пулюя, 2009.
- [8] Y. Kuts, A. Protasov, I. Lysenko, and O. Dugin, “Analysis of the uncertainty of measurement in pulsed eddy current signal evaluation”, *The e-Journal of NDT*, vol. 23, iss. 8, pp. 1-8, 2018.
- [9] I. Lysenko, Y. Kuts, A. Protasov, and A. Alexiev, “Optimization of Analysis Time of Pulsed Eddy

Current Non-destructive Testing Signals”, *Int. Jour. “NDT Days”*, vol. 2, iss. 1, pp. 58-63, 2019.

- [10] S. Maievskiy, I. Lysenko, Y. Kuts, A. Protasov, and O. Dugin, “Study of Parametric Transducer Operation in Pulsed Eddy Current Non-Destructive Testing”, in *Proc. 2018 IEEE Int. Conf. on Electronics and Nanotechnology*, Kyiv, 2018, pp.594 – 597.

УДК 621.391:519.72

ДИСПЕРСІЯ ОЦІНКИ ВЗАЄМОСПЕКТРАЛЬНОЇ ГУСТИНИ ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНИХ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ

^{1,2)}Яворський І. М., ^{1,3)}Юзефович Р. М., ¹⁾Мацько І. Й., ¹⁾Трохим Г. Р., ^{1,3)}Курапов П. Р.

¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, відділ методів і засобів відбору та обробки діагностичних сигналів, Львів, Україна

²⁾Технологічно-природничий університет, Інститут телекомунікацій, Бидгощ, Польща

³⁾Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна

E-mail: roman.yuzefovych@gmail.com

Взаємний спектральний аналіз сигналів, відібраних у різних точках механічної системи, дозволяє досліджувати залежності між гармонічними складовими вібрацій і завдяки цьому більш успішно розв’язувати задачі локалізації та типізації дефектів [1].

Оцінювання взаємоспектральних характеристик за експериментальними даними здійснюють як за періодограмним, так і корелограмним методами [2]. За останнім оцінки взаємоспектральних характеристик знаходяться на основі інтегральних перетворень Фур’є згладжених оцінок взаємоспектральних характеристик. Для оцінки взаємоспектральної густини маємо:

$$\hat{f}_{\xi\eta}(\omega, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{b}_{\xi\eta}(t, u) k(u) e^{-i\omega u} du, \quad (1)$$

де $k(u)$ – функція вікна: $k(-u) = k(u)$, $k(0) = 1$, $k(u) = 0$, при $|u| > u_m$, u_m – точка усічення корелограми. Для оцінки (1) дисперсія визначається формулою:

$$D[\hat{f}_{\xi\eta}(\omega, t)] = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-u_m}^{u_m} \int_{-u_m}^{u_m} R_{\hat{b}_{\xi\eta}}(t, u_1, u_2) e^{i\omega(u_2 - u_1)} du_1 du_2,$$

де $R_{\hat{b}_{\xi\eta}}(t, u_1, u_2) = E\hat{b}_{\xi\eta}(t, u_1)\hat{b}_{\xi\eta}(t, u_2) - E\hat{b}_{\xi\eta}(t, u_1)E\hat{b}_{\xi\eta}(t, u_2)$.

Встановлено, що при заданій довжині відрізка реалізації θ дисперсія оцінки спектральної густини (1) буде зменшуватися зі зменшенням ширини кореляційного вікна. Вибір параметрів u_m і θ слід проводити, виходячи з конкретної мети спектрального аналізу.

Ключові слова: періодично корельовані випадкові сигнали, взаємний спектральний аналіз, довжина реалізації, кореляційне вікно.

Література

- [1] Ihor Javorskyj, Ihor Kravets, Ivan Matsko, Roman Yuzefovych, «Periodically correlated random processes: Application in early diagnostics of mechanical systems», *Mechanical*

Systems and Signal Processing, №83. pp. 406–438, 2017.

- [2] І. М. Яворський, *Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань*. Львів, Україна: ФМІ НАН України, 2013.

UDK 535-15

THERMOGRAPHIC DIAGNOSTICS AND ANALYSIS OF THERMAL IMAGES IN MEDICAL PRACTICE

Muraviov O. V.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: stals98@ukr.net

Using of thermal imaging camera is a highly effective and informative means of patients screening for the detection of inflammatory processes in the early disease stages. Nowadays criteria of thermal imaging diagnostics for more than two hundred diseases and pathological conditions are developed and this list is constantly being replenished.

It is known, that various parts of human body have an individual normal average temperature, due to the existence of features in the degree of their blood supply and innervations. However, surface temperature of symmetrical sections for the same areas does not significantly differ normally. Consequently, opposite symmetrical region of the body should be used as a control site for identifying pathologies.

Medical thermography is becoming more widely used every day in multi-disciplinary medical institutions. The work of thermographer during screening diagnostics takes place, as a rule, in unstable environmental conditions. This determines requirements for medical worker to have a high qualification and special abilities to take into account the influence of external factors, as well as, incomplete thermal adaptation of patients in the diagnostic process [1]. Therefore, one of the pressing issues remains the increase in the information content and the correspondence of the taken indicators to the real temperature of the surface area of the object under observation. Therefore, one of the pressing issues remains the increase in information content and correspondence of taken indicators to real temperature of surface area at observation object. It is worth noting, that diagnosis adequacy also depends on correct interpretation of thermograms, which, in turn, is possible only when a clear image with high quality is obtained. The above parameters largely depend on the operating conditions and influence of environmental factors to thermography camera design.

Today, thermography diagnostics is used in various areas of medicine: oncology, mammalogy, otorhinolaryngology, cardiac surgery, forensic examination and others. One of the most important problems at cardiac surgical interventions is ischemic myocardial damage, since normal coronary perfusion is absent due to aorta clamping. For complete control over the temperature distribution using of infrared cameras is

promising and innovative, that allows to get a highly informative image of temperature distribution on entire heart surface [2, 3].

Temperature fluctuations on myocardium surface in study area are clearly defined during hypothermia and hyperthermia under conditions of cardiopulmonary bypass. Exact temperature control of cooling and heating for brain and heart tissues minimizes cardiopulmonary bypass time and provides maximum protection of myocardium during surgery manipulation.

Temperature lowering of the heart and brain from +36 °C to +18 °C is the main factor in protecting against brain hypoxic damage when these organs are turned off from blood circulation during open heart surgery. During warming at the initial stage temperature difference between heat transfer agent and human body should not exceed 5 °C. At other stages of patient warming until 36 °C, the temperature gradient should not exceed 8 °C and heat transfer agent temperature should be strictly maintained in range of 39,0-39,5 °C [4]. Consequently, during such operations high-precision temperature control is necessary, both for the heat carrier and patient.

Thermal imaging cameras use two wavelength ranges of the optical spectrum that correspond to atmospheric transparency windows: 3-5 micrometers or 8-14 micrometers. However, in the case of medical thermography choice of spectral range is not solely due to requirements of atmosphere transparency, since measurement object (human) is situated close to the camera and level of infrared radiation absorption by air is significant less [5]. At the same time, it was found that thermography cameras operating in spectral range of 3-5 μm are more sensitive to reflexes of skin reradiation from thermal radiation external sources. Considering that the maximum spectral intensity of human body radiation with temperature of 37 °C is approximately at 9.3 μm [6] and the influence of spurious backgrounds is less significant in range of 8-14 μm , it is advisable focusing at photodetector nodes design for medical thermal imagers of this spectral range.

Keywords: infrared imaging camera, medical heat vision, open heart surgery, thermography diagnostics, thermogram analysis.

References

- [1] К. М. Ставоровский, "Автоматична діагностика та аналіз термограмм в медичній практиці", *ElectronComm*, vol. 19, № 1 (78), pp. 47-55, 2014.
- [2] А. В. Муравьёв, "Пассивная термостабилизация оптической системы тепловизора и перспективы его применения в медицинской диагностике", на *10-й Междунар. научно-техн. конф. Приборостроение*, Минск, pp. 385-387, 2017.
- [3] Zhong-Shan Deng, Jing Liu, "Enhancement of thermal diagnostics on tumors underneath the skin by induced evaporation", in *Proc. of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai*, pp. 7525-7528, 2005.
- [4] А. В. Муравьёв, Е. А. Назарчук, "Термостабилизация качества изображения оптической системы термографа", *Вісник інженерної академії України*, № 4, pp.195-199, 2016.
- [5] О. В. Муравйов, О. О. Назарчук, "Компенсація терморозфокусування оптичної системи тепловизора та перспективи його використання в медичній діагностиці", *Вісник інженерної академії України*, № 1, pp. 124-131, 2017.

- [6] М. А. Морозов, А. В. Муравьёв, "Современная лазерная дальнометрия", на 9-й Международ. научно-техн. конф. молодых ученых и студентов Новые направления развития приборостроения, Минск, pp. 38, 2016.
- [7] А. В. Муравьёв, "Пассивная атермализация оптической системы медицинского термографа", *TRENDS OF MODERN SCIENCE*, vol. 15, pp. 88-91, 2018.

УДК 620.179.14

КОНТРОЛЬ СТРУКТУРИ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИХРОСТРУМОВОГО МЕТОДА ВИЩИХ ГАРМОНІК

Баженов В. Г., Калениченко Ю. О., Рацбарський С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: vgbazhenov@gmail.com

Кожна людина може споживати біля 2-х літрів води за добу. Ціна води залежить від її якості і від виробника. Тому контроль якості води є дуже актуальною задачею. Відомі методи експрес-аналізу, але вони ведуть контроль тільки по електропровідності, також відомі методи хімічного повного аналізу, але вони затратні по часу і не контролюють структуру води (відома жива вода, мертва вода, свячена вода і.т.д. хімічний склад яких може не відрізнятися). Структуру води можна контролювати за допомогою сучасних мікроскопів, але для цього треба зробити заморожені її зразки, а потім аналізувати отримані фігури, але такий метод також потребує багато часу і фінансових затрат.

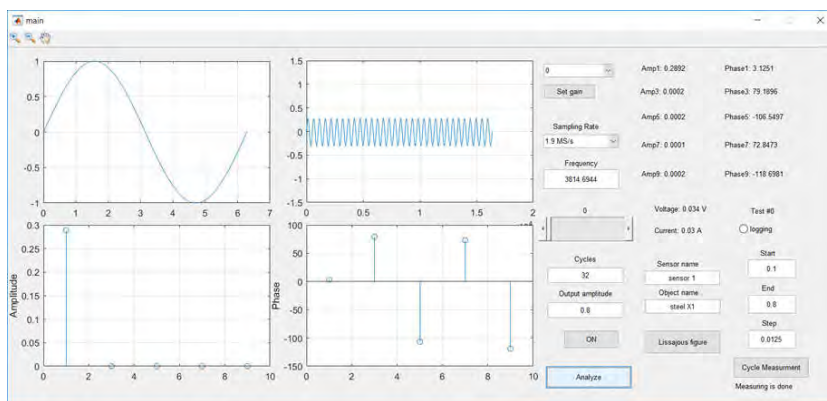


Рис.1. Інтерфейс виміральної системи

На кафедрі ПСНК КПІ ім. Ігоря Сікорського розроблено автоматичну цифрову систему «Структуроскоп» за допомогою, якої можна визначати не тільки зміни структурної решітки металів, але й води якщо її попередньо заморозити за допомогою рідкого азоту.

В якості сенсора використовується спеціальний вихрострумний перетворювач з феритовим осердям. Діючий макет представляє собою повністю автоматичну комп'ютеризовану цифрову інформаційно-вимірвальну систему яка дозволяє повністю автоматизувати як саме експериментальне дослідження матеріалів, так і оформлення протоколів дослідження у вигляді заданого сімейства графіків від параметрів вхідного сигналу, цифрових параметрів роботи системи, вихідного (інформаційного) сигналу, дати і часу проведення діагностики.

Робота системи вимірювання включає в себе синтез синусоїдального сигналу з заданими параметрами- частота, амплітуда, шаг і межі зміни амплітуди і частоти, довжина вимірювального масиву даних, дискретизацію і цифрову обробку отриманих сигналів і в цифровому вигляді визначання таких

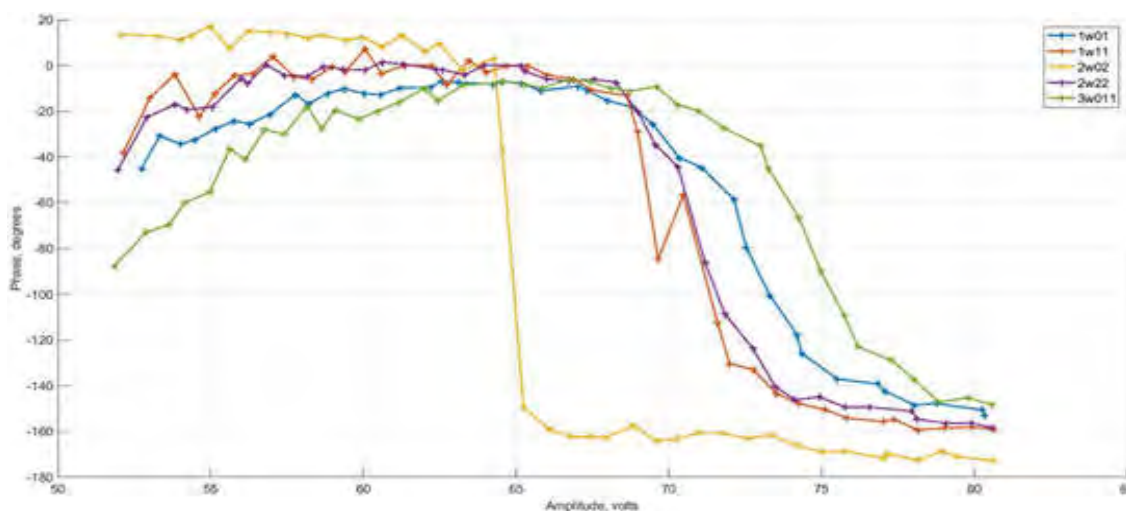


Рис. 2. Порівнювальні графіки зміни фаз 7-ї гармоніки від амплітуди збуджуючого сигналу

параметри цих сигналів, як змінний (до 10 МГц) струм і напруга збуджуючого сигналу амплітуди і фази від 1-ї, до 9-ї гармонік отриманого вимірювального сигналу (Рис. 1). Час вимірювання в одній точці не перевищує 2 с. Наприклад: Якщо сімейство із 10 графіків має 30 точок то час вимірювання складає 1 хв.

На Рис. 2 в якості приклада представлені порівнювальні графіки зміни фаз 7-ї гармоніки сигналів проб води з 5 різних джерел від зміни амплітуди збуджуючого поля сенсорної котушки.

З наведених графіків можна зробити висновок, що вимірювальна система має дуже велику чутливість по зміні фази вимірювального сигналу (в деяких випадках ця зміна знаходиться біля 100°) від рівня збуджуючого сигналу. Як показали експериментальні дослідження розроблена вимірювальна система також дуже чутлива до змін кристалічної решітки води і при однаковому її хімічному складі.

Ключові слова: вода, кристалічна решітка, автоматична вимірювальна система, зміна фаз, графіки.

Література

- [1] V. Bazhenov, A. Protasov, K. Gloinik, «Increasing of operation speed of digital eddy current defectoscopes based on frequency synthesizer», *IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS)*, 2017. doi: 10.1109/mrrs.2017.8075051
- [2] V. H. Bazhenov, K. A. Hloinik, «Design features of eddy current flaw detectors on the microcontrollers», in *Scientific proceedings NDT days 2016 XXXI International Conference «Defectoscopia 16»*. Sozopol, Bulgaria, 2016.

УДК 534.231.2

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ КОНТАКТУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ГОЛОВКИ КОСМЕТОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ З ТІЛОМ ЛЮДИНИ

¹⁾Довженко О. П., ²⁾Довженко О. О., ¹⁾Котовський В. Й., ¹⁾Оникієнко Ю. О.

¹⁾Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

²⁾ТОВ «ТЕХНО-МЕД Україна», Київ, Україна

E-mail: dovzhenkoa@ukr.net, glook33@gmail.com, kotovsk.kpi@gmail.com, razrabotka@ukr.net

У косметології широко використовуються ультразвукові апарати (УА), які дозволяють провести такі процедури, як очищення, омолодження, оздоровлення шкіри, впровадження препаратів та багато інших [1]. Робочим органом УА є ультразвукова головка (УГ), яка створює ультразвукові коливання і передає їх на поверхню шкіри пацієнта. Складовою частиною УГ, яка власне і перетворює електричний сигнал в ультразвуковий, є п'єзоелемент (ПЄ). В залежності від призначення конкретної процедури використовуються УГ різних конструкцій, які створюють ультразвукові коливання з необхідними характеристиками. Але незалежно від конструкції УГ та виду процедури, досить важливим є контроль часу впливу ультразвуку на шкіру пацієнта. Саме тому професійні УА, що використовуються в косметології, повинні забезпечувати контроль часу контакту УГ зі шкірою пацієнта під час сеансу. Існують різні методи такого апаратного контролю. Серед них досить розповсюдженим є аналіз величини електричного струму ПЄ УГ на певній резонансній частоті [2]. Значення цього струму залежить від того, контактує УГ зі шкірою пацієнта чи ні, що впливає на механічне навантаження УГ і змінює її добротність. Але треба зазначити, що добротність УГ, а також значення її резонансних частот залежать від температури, а також змінюються з часом. Саме тому використання фіксованих значень струмів ПЄ для визначення контакту УГ з тілом пацієнта може привести до помилкових рішень.

Для виключення вищезазначених помилок авторами був розроблений і випробуваний макетний зразок УА, спрощена блок-схема вихідної частини якого представлена на Рис. 1.



Рис. 1. Спрощена блок-схема вихідної частини УА

В якості підсилювача потужності була застосована спеціалізована мікросхема ISL55110IRZ фірми Intersil Americas Inc. Коефіцієнт корисної дії підсилювача потужності при роботі на дисковий ПЄ діаметром 15 мм і

товщиною 1,5 мм склав більше, ніж 97 %, що дало можливість на відміну від традиційних схем УА контролювати струм, який споживається підсилювачем потужності від стабілізованого джерела живлення, а не вихідний струм підсилювача потужності. Це дозволило спростити вимірювальну схему, а крім цього, зменшити вплив вимірювальних кіл на форму та амплітуду сигналу, який подається на УГ з підсилювача потужності, що дуже важливо при робочих частотах у десятки мегагерц і вище.

Було використано наступний алгоритм визначення контакту УГ зі шкірою пацієнта. Контролер з періодом в 1 секунду аналізує вихідне значення датчика струму і порівнює його не з фіксованими величинами, які задаються при ручному або автоматизованому калібруванні УА, а з попереднім значенням. В цьому випадку зміна значень датчика струму при контакті УГ зі шкірою пацієнта, або ж відсутністю його, була не менше 10 мА, а зміна того ж струму за рахунок впливу температури або старіння складала не більше 10 мкА, тобто в 1000 разів менше.

Випробування макетного зразка УА, в якому було реалізовано вищевказаний алгоритм, підтвердили безпомилковість визначення контакту УГ зі шкірою пацієнта в процесі роботи.

Ключові слова: ультразвук, головка, контакт, п'єзоелемент.

Література

- [1] А. Н. Беловол, С. Г. Ткаченко, Е. Г. Татузян, *Физиотерапия в косметологии: учебное пособие по элективному курсу*. Харьков, Украина: ХНМУ, 2015.
- [2] М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко, *Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія*. Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.

УДК 536.62

КАЛОРИМЕТР КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВ

Сергієнко Р. В.

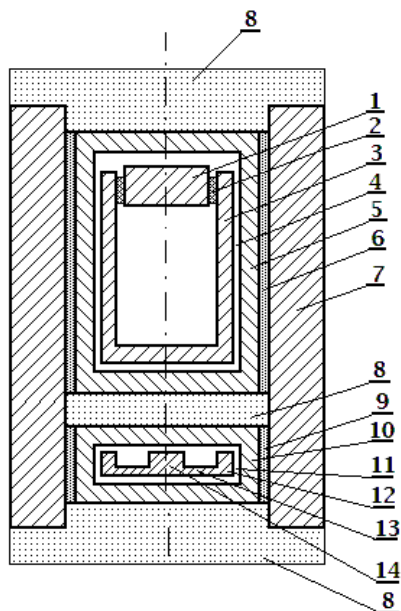
Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

E-mail: Serhiienko@nas.gov.ua

Для максимально ефективного використання палива визначення його якості є дуже актуальним завданням. Один із показників якості палива – теплота згоряння (калорійність).

Метою дослідження стало підвищення точності і швидкодії визначення калорійності палива. Для досягнення мети поставлено завдання проведення порівняльного аналізу видів існуючих калориметричних систем та методів оброблення вимірювальної інформації для визначення теплоти згоряння палива і визначення раціональних параметрів теплової частини приладу та вторинної регулюючої апаратури шляхом математичного моделювання та експериментальних досліджень.

З цією метою в ІТТФ НАН України створено квазидиференціальний бомбовий калориметр для вимірювання теплоти згорання палива. У квазидиференціальному калориметрі за базовий обрано інтегральний спосіб вимірювання теплоти згорання.



Тепловий блок має чутливу теплометричну оболонку 6, намотану на калориметричну комірку 5, яку поміщено в теплорозсіювальний корпус 7. У комірку поміщено стакан 3 з кришкою 1 і ущільненням 2. В нижній частині співвісно змонтовано компенсаційну комірку 10, оточену власною калориметричною оболонкою 9, яка має той же діаметр, конструкцію та щільність термоелементів, що й основна. Компенсаційна комірка складається з імітатора комірки 12, 13, 14 і реакційної посудини та має питому теплоємність на одиницю площі поверхні оболонки ідентичну основній. Між стаканом і коміркою є повітряні зазори 4 і 11, а сам корпус оточено торцевою теплоізоляцією 8.

Розрахунок теплових потоків і температур в робочому режимі виконано за електротепловою схемою заміщення методом контурних струмів. Загалом аналіз результатів калориметричних досліджень підтвердив, що за основними показниками якості брикети і пелети українського виробництва відповідають європейським стандартам.

Ключові слова: калориметрія, якість палива, теплота згорання, вимірювання теплового потоку.

УДК 622.692.4

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ТА ВИМІРЮВАЛЬНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИКИ ТА РЕМОНТУ ОПОРНИХ ВУЗЛІВ НАДЗЕМНИХ ДІЛЯНОК МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Кичма А. О., Предко Р. Я.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

E-mail: akychma@gmail.com, predko.rostuslav@gmail.com

Значна частина території України має суттєві висотні перепади, на якій пролягають численні ріки та водні і техногенні перешкоди, на якій розташовані магістральні трубопроводи (МТ), які вже експлуатуються понад 25...35 років. Тому для МТ тривалої експлуатації необхідно періодично контролювати їх технічний стан і при необхідності проводити ремонтно-відновлювальні роботи опорних вузлів надземних переходів МТ. Останнім часом під час здійснення

технічної діагностики і проведення ремонтів опорних вузлів МТ на надземних переходах застосовують мобільні підймальні пристрої, у яких елементами, що створюють підймальну силу є пневмоподушки фірми «Vetter» [1] та інші. Недоліком таких підймальних пристроїв є відносно невелика вантажопідймальність (250...300 кН) і необхідність установки симетрично до осі трубопроводу двох пневмоподушок, що значно обмежує оперативний доступ до поверхонь опорних вузлів МТ.

Виходячи з цього нами запропонована конструкція мобільного підймального пристрою, яка включає два гідроциліндри з шарнірними опорами, металеву підкладку, тяговий ланцюг і гідронасос. Вантажопідймальність запропонованого пристрою складає 500 кН. Вага окремих складових такого пристрою не перевищує 27 кг, що дозволяє проводити монтаж і ремонтні роботи опорних вузлів надземних переходів МТ без застосування підймальних кранів.

Напружено-деформований стан МТ у процесі діагностичних і ремонтних робіт визначаємо за допомогою методу скінченних елементів. У випадку виявлення корозійних і тріщиноподібних дефектів під хомутами опорних вузлів оцінку їх залишкової міцності проводимо на основі критерію статичної міцності, що базується на двокритеріальному підході і оцінює два граничних стани: крихкого і в'язкого руйнування.

Запропонований комплекс технічних засобів і програмне забезпечення були використані під час проведення діагностики і ремонту опорних вузлів магістральних газопроводів (МГ) «Торжок-Долина» Ду 1400 мм, через р. Случ і МГ «Івацевичі-Долина» II нитка Ду 1200 мм, через р. Свіча.

Ключові слова: технічна діагностика, магістральний трубопровід, опорний вузол, корозійні і тріщиноподібні дефекти.

Література

- [1] С. Ф. Савула, Ю. В. Банахевич, Й. Л. Зубик, А. О. Кичма, Я. М. Новіцький, “Спосіб ремонту ділянок трубопроводів розташованих на колонах балкових переходів”, Патент на корисну модель № 21540 Україна. Опубл. 15.03.2007, Бюл. № 7.

УДК 373

ACTUALITY OF NEUROLLING PROGRAMMING USING IN FOREIGN LANGUAGE

Kriukova Y. S., Ameridze O. S.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
E-mail: ameridze@ukr.net*

Analysis of scientific research shows that there are a number of contradictions between the tasks of professional activity and the nature of the educational and cognitive processes. The teacher should exhibit non-standard, creative thinking,

flexible imagination and the ability to perceive and develop innovations, to use the latest achievements of technology to organize their work.

One of the innovative methods is neurolinguistic programming, which you can use to achieve positive results in learning a foreign language.

Neurolinguistic programming originated in the early 1970s and resulted from the collaboration of J. Grinder, an assistant professor of linguistics at the University of California, Santa Cruz, and R. Bandler [1].

Recently, both national and foreign scholars (J. Grinder, D. Seymour, V. Walker, etc.) have been paying attention to neurolinguistic programming.

Walker noted that neurolinguistic programming is "at the same time a system of theoretical models that help to understand the structure of human experience and activity, as well as a group of practical methods that lead to constructive change and development" [2].

There are scientists who supports a natural approach of learning foreign languages. The general approach applies to children of pre-school age, as well as to pupils at the stage of initial mastery of a foreign language. However, in higher education, this strategy is not appropriate, since the graduate student must be able to not only read, understand and conduct the conversation, but also be able to translate the text in their specialty.

In recent years, the focus has been taken on personality-oriented pedagogy. Nevertheless, it should be noted that in the conditions of classroom practical group lessons this method is not realistic. Therefore, it is considered appropriate to attempt to provide tasks that will cover all channels of presentation and processing of information at the same time. The teacher is obliged to understand the possible differences in the perception of information and the ability to apply and, if necessary, change the tactics of teaching.

The results of the study of neurolinguistic programming have shown that its techniques are used in every human interaction, as well as in the interactive methods that are present in foreign language lessons. Creating a welcoming atmosphere between the teacher and the student is one of the conditions for successful conduct of the class. Good communication is defined in neurolinguistic programming as a “report” that is characterized by such traits as harmony, respect, and trust. Reporting is a human relation, at both the verbal and physiological levels.

In the course of the theoretical study, we identified the key concepts of neurolinguistic programming: representative systems (modalities), rapport, eye scan patterns, speech predicates, visualization. It was also revealed the influence of structural features of the nervous system and the student’s brain on his academic performance.

So, we have selected the main techniques of neurolinguistic programming that contribute to the implementation of multisensory training in practice. That is, their use can increase the quality of knowledge and performance of students, as well as optimize the relationship between teacher and students. The following techniques

used in the lessons in the complex are of great practical importance, which has been proved by many teachers and practitioners.

The development of students' visual ability. J.Grinder defines the concept of “visualization” as the ability to see words through the eyes of the brain [3]. To do this, when introducing new material, students should, firstly, listen and record (translation of external audio information into an internal visual form), secondly, read, make notes and reproduce material according to the records (translation of external visual information into an internal visual form), thirdly, listen and reproduce material without recording (translation of external visual information into internal visual).

Using metaphors. J. Grinder claims that the metaphor is “a parallel representation of the content; the idea presented as a whole» The metaphor does not require explanation from the teacher, otherwise the context narrows. Along with metaphors, teachers successfully apply relaxation exercises, which also help to activate mental processes and contribute to the removal of educational stress and relaxation.

Anchoring. An anchor is any irritant that includes a number of internal reactions and actions. Anchors can be visual, auditory, kinesthetic and olfactory. The audio anchors include various readers for memorizing vocabulary and grammatical structures. We have summarized the existing neurolinguistic programming techniques used in training. Firstly, it takes into account the characteristics of each student (modality and the leading hemisphere). Secondly, the possibility of developing visual abilities of lagging students. Thirdly, the implementation of multisensory training in order to present information on all three modalities.

Thus, despite the fact that neurolinguistic programming appeared relatively recently, scientists have developed methods for introducing techniques of this branch of psychology into the educational process. After the theoretical study, we have outlined the prospect of conducting experimental work aimed at studying the characteristics of students and the implementation of training taking into account these features.

Therefore, neurolinguistic programming is increasingly used in various fields of activity related to the ability to influence the mental state of individuals and groups, their consciousness, and the psychology of behavior. As one of the modern technologies, neurolinguistic programming allows to stimulate students' awareness and behavior to certain activities, which can improve the learning of a foreign language.

Keywords: Neurolinguistic programming, report, communication, foreign language, anchoring.

References:

- [1] Т. А. Байтукалов, *Быстрое изучение иностранного языка от английского до японского*. Москва, Россия: Рипол Классик, 2009.
- [2] R. Bandler, *Veränderung des subjectiven Erlebens. Fortgeschrittene Methoden des NLP*, – Paderborn, 1990.
- [3] Grinder, J., DeLozier, J., & Bandler, R. (1977) *Patterns of the Hypnotic Techniques of Milton H. Erickson, M.D. Vol II*. Capitola, CA.: Meta Publications.

УДК 629.015.4

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ДЛЯ НАТУРНЫХ УСТАЛОСТНЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КРЫЛЬЕВ САМОЛЕТА

Комаров В. А.

*Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники
Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина
E-mail: vladimir@komarov.in.ua*

При решении задачи обеспечения надежности и экономичности современного самолета важная роль отводится экспериментальным методам исследования усталостной долговечности самолетных конструкций, в первую очередь таким, что воспринимают переменные нагрузки, в первую очередь - крыла. Поэтому к ним предъявляются высокие требования в отношении полноты и достоверности воспроизведения эксплуатационных нагрузок и получения выходной информации.

Указанное можно осуществить с помощью установок для усталостных и частотных испытаний крыла самолета, которые разрабатываются на основе обзора развития методов натуральных усталостных и частотных испытаний, как по источникам научной информации, так и по патентным базам данных, где можно выявить как варианты конструктивного выполнения экспериментальных установок, так и методы силового возбуждения.

Поиск новых технических решений предлагается вести на основе двух основных методов натуральных испытаний – повторно-статистического и вибрационного (частотного). Повторно-статистический метод предполагает циклическое нагружение с постоянной амплитудой и малой скоростью смены циклов, исключающей возникновение динамических сил. В этом методе для создания сил нагружения можно использовать силовые гидроцилиндры. Достоинством повторно-статистического метода является простота получения усилий нагружения и возможность их варьирования от минимальной, до разрушающей. При вибрационном (частотном – с возбуждением колебаний конструкции с собственной частотой) методе нагружения циклическое изменение внутренних усилий крыла создается силами инерции основного тона изгибных (или крутильных) колебаний с собственной частотой. Вибрационному методу присуща высокая производительность при малых затратах времени на цикл исследования.

Таким образом, используя теоретические основы вышеизложенных методов и результаты патентного поиска, можно спроектировать реальную систему силового возбуждения, которая позволит обеспечить проведение статико-динамических усталостных испытаний и получить взаимосвязь между частотами собственных колебаний и фактической прочностью конструкции.

Ключевые слова: техніческая диагностика, частота собственных колебаний, нагрузки, контроль неразрушающий, натурные испытания.

УДК 378

ЧИННИКИ РОЗВИТКУ ДОВІРИ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Лашко О. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: e.lawko@kpi.ua

Довіра – фундамент міжособистісних відносин, що визначає ефективність будь-якої взаємодії, у тому числі педагогічної. Роль довіри та окремі її аспекти у контексті гуманізації вищої технічної освіти розглядалися у [1]. З точки зору розвитку ідей гуманізації та екологізації [2] освітнього середовища технічного університету довіра набуває особливого змісту: від трактування довіри як впевненості у чий-небудь сумлінності, щирості, в правильності чого-небудь [3] – до ширшого розуміння ролі довіри у формуванні наставницького образу викладача в процесі професійного становлення студентів.

Отже, значущість довіри між студентами і викладачами підкріплюється необхідністю створення такого освітнього середовища, в якому студент сприймає викладача як наставника, представника професійної спільноти, а тому довіряє викладачеві у професійних питаннях – органічно сприймає нову навчальну інформацію, відчуває можливість задати уточнювальні запитання і отримати додаткові консультації з предмету вивчення. В організації освітнього процесу для такої моделі переважає партнерська взаємодія між студентами і викладачами: викладач відкритий для узгодження індивідуальних траєкторій професійного становлення студентів (організація та форма проведення занять, теми та підходи до виконання індивідуальних завдань тощо), проявляє організаційну гнучкість та відмовляється від позиції експерта з організації навчання – викладач виступає консультантом, який надає точковий супровід студенту в його власному процесі професійного становлення, ставиться з довірою до можливостей студента.

Теоретичний аналіз проблеми довіри [4] дав можливість виділити низку чинників розвитку довіри студентів до викладача у технічному університеті, серед яких умовно можна виділити зовнішні та внутрішньо особистісні чинники.

Так, до зовнішніх чинників розвитку довіри студента до викладача у технічному університеті відносяться:

- суспільні настанови щодо довіри (престижність довіри в сучасному суспільстві);

- політика університету (значущість гуманістичних цінностей у корпоративній культурі університету);
- професіоналізм викладача (компетентність та педагогічні аспекти професіоналізму);
- авторитетність викладача (сприймання його студентом як наставника);
- комунікативний стиль викладача.

Внутрішньо особистісні чинники розвитку довіри мають відношення до особистості студента та включають:

- довіру студентів до себе (схильність довіряти собі у різних сферах життя і діяльності);
- соціальну довіру, або довіру до інших (схильність довіряти іншим людям);
- локус контролю (схильність приписувати власні успіхи або невдачі лише внутрішнім чинникам – інтернальний тип, або лише зовнішнім – екстернальний тип);
- самоствавлення (ставлення студентів до самих себе, яке включає самовпевненість, самоцінність, самоприйняття та ін.);
- автономність (володіння собою, особистісна незалежність, самостійність);
- конформність (піддатливість тиску групи та пов’язана з ним зміна рішень і поведінки);
- схильність до саморозкриття (схильність розкривати інформацію про себе в різних сферах життя);
- настанови студентів щодо значущості довіри (у професійній діяльності та в університеті);
- попередній досвід освітньої взаємодії.

Таким чином, одна з основних задач освітнього середовища технічного університету – стати платформою для розвитку довіри студентів до викладача, в рамках якої реалізується партнерська освітня взаємодія, професійне становлення студентів здійснюється через ідентифікацію з представником професійної спільноти, а викладач виконує роль фасилітатора учбової діяльності студентів.

Ключові слова: студент, викладач, довіра, чинник, вища технічна освіта

Література

- [1] O. Lashko, and O. Velychko, “Study OF Social Trust Among the Students of Higher Education Institutions”, in *International Scientific Conference "Engineering. Echologies. Education. Security"*: Proceedings, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2016, pp. 54-55.
- [2] О. Лашко, “Психолого-педагогічний супровід процесу формування екологічного освітнього простору при підготовці фахівців технічної галузі” на Всеукраїнській конференції з міжнародною участю “Психологічні виміри особистісної взаємодії суб’єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми”, pp. 131-134, 2018.
- [3] С. И. Ожегов, и Л. И. Скворцов, *Толковый словарь русского языка: Ок. 100 000 слов, терминов и фразеологических выражений*. Москва, Россия: ООО «Издательство Оникс», 2012.
- [4] О. Юрченко, “Роль і місце довіри у взаємодії між студентом і викладачем технічного університету”, *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*, Т. II,

УДК 620

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА ЗАШУМЛЕННЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ РАДИОИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ

Богдан Г. А., Баженов В. Г.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина

E-mail: bogdangalya@gmail.com

На сегодняшний день в различных областях промышленности нашли широкое применение порошковые конструкционные материалы. Очевидно, что для обеспечения надежной работы узлов и деталей, изготовленных из этих материалов, первостепенной задачей является разработка систем неразрушающего контроля, которые позволяют оценить их эксплуатационные характеристики, как на стадии изготовления, так и в процессе работы изделия. Анализ существующих методов позволяет сделать вывод, что наиболее эффективно использовать системы, использующие акустический метод контроля [1]. Одним из основных информационных параметров является скорость распространения акустической волны.

При этом, необходимо учитывать, что акустические измерения относятся к косвенным и позволяют непосредственно измерять только время прохождения акустической волны в объекте контроля (ОК), а вычисление скорости распространения акустической волны происходит по известным зависимостям. Таким образом, для обеспечения точности и достоверности полученных данных необходимо существенно повышать точность измерения времени прохождения акустической волны в ОК. Производить измерения временного интервала с заданной точностью позволяют фазовые методы, при этом сигналы с фазовой информацией в таких системах должны обрабатываться с высокой скоростью и точностью в широком динамическом и частотном диапазоне.

В данном докладе рассмотрена помехоустойчивая измерительная акустическая система, позволяющая определять время распространения ультразвуковой волн с высокой точностью. Для реализации данной цели предлагается исследовать возможность применения фазового метода измерения временного интервала, а именно дискретного ортогонального метода.

Суть рассматриваемого дискретного ортогонального метода и пример частичной реализации описан в работах [2, 3]. В настоящей работе рассматривается его дальнейшее развитие и возможности применения при работе с высокочастотными зашумленными радиоимпульсными сигналами. Известно, что ортогональные методы измерения обладают максимальной помехоустойчивостью и позволяют обнаруживать сигналы при соотношении сиг/шум меньше 1. Для оценки работоспособности дискретного ортогонального

метода определения фазового сдвига при наличии аддитивных шумовых составляющих в измерительных сигналах было проведено моделирование в системе Matlab. В качестве модели помехи использовался гауссовский шум с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 . Моделирование проводилось для сигналов частотой 5 МГц, частота дискретизации АЦП 100 МГц, а его разрядность 12. Количество выборок на период выбиралось кратной частоте дискретизации АЦП. Для повышения точности и достоверности полученных результатов проводилась статистическая обработка 50 измерений. Соотношение сигнал-помеха варьировалось от 1 до 20 с шагом 5.

Полученные результаты моделирования для крайних значений фазового сдвига (10° и 90°), а именно зависимость относительной погрешности измерения фазового времени распространения сигнала от величины соотношения сигнал/шум, показали, что 3 дискретный ортогональный метод измерения ФС высокочастотных сигналов позволяет производить измерение фазового времени распространения сигнала с погрешностью менее 1 % при соотношении сигнал/шум равном 10 без использования специальных алгоритмов обработки полученных сигналов.

Для проверки адекватности используемой модели при компьютерном моделировании были проведены экспериментальные исследования. Задача этих исследований состояла в определении точность измерения ФС между высокочастотными радиоимпульсными сигналами при наличии помех. Сигналы для исследований формировались с помощью двухканального генератора сигналов прямого цифрового синтеза (DDS) MHS-5200A. Генератор формировал два сигнала одинаковой частоты: один сигнал не имел помех, а ко второму сигналу искусственно добавлялась помеха аддитивного характера. Соотношение сигнал/шум изменялось от 1 до 20. Фазовый сдвиг между сигналами варьировался от 10° до 170° . Обработка полученных результатов производилась в ПК. Измерения проводились с использованием дискретного ортогонального метода определения фазового сдвига с 12-ти разрядным АЦП с частотой дискретизации 100 МГц. Экспериментальные исследования подтвердили результаты моделирования.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, фазовый сдвиг, моделирование.

Литература

- [1] Г. А. Богдан, А. Г. Протасов, «Застосування дискретного ортогонального методу вимірювання фази для визначення характеристик матеріалів ультрависокочастотним методом», *Наукові вісті НТУУ «КПІ». Серія Технічні науки*, Вип. 2, pp. 87-93, 2016.
- [2] В. Г. Баженов, Г. А. Богдан, М. В. Кравченко, «Цифровая система измерения фазовых сдвигов радиоимпульсных сигналов», *Международный научно-исследовательский журнал*, №4 (46), часть 2, pp 36-38, 2016.
- [3] G. Bogdan, V. Bazhenov, A. Protasov, «Development of discrete orthogonal method for determining the phase shift between high-frequency radio impulse signals», *IEEE Xplore 19.10.2017 (Microwaveaves, radar and remote sensing Symposium (MRRS) 29-31 Aug.2017.IEEE)*, pp.191-194, 2017.

UDC 004.89

ANALYSIS OF NEURAL NETWORKS EFFICIENCY IN ACTIVE THERMAL DEFECTOMETRY DEPENDING ON THE NUMBER OF THERMOGRAMS

Momot A. S.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: drewmomot@gmail.com

Active thermal nondestructive testing (ATNDT) methods are widely used in various industries due to the high speed and clarity of results. However, existing classic methods of digital thermogram processing place high demands on the parameters of thermal imaging equipment. As it known, the results of thermograms sequences processing using Fourier analysis or Dynamic Thermal Tomography are highly dependent on the number of thermograms.

These methods require hundreds of thermograms recorded at high frame rates [1]. Unlike classical methods, the use of neural networks (NN) can significantly improve the efficiency of thermograms sequence digital processing without the use of high-cost equipment [2].

A computer simulation of the multilayer CFRP plate active thermal testing process was conducted to investigate the performance of a neural network data analysis system in a different number of recorded thermograms. Four sequences containing 20, 50, 80 and 100 thermograms was obtained in the result of simulation. The duration of thermograms recording remained unchanged. Further testing of the feedforward backpropagation NN in tasks of defect detection, classification and determination of their parameters was carried out. Qualitative and quantitative results were obtained and analyzed.

Changes in the number of thermograms in the initial sequence were found to have no significant effect on NN performance in the ATNDT. Classification of temperature profiles error increases with the increase in number of thermograms and is ranged from 11.41 % to 10.23 %, the value of the Tanimoto criterion changes from 88.37 % to 89.81 %, the error in defects depth estimation falling from 9.17 % to 7.97 %. NN learning time increases for higher number of thermograms in sequence.

The obtained results made it possible to substantiate the criteria for parameters of thermal imaging equipment selection during the ATNC using intelligent data processing systems. An important task for further research is to evaluate the impact of other parameters on NN performance.

Keywords: nondestructive testing, neural networks, thermal defectometry.

References

- [1] R. M. Galagan and A. S. Momot, «Analysis of application of neural networks to improve the reliability of active thermal NDT», *KPI Science News*, no. 1, pp. 7-14, 2019.
- [2] R. Galagan and A. Momot, "Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing," *Sciences of Europe*, vol. 1, no. 44, pp. 20-25, 2019.

УДК 621.336

DEVICE FOR TESTING OF AIRCRAFT CONSTRUCTION STRUCTURES

Protasov A. G.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: psnk@kpi.ua

Currently, the quality of the aircraft structures joints is evaluated in a destructive way by the distribution size of holes in the technological sample. Therefore, the development of automated non-destructive testing (NDT) tools for the quality of aircraft structures joints after assembly makes this task very relevant [1, 2].

In NDT systems, scanning devices are an integral part that provides the process of monitoring large objects with a complex configuration [3, 4]. A large number of diverse scanners are used in practice. The most versatile scanners can have 5 or more degrees of freedom. However, please note that each degree of mobility complicates the design and significantly increases the cost of equipment.

Among the companies that develop scanning devices for NDT, one can mention the company from Great Britain, “Silverwing”, which offers a family of scanning devices such as Scorpion. These devices can move along the vertical walls of ferromagnetic tanks and large-diameter pipes up to a distance of 50 m. They are used for ultrasonic scanning of walls in order to identify damaged areas [5].

The Danish company “Force Technology” offers an automated track scanner ATS-1, which is a multi-purpose XY - rack-and-pinion scanner that moves on special straight or curved guides to test bulky items: bent pipelines, propeller wings or wind generators, where it is mounted on suction cups in any spatial position [6].

The scanner of the company “Sonomatic Ltd” MAXIM carries out linear movements along 3 axes, and can also perform rotational movements around a given axis. In this case, both continuous and discrete scanning can be performed [7].

The proposed scanning device is used to deliver the primary transducer to the place of testing, which may be located on the wing of the aircraft or other hard-to-reach parts. The device circuit is developed on the Arduino platform (Arduino UNOR 3), which is built on the basis of two microcontrollers from Atmel corporation (ATMega 328) and is used to receive signals from analog and digital sensors and control various actuators and exchange information with a computer using various interfaces [8].

The Arduino platform simplifies the process of working with microcontrollers and has several advantages over other devices. The first is low cost. Secondly, the software for this platform runs on all the most common operating systems: Windows, Macintosh OS X, and Linux. Thirdly, a simple and understandable programming environment [9].

The proposed device contains a dual shield of stepper motors, which is made on two control boards L293D. In addition, it has on its board a shift register SN74HC565N, which ensures stable operation of the drive wheel sets. The

microcontroller provides the reception of signals via the Bluetooth system processes and feeds them into the shift register SN74HC565N. The shift register organizes the distribution of signals between the two L293D control boards, which provide power to the stepper motors. The proposed device has a high speed. The execution time of all operations is 0.2 seconds.

For experimental verification of the health of the proposed device efficiency, a layout was created and a temperature control system diagram was implemented. The DS18B20 digital thermometer was used as a temperature sensor, which provides temperature measurement with 12-bit resolution. The measured temperature range is from -5 °C to + 125 °C with an accuracy of ± 0.5 °C in the range from -20 °C to + 65 °C. The system voltage was monitored with a DSN-DVM-368 voltmeter.

The speed of the scanner depends on the task. When moving up an inclined surface, the voltage of the motors increases, and when moving in the opposite direction, i.e. down - the voltage decreases. Thus, the following speed range is programmed: upward movement - the speed corresponds to 255 conventional units, when moving downward - 115 units, when moving along a horizontal surface the speed is 185 units.

The proposed device can be used in NDT systems for rivets and bolts of aircraft structures. It is characterized by increased maneuverability, the ability to reach inaccessible places and overcome obstacles such as bends of the structure. The developed program for implementing the testing procedure algorithm controls the movement of the scanner, organizes a survey of sensors, provides digital output of information to the operator's display, as well as to a remote PC.

Keywords: non-destructive testing, scanning systems, control algorithms.

Reference

- [1] Б. Е. Авчинников, *Восстановление авиационных деталей и соединений*. Москва, Россия: МГТУ ГА, 1995.
- [2] В. Ф. Дианов, та Б. В. Дюдин, *Физические методы и технология неразрушающего контроля материалов, сварных соединений и изделий*. Таганрог, Россия: ТРТУ, 1995.
- [3] Ю. Ю. Лисенко, О. Л. Дугін, Ю. В. Куц, та А. Г. Протасов, “Застосування накладних перетворювачів в імпульсному вихрострумовому контролі”, *Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування*, № 51(1), pp. 58-63, 2016.
- [4] Y. Kuts, A. Protasov, I. Lysenko, et al., “Using multidifferential transducer for pulsed eddy current object inspection”, in *IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, Kyiv, 2017.
- [5] Silverwing [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.silverwingndt.com/>.
- [6] Force Technology [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://forcetechnology.com/>.
- [7] Sonomatic Ltd [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sonomatic.com>.
- [8] Atmel corporation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/default.aspx>.
- [9] А. Г. Протасов, А. С. Корогод, та Е. Ф. Суслов, “Универсальное устройство для сбора данных с аналоговых и цифровых преобразователей”, *Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування*, № 49(1), pp. 145-153, 2015.

УДК 004.89

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОШУКУ ЛЕГЕНЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКІВ

Галаган Р. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: rgalagan@ukr.net

Вступ

Пневмонія є небезпечним гострим інфекційним запаленням легень. Причиною пневмонії можуть бути віруси, бактерії, мікоплазми, гриби тощо. Найбільш важку атипову пневмонію викликає коронавірус SARS та COVID-19. Ускладнення від пневмонії можуть призвести до летальних випадків.

Для діагностування пневмонії виконують ряд лабораторних досліджень: біохімічний аналіз, бактеріоскопія, визначення антитіл до антигенів різних збудників тощо. Окрім цього важливу роль для встановлення діагнозу відіграє інструментальна діагностика: рентгенографія легень, комп'ютерна томографія та трансторакальна ультразвукова інтроскопія.

Рентгенографія органів грудної клітини – це класичне проєкційне рентгенографічне дослідження, що застосовується для діагностики патологічних змін грудної клітини, органів грудної порожнини і прилеглих анатомічних структур. Найчастіше рентгенографія застосовується для діагностування пневмонії.

Аналіз рентгенівських знімків та встановлення діагнозу виконується лікарем на основі візуального аналізу знімку. Таким чином, на результат діагностування значним чином впливає людський фактор. Зменшити його вплив пропонується за рахунок використання нейромережових технологій, що дозволить пришвидшити постановку діагнозу та підвищити вірогідність.

Аналіз рентгенівських знімків за допомогою нейронних мереж

Отримання рентгенівського зображення засноване на ослабленні рентгенівського випромінювання при його проходженні через різні тканини з подальшою реєстрацією на рентгеночутливій плівці. Внаслідок такої взаємодії на знімку отримують розподіл різної інтенсивності: на місці кісток – білі ділянки, м'які тканини мають сірі тони, а там, де повітря, ділянки знімку є чорними. Тому здорові легені, що заповнені повітрям, зазвичай на знімку виглядають чорними. Ділянка легень, що має запалення внаслідок пневмонії, може бути заповнена рідиною або гноем, тому зазвичай є більш світлою.

Автоматизація процесу аналізу та розпізнавання зображень на знімках (як рентгенівських, так і ультразвукових, теплових тощо) є важливою задачею, вирішити яку можна завдяки використанню нейронних мереж (НМ) [1].

У цій роботі для реалізації НМ була використана мова програмування Python та бібліотеки Keras і TensorFlow. У бібліотеці Keras для побудови багатошарової НМ була обрана послідовна модель (sequential, KNF модель).

Навчання та тестування НМ потребує значної кількості даних (dataset). На жаль, в Україні відсутні будь-які цифрові бази даних рентгенівських знімків із маркованими даними. Тому для навчання та тестування моделі була використана наступна база даних [2]. Навчання моделі потребувало 8 епох, оскільки після 8-ї епохи точність припиняла збільшуватись, а функція втрат спадати. Після навчання для перевірки працездатності та оцінки вірогідності правильної класифікації на вхід моделі були подані тестові дані. У табл. 1 наведені результати оцінки вірогідності за 4 метриками, що отримані під час обробки тестових даних, які до цього моделі були невідомі.

Таблиця 1. Значення метрик

<i>Метрика</i>	<i>Значення</i>
Accuracy	91,03 %
Precision	89,76 %
Recall	96,67 %
F1-score	93,09 %

Висновки

Використання НМ дозволяє автоматизувати процес діагностування та підвищує вірогідність прийняття правильного рішення. Наразі зарано говорити про те, що застосування НМ може повністю витіснити необхідність встановлення діагнозу лікарем, оскільки машинні методи не дають стовідсоткового результату, а в деяких випадках можуть і не розпізнати нові типи хвороб, якщо до того вони не були навчені їх розрізняти. Скоріше сьогодні це може стати корисним додатковим інструментом, який матиме лікаря.

Проте метод діагностування із використанням НМ має можливість масштабування за умови наявності необхідних баз даних для навчання НМ. Тому важливим завданням є формування в Україні власної бази цифрових медичних даних (у тому числі й оцифрованих рентгенівських знімків, для яких встановлені точні діагнози), що вже давно практикується у розвинених країнах. Це дозволить різним дослідникам тестувати власні моделі обробки даних та знаходити найбільш оптимальні алгоритми.

Ключові слова: рентген, нейронна мережа, пневмонія.

Література

- [1] R. M. Galagan and A. S. Momot, “Analysis of application of neural networks to improve the reliability of active thermal NDT”, *KPI Science News*, № 1, pp. 7-14, 2019. (DOI: <https://doi.org/10.20535/kpi-sn.2019.1.157374>)
- [2] Kermany, Daniel; Zhang, Kang; Goldbaum, Michael, “Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification”, *Mendeley Data*, v2: [Електрон. ресурс]. – <https://data.mendeley.com/datasets/rscbjbr9sj/2> (DOI <http://dx.doi.org/10.17632/rscbjbr9sj.2>)

UDK 535.317

PASSIVE OPTICAL ATHERMALIZATION OF DIOPTRIC LENSES FOR THERMAL IMAGING DEVICES

Muraviov O. V.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: stals98@ukr.net

The infrared (IR) equipment gets wide application in metrology, military engineering, scientific researches. IR devices are often used in difficult environmental conditions. A number of scientific publications are devoted to the design of thermally independent lenses. For example, in [1] methods of opto-mechanical passive athermalization of optical systems are considered. However, far too little attention has been paid to the passive optical athermalization algorithm. The analysis of such publications shows that the greatest attention is paid to opto-mechanical methods of athermalization, while passive optical athermalization is nowadays increasingly used due to a number of advantages: simplicity of construction, high accuracy and reliability, reduction of mass and dimensional characteristics. In particular, the significant advantage of optical methods is when the contribution of mechanical structural members to thermal defocusing can be minimized by applying materials with negligible temperature coefficient of linear expansion for mechanical parts of optical devices. Currently, there are only general recommendations that can be used in design of athermalized lenses, while the question of mathematical algorithms for passive optical athermalization remains open.

At lenses design process for IR equipment, developers widely use three-component optical systems. These systems allow to get good image quality without using aspherical surfaces. At the same time, the task of maintaining image quality over a wide temperature range in most of these compositions remains unresolved. This paper material is devoted to development of mathematical apparatus that allows to design athermalized and achromatic IR triplets with possibility of minimization of necessary image aberrations for the case of uniform temperature distribution in optical system [2].

Operating requirements for such equipment often include provision of the working temperature range ± 50 °C, because the most significant environmental factor that influences to image quality of IR technique is the temperature field change [3]. This leads to the emergence of thermal defocusing in the optical system – change of the back focal length size, and image thermal aberrations. As a result, there is a significant reduction of the resolution and deterioration of lenses main characteristics. Consequently thermal stabilization of lens image quality at the environmental temperature changes is an important and actual problem that needs to be solved at the design stage of IR device.

The question of thermal stabilization can be solved by applying active, semi-active and passive methods. Main advantages of passive optical athermalization are

high reliability, absence of any moving parts and need of manual adjustment, minimization of weight and size properties and simplicity of design. Perspectives of this direction development are also caused by constant expansion of the optical materials list for IR spectral range [4].

The synthesis of an athermalized dioptric objective is based on optical materials combinations with different signs of the thermo-optical constant. During thermal stabilization it is possible to minimize image aberrations and to choose optimal material of the supporting structure for lenses at the same time. Proposed method allows to synthesize athermalized IR objectives, which include two or three lenses, using only two different optical materials [5].

Temperature fluctuations of the environment during the infrared technique operation significantly affect to its characteristics, such as quality and informativeness of the image, so at the design stage of high-precision and sensitive devices it is expediently to carry out an athermalization of the optical system. Athermalization and achromatization of IR triplets can be carried out by selection of optical materials compositions. During athermalization the main aberrations of IR dioptric lenses image are also minimized.

Synthesized in accordance with developed technique IR triplet with 50 mm focal length, 1:1 relative aperture, field of view angle 12° is characterized in the temperature range from -20°C to + 60°C by 4 μm changing of back focal length, that is 1-2 orders less than for non-athermalized lenses with similar operational parameters [6].

Further work in this direction should aim to improve design techniques of achromatic and athermalized infrared optical systems in order to get an algorithm that will allow to obtain a complete design parameters set for optical system without requirement of additional optimization; to minimize optical system aberrations; to design optical systems consisting of more than three components.

Keywords: passive optical athermalization, image quality thermostabilization, dioptric objective, optical system.

References

- [1] J. Tejada, "Passive athermalization: maintaining uniform temperature fluctuations", *Optical Design*, May, pp. 341-345, 2006.
- [2] О. К. Кучеренко, А. В. Муравьев, "Методы пассивной атермализации и ахроматизации двухкомпонентных оптических систем", *Вісник НТУУ «КПІ», Серія приладобудування*, № 43, pp. 46-53, 2012.
- [3] О. К. Кучеренко, О. В. Муравйов, В. М. Тягур, "Ахроматизація та атермалізація об'єктивів інфрачервоної техніки", *Наукові вісті НТУУ „КПІ”*, № 5, pp. 114-117, 2012.
- [4] Hudyma M. Russell, "Athermal MWIR objectives", *SPIE*, vol. 2540, pp. 229-235, 1995.
- [5] В. М. Тягур, О. К. Кучеренко, А. В. Муравьев, "Пассивная оптическая атермализация инфракрасного трехлинзового ахромата", *Оптический журнал*, т. 81, № 4, pp. 42-47, 2014.
- [6] S. E. Ivanov, G. E. Romanova, A. V. Bakholdin, "Using a two-lens afocal compensator for thermal defocus correction of catadioptric system," in *Proc. SPIE 10375, Current Developments in Lens Design and Optical Engineering XVIII, San Diego*, 2017, pp. 594-601. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2273629>

- [7] А. В. Муравьёв, О. К. Кучеренко, "Композиции атермализованных трехкомпонентных инфракрасных объективов", *Наука и техника*, № 4, pp. 32-37, 2015.

УДК 621.190

SYSTEM FOR DEFINITION OF DEFECT'S COORDINATE

Syeryu K. M.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
E-mail: psnk@kpi.ua*

The problem of coordinate recording of testing results during manual scanning is not new for modern flaw detection [1, 2]. Some foreign companies offer their own designs to solve the mentioned problems. One of the simplest designs that is used in scanning devices is a mechanical system for determining the coordinates of the transducer, proposed by “Olympics”, USA.

The composition of such a system includes two roulette-type length meters, which are fixed on the surface of flat objects using pneumatic or magnetic devices. These devices have reversible readers, which according to the number of marks on the measuring tapes of these roulettes determine their length. The coordinates of the transducer in this system are determined from the compiled system of equations, which figure the distances between the transducer and each reader, as well as the size of the measurement base.

The disadvantage of such mechanical coordination systems is the low accuracy of determining the coordinates relative to this reference frame. In this case, a reduction in the measurement error is achieved by linking the coordinates of the measurement base to the real coordinates of the testing object.

With the development of modern electronics, it has become possible to use wireless technologies in non-destructive testing [3]. One of the methods for determining the coordinates of the measuring transducer, excluding the mechanical elements of the system, is based on the use of electromagnetic waves of super high frequencies. The system is built on a principle allows you to transmit the received information remotely.

The disadvantage of this coordinates determining method is the lack of accuracy and the results reliability. Since, the radiation of electromagnetic waves of ultrahigh frequencies even of low power can cause reverberation of signals reflected from the surface of the testing object and other objects, which leads to a distortion of the signal phase at the inputs of phase shift meters.

Today, the most commonly used in defectoscopy systems for determining the coordinates of transducers use the properties of ultrasonic fluctuations [4]. However, it should be noted that this method of determining coordinates has a significant disadvantage, which is expressed in the dependence of the speed of propagation of ultrasound on the movement of air.

The article proposes to consider a system for determining coordinates of a flaw detector measuring transducer in the process of manual scanning of the surface of a test object. This system should record these coordinates and eliminate the subjectivity of the test results. The proposed system is based on the use of optical systems with photodetectors in the form of two-dimensional charge-coupled matrices [5].

To solve this problem, a system is proposed that contains two optical cameras with CCD arrays that are placed in the focal planes of the lenses at an angle of 90° at a distance of 1 m from one another. The measurement base $B = 1\text{ m}$ corresponds to the distance between the centers of the lenses of the optical cameras. A point light source (LED with a wide radiation pattern) is installed on the converter housing. The spatial position of the converter can be determined using digital video cameras.

As already noted, in the proposed system, optical cameras with CCD arrays are located at the angle of 90° relative to each other, they are fixed on a length bar B (sides of a rectangular frame). At the same time, these optical cameras should be located at the angle of 45° relative to the measurement base. This arrangement allows us to scan the surface of the test object without restrictions within the visibility range of cameras with an area B^2 .

To confirm the theoretical part of this proposal, a working model of a system for determining the position coordinates of a flaw detector transmitter was developed. Experimental studies have made it possible to establish the actual accuracy of determining the coordinates of the centers of the optical projections of the light spot from the LED at its various coordinate positions. In this case, the accuracy of the system alignment was taken into account, and the accuracy of determining the gradients of illumination (the boundaries of the blurred optical projection of the LED light) was approximately $\pm 4\text{ mm}$. Increasing the brightness of the LED by 50 % reduces the error by 1 mm.

The results of experimental studies conducted on a prototype system also showed the possibility of automating the process of determining the coordinates of the measuring transducer position during a manual scan of the object. It solves the problem of automatic coordinate recording of information in the memory of a portable computer about the performed control.

Keywords: non-destructive testing, scanning systems, photo receiver.

Reference

- [1] А. Г. Протасов, А. С. Корогод, та Е. Ф. Суслов, “Универсальное устройство для сбора данных с аналоговых и цифровых преобразователей”, *Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування*, № 49(1), pp. 145-153, 2015.
- [2] Ю. Ю. Лисенко, О. Л. Дугін, Ю. В. Куц та А. Г. Протасов, “Застосування накладних перетворювачів в імпульсному вихрострумовому контролі”, *Вісник НТУУ „КПІ”, Серія приладобудування*, № 51(1), pp. 58-63, 2016.
- [3] V. Petryk, A. Protasov, K. Syeryu and S. Ukraineec, “Wireless data transmission in ultrasonic nondestructive testing”, *Научные известия*, № 1 (216), Болгария 2017, pp. 121-123.
- [4] О. Povshenko, V. Petryk, A. Protasov, “Portable ultrasound flaw detector”, in *II наук.-техн. конф. “НК в контексті асоційованого членства України в ЄС”* 15-19 жовтня 2018 року, Люблін, Польща.

- [5] С. М. Масевський, К. М. Серий, “Безконтактна система визначення координат вимірювального перетворювача дефектоскопу”, *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, №4, pp. 20-23, 2012.

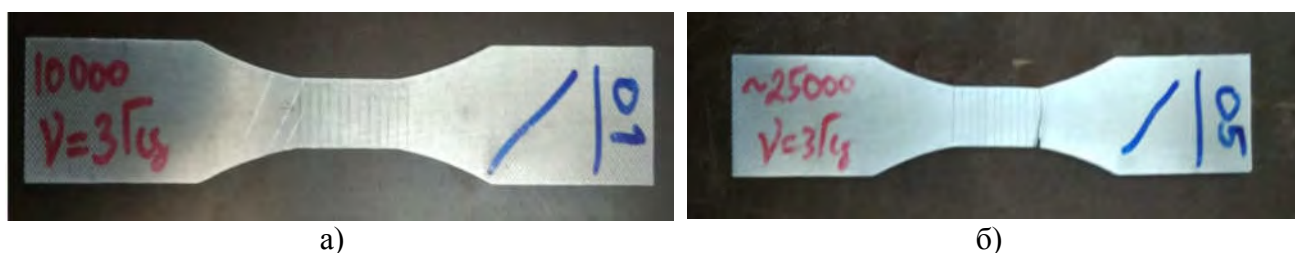
УДК 620.179.14

ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВТОМИ МАТЕРІАЛІВ

*Баженов В. Г., Калениченко Ю. О., Рацебарський С. С., Коваль В. В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: vgbazhenov@gmail.com*

Показана можливість визначення втоми матеріалу за допомогою структуроскопа розробленого на кафедрі ПСНК «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Для демонстрації таких можливостей були спеціально підготовлені зразки з листового матеріалу AA2024-T4 товщиною **3mm** (див. Рис. 1, а), Які потім на спеціальному стенді ВіSS-02-112 отримали різне циклічне знакопостійне пульсуюче навантаження з частотою 3Гц.



а) б)

Рис.1. Зовнішній вигляд тестового зразка, де

- а) до проведення експериментальних досліджень; б) після проведення експериментальних досліджень

Один зразок отримав навантаження 10000 циклів, другий зразок при навантаженні 24989 циклів був зруйнований (див. Рис. 1, б).

При дослідженні отриманих зразків за допомогою структуроскопа розробленого на кафедрі ПСНК «КПІ ім. Ігоря Сікорського» спостерігається особливо виражена реакція фазових характеристик гармонік вимірювального сигналу на зміну механічного напруження внаслідок динамічного навантаження. (наприклад: див. Рис. 2 та Рис. 3 порівнювальних графіків відповідно для другої і третьої гармонік інформаційних сигналів).

Тут по осі X – приведена амплітуда сигналу збудження, по осі Y – виміряні значення початкових фаз X-ї гармоніки в градусах.

З наведеного можна зробити висновок, що розроблена авторами інформаційно-вимірювальна система «Структуроскоп» може бути використана і для вимірювання втоми не феромагнітних матеріалів.

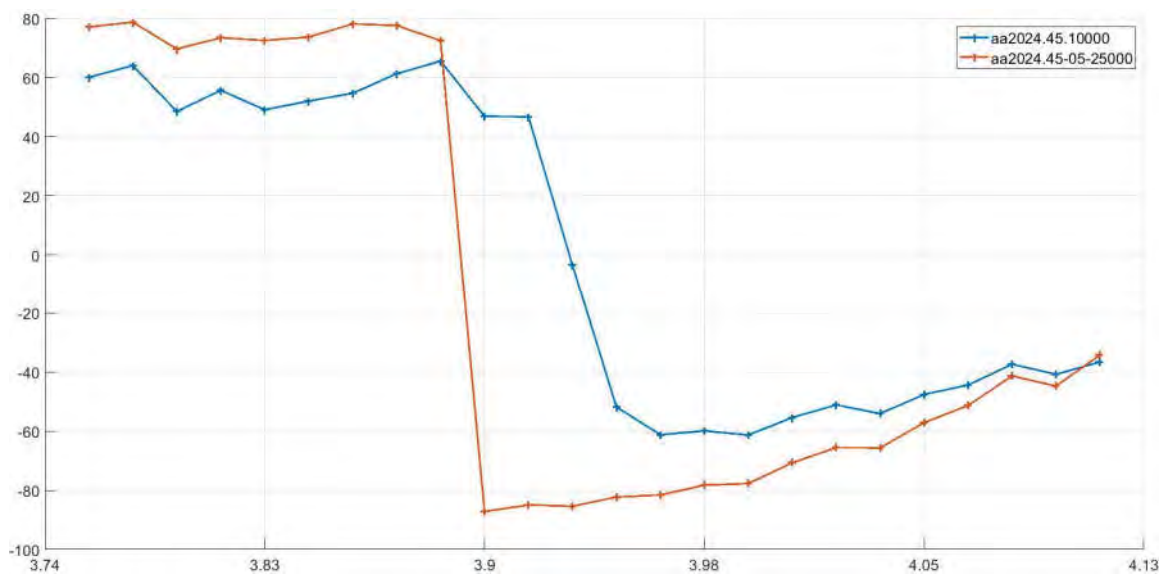


Рис. 2 Алюмінієвий сплав АА2024-Т4. Зміни початкової фази сигналів відгуку Н2, навантаження 10 000 циклів (синій колір) і 25 000 циклів (червоний колір зліва).

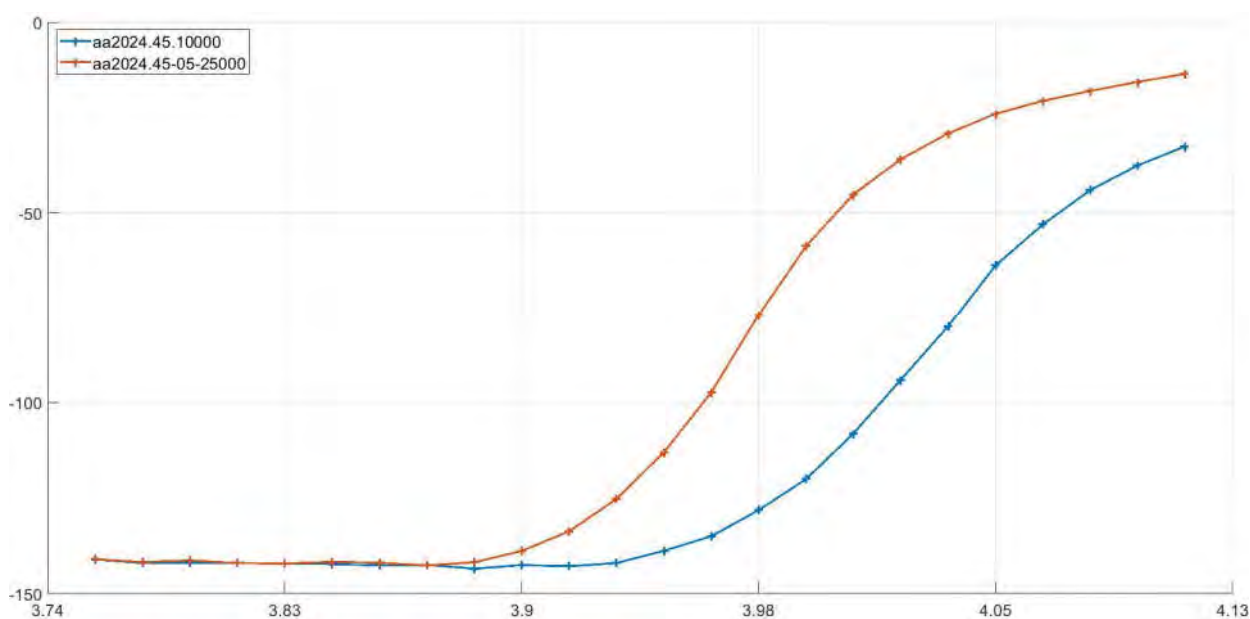


Рис.3. Алюмінієвий сплав АА2024-Т4. Зміни початкової фази сигналів відгуку Н3, навантаження 10 000 циклів (синій колір) і 25 000 циклів (червоний колір зліва).

Ключові слова: вимірювання втоми матеріалів, АА2024-Т4, структуро скоп, фазові характеристики, циклічне навантаження.

Література

- [1] V. Bazhenov, A. Protasov, K. Gloinik, «Increasing of operation speed of digital eddy current defectoscopes based on frequency synthesizer», *IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS)*, 2017 doi: 10.1109/mrrs.2017.8075051.
- [2] V. H. Bazhenov, K. A. Hloinik, «Design features of eddy current flaw detectors on the microcontrollers», in *Scientific proceedings NDT days 2016 XXXI International Conference «Defectoscopia 16»*. Sozopol, Bulgaria, 2016.

УДК 620.179.14

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Петрик В. Ф., Протасов А. Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: psnk@kpi.ua

В даний час величезними темпами зростає ступінь автоматизації виробництва завдяки впровадженню все більш складних, взаємопов'язаних даними промислових систем, також відомих як «Індустрія 4.0». Рушійними силами цієї тенденції є:

- зростаюча доступність мініатюрних бездротових датчиків;
- повсюдність їх взаємозв'язку через Інтернет;
- найкоротші витрати на хмарне зберігання / обробку даних;
- швидко поліпшуються можливості аналізу і рекомендацій, що засновані на даних, отриманих за допомогою все більш доступних і ефективних сценаріїв використання штучного інтелекту.

У зв'язку з цим можна говорити про вирішальний і зростаючий збіг цілей Індустрії 4.0 і неруйнівного контролю (НК). НК означає підвищення якості, продуктивності, безпеки і - в кінцевому підсумку - стійкості. Отже, майбутнє неруйнівного контролю тісно пов'язане з процесами, що характеризуються більш високою точністю, меншою кількістю помилок і, отже, підвищеною ймовірністю виявлення дефектів, а також детальними цінними даними, які доступні в будь-який час з будь-якої точки світу. Тестування буде проводитися групами людей, а не окремими людьми, з більш високою дисперсією навичок. Продуктивність і швидкість будуть відігравати все більшу роль. Таким чином, можна передбачити, що НК, орієнтований на майбутнє, забезпечить економію коштів при одночасному поліпшенні результатів, в значній мірі допомагаючи користувачам скоротити або навіть повністю уникнути переробок [1].

Основні больові точки в індустрії неруйнівного контролю:

- складні інтерфейси;
- неефективні робочі процеси;
- складна інтерпретація даних;
- неповна метрологічна простежуваність;
- складний обмін даними.

Для вирішення перерахованих проблем в деяких приладах НК вже використовуються роботизовані сканери при проведенні ультразвукового і оптичного контролю зварних швів, геометричних параметрів металопрокату. Спостерігається тенденція до відходу від створення портативних приладів і їх мініатюризації. Стійким трендом стає виробництво приладів НК, що мають канали передачі вимірювальної інформації і можливість її документування [2]. Це обумовлює відхід від окремих вимірювань і обробки результатів контролю

безпосередньо на місці проведення робіт. Збір інформації від різних типів первинних перетворювачів (датчиків) і її обробка з метою отримання того чи іншого показника (наприклад, величини корозії, структурного параметра - матеріалу та ін.) будуть здійснюватися централізовано. Дані будуть накопичуватися і переміщатися в сховище для виявлення нових залежностей між вимірюваними параметрами і станом об'єкту контролю на основі алгоритмів обробки великих об'ємів даних і хмарних обчислень.

У зв'язку з цим виникає необхідність розглянути в НК нові інформаційні технології, засновані на інтелектуальному сприйнятті, технології розпізнавання, всіляких обчисленнях, повсюдної мережевої інтеграції та відомі як третя хвиля розвитку інформаційної індустрії в світі після комп'ютера та інтернету - Інтернету Речей .

Ключові слова: неруйнівний контроль, Індустрія 4.0, Інтернет Речей.

Література

- [1] А. Крень, М. Делендик, В. Иванов, «Индустрия 4. 0: трансформации в неразрушающем контроле», *Наука и инновации*, № 2 (192), с. 28–32, 2019.
- [2] В. Петрик, А. Протасов, К. Серый, О. Повшенко, «Використання серійних мобільних пристроїв при проектуванні портативних дефектоскопів», *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*, том 30 (69), ч. 2, № 6, с.12-16, 2019.